INIAF
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO Y AMBIENTAL EN LA REGIÓN DEL CHACO Y LOS VALLES MESOTÉRMICOS DE BOLIVIA



BOLIVIA ES INDUSTRIALIZACIÓN



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Luis Alberto Arce Catacora
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Yamil Flores Lazo
MINISTRO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

Álvaro Mollinedo Catari
VICEMINISTRO DE DESARROLLO AGROPECUARIO

Windson July Martínez
DIRECTOR GENERAL EJECUTIVO - INIAF

Título:

ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO Y AMBIENTAL, EN LA REGIÓN DEL CHACO Y VALLES MESOTÉRMICOS DE BOLIVIA

Autores:

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF

Recopilación:

Abraham Onésimo de la Cruz Gómez
REPRESENTANTE LEGAL
ASOCIACION ACCIDENTAL LA VERTIENTE

Diseño y Diagramación:

Ing. Aldo López Cruz

Revisión:

Ing. Mauricio German Alarcón Cabrera
Ing. Andrés Oscar Bustamante Mercado
Ing. Alejandro Sandoval Ariñez

ESTUDIO DE DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL PRODUCTIVO Y AMBIENTAL, EN LA REGIÓN DEL CHACO Y VALLES MESOTÉRMICOS DE BOLIVIA.

Dirección Nacional de Producción y Servicios - INIAF
DEPOSITO LEGAL: 4-1-603-2025 P.O. ©
ISBN: 978-9917-9785-3-4
© Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF 2025
Dirección Nacional de Producción y Servicios

Dedicatoria

Este libro está dedicado a todas las comunidades, productores e investigadores que ven en el **Chaco Boliviano** y los **Valles Mesotérmicos** no solo una tierra, sino una oportunidad para construir un futuro más sostenible y equilibrado. A las generaciones pasadas, presentes y futuras que han trabajado y trabajarán incansablemente para preservar y desarrollar esta región única. Que este esfuerzo sea un tributo a su dedicación, resiliencia y amor por la tierra.

Agradecimientos

El presente trabajo no habría sido posible sin la colaboración y el compromiso de múltiples actores que, desde su experiencia y esfuerzo, contribuyeron a la realización de este estudio. En primer lugar, agradecemos profundamente a las gobernaciones y autoridades locales de los 18 municipios que conforman el área de cobertura, quienes brindaron su apoyo y conocimiento para enriquecer este proyecto.

Al **Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal** (INIAF) por liderar este estudio y por su compromiso continuo con el desarrollo productivo y la sostenibilidad ambiental en Bolivia. Su respaldo técnico y logístico resultó fundamental en cada revisión de este trabajo.

Finalmente, reconocemos y valoramos la participación de las comunidades locales, que generosamente compartieron sus saberes, experiencias y desafíos cotidianos. Su testimonio nos inspira y reafirma la importancia de trabajar juntos para construir un porvenir más justo y sostenible.

A todos los involucrados, extendemos nuestra más sincera gratitud. Este libro es tanto un resultado de su esfuerzo como un reflejo del potencial que juntos podemos alcanzar.

Introducción

El presente libro, titulado "**Estudio de Determinación del Potencial Productivo y Ambiental en la Región del Chaco y Valles Mesotérmicos de Bolivia**", constituye un esfuerzo técnico-científico orientado a comprender y proyectar el uso sostenible de los recursos naturales en una de las regiones más diversas y estratégicas del país. A través de una zonificación agroecológica detallada, se busca establecer el potencial productivo de los sistemas agrícolas, ganaderos y forestales, promoviendo una planificación territorial eficiente, resiliente y adaptada a las condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas locales.

El estudio se sustenta en una sólida base de datos de características fisiográficas, climáticas y edáficas, complementada con análisis multicriterio que permiten identificar las áreas óptimas para cada tipo de uso productivo. Se incorpora además una cartografía actualizada de cobertura y uso de la tierra al 2023, a escala municipal 1:50000, junto con un diagnóstico socioeconómico que revela las dinámicas productivas y las oportunidades de desarrollo en la región.

Como resultado, se han generado herramientas innovadoras como tableros de control (**dashboards**), una plataforma dinámica de visualización del potencial productivo, y una aplicación móvil que permite al usuario conocer, en tiempo real y desde su ubicación, los sistemas productivos más adecuados para su entorno. La edición cartográfica del mapa **COBUSO** y su memoria técnica complementan este trabajo, consolidando una propuesta integral para la toma de decisiones informadas, sostenibles y territorialmente pertinentes.

Este libro es, por tanto, una contribución valiosa para investigadores, técnicos, autoridades y productores, que buscan orientar sus acciones hacia un manejo responsable de los recursos naturales, con visión de futuro y compromiso con el desarrollo sostenible de Bolivia.

Resumen del Estudio

Para una gestión estratégica del uso del suelo con fines productivos, es esencial que los gobiernos y las instituciones responsables de la planificación agrícola dispongan de información específica sobre el potencial y las limitaciones de la tierra para distintos usos. Este ámbito resulta crucial para el desarrollo humano, ya que fomenta el aumento de los ingresos y eleva el nivel de vida de las comunidades agrícolas, dependiendo significativamente de la disponibilidad y calidad de los recursos en cada zona (INTA, 2019).

En este marco, el **Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal** (INIAF) ha llevado a cabo el "**Estudio de Determinación del Potencial Productivo y Ambiental en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia**". Este proyecto forma parte del Diagnóstico Multisectorial del Potencial Productivo en cuatro regiones de Bolivia y tiene como propósito principal identificar el potencial productivo mediante una zonificación agroecológica. Esto permitirá orientar el uso sostenible de los recursos naturales y planificar de manera eficiente las actividades agrícolas, ganaderas y forestales, promoviendo la sostenibilidad y la adaptación a las condiciones específicas de estas regiones.

El estudio abarca dieciocho (18) municipios en los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz. En Chuquisaca, incluye los municipios de Monteagudo, Huacaya, Muyupampa y Macharetí; en Tarija, abarca Villamontes, Yacuiba, Caraparí y Entre Ríos; y en Santa Cruz, comprende municipios con influencia en el Chaco y los Valles Mesotérmicos los municipios de Boyuibe, Cuevo, Camiri, Charagua, Lagunilla, Cabezas, Vallegrande, El Trigal, Pampagrande y Comarapa.

La determinación del potencial de los cultivos priorizados, a través del análisis multicriterio, ha considerado la interacción de variables de orden edafoclimático preponderantemente y de características fisiográficas. Y permitió evaluar el potencial de la productividad agrícola del área de intervención, y la definición espacial de todas variables establecidas en la matriz del potencial productivo seleccionados para este análisis, así como la definición de la ponderación asignada a cada una de ellas, para que, mediante procedimientos matemáticos de álgebra de mapas, se pueda segmentar el espacio y determinar los sitios de mayor aptitud por la capacidad productiva de los mismos y generar de esta forma la zonificación agroecológica de la región.

Tabla de Contenido

Dedicatoria I
Agradecimientos III
Introducción V
Resumen del Estudio VII

Capítulo 1 1

1 Introducción 1

Capítulo 2 5

2 Diagnóstico socio - demográfico productivo Región de los Valles Mesotérmicos 5
2.1 Aspectos demográficos 6
2.1.1 Número de familias 6
2.1.2 Estabilidad poblacional 6
2.1.3 Composición de la población según diferentes etnias 7
2.1.4 Lenguajes que habla la población 7
2.2 Aspectos sociales 8
2.2.1 Ocupación principal de las familias 8
2.2.2 Ocupación secundaria 9
2.3 Organizaciones sociales existentes 10
2.4 Vivienda 10
2.4.1 Tenencia de la vivienda 10
2.4.2 Ambientes de vivienda 11
2.4.3 Cubierta 12
2.4.4 Paredes de vivienda 13
2.4.5 Pisos de vivienda 14
2.5 Servicios básicos existentes 15
2.5.1 Agua potable 15
2.5.2 Alcantarillado 16
2.5.3 Electricidad 17
2.5.4 Residuos sólidos 18
2.5.5 Educación 19

2.5.6 Salud 20
2.5.7 Transporte 21
2.5.8 Telefonía celular e internet 22
2.5.9 Medios de comunicación 23
2.6 Aspectos productivos 24
2.6.1 Tenencia de tierras 24
2.6.2 Saneamiento de tierras 25
2.6.3 Superficie cultivable por municipio 26
2.6.4 Superficies de cultivos actividad agrícola 28
2.6.5 Cultivos de la actividad frutícola 29
2.6.6 Actividad pecuaria 31
2.6.7 Actividad apícola 33
2.6.7.1 Con relación a la distribución de colmenas 33
2.6.7.2 Relacionado al rendimiento promedio por caja 34
2.6.7.3 Enmarcado en el precio promedio por kilogramo de miel 34
2.6.8 Otras actividades productivas que se realizan 34

Capítulo 3 37

3 Diagnóstico socio demográfico productivo Región del Chaco 37
3.1 Estabilidad poblacional 38
3.2 Composición de la población según diferentes etnias 39
3.3 Lenguajes que habla la población 39
3.4 Aspectos sociales 40
3.4.1 Ocupación principal de las familias 40
3.4.2 Ocupación secundaria 41
3.5 Organizaciones sociales existentes 42
3.6 Vivienda 43
3.6.1 Tenencia de la vivienda 43
3.6.2 Ambientes de vivienda 44
3.6.3 Cubierta 45
3.6.4 Paredes de vivienda 46
3.6.5 Pisos de vivienda 47
3.7 Servicios básicos existentes 48
3.7.1 Agua potable 48
3.7.2 Alcantarillado 49
3.7.3 Electricidad 49
3.7.4 Residuos sólidos 50
3.7.5 Educación 51
3.7.6 Salud 53
3.7.7 Transporte 54
3.7.8 Telefonía celular e internet 55
3.7.9 Medios de comunicación 55
3.8 Aspectos productivos 57
3.8.1 Tenencia de tierras 57
3.8.2 Saneamiento de tierras 58
3.8.3 Superficie cultivable por municipio 58
3.8.4 Superficies de cultivos actividad agrícola 62
3.8.5 Superficie de cultivos actividad frutícola 66
3.8.6 Actividad pecuaria 70
3.8.7 Actividad apícola 70

3.8.8 Otras actividades productivas 71

Capítulo 4 73

4 Aspectos biofísicos 73
4.1 Criterios climáticos 73
4.1.1 Precipitación 75
4.1.1.1 Distribución espacial de la precipitación 75
4.1.1.2 Efecto del cambio climático en la precipitación 80
4.1.2 Temperaturas 83
4.1.2.1 Distribución espacial de la temperatura media 83
4.1.2.2 Distribución espacial de la temperatura mínima media 85
4.1.2.3 Distribución espacial de la temperatura máxima media 88
4.1.2.4 Efecto del cambio climático en la temperatura 88
4.1.3 Variación espacial de la humedad relativa 92
4.1.4 Altitud 92
4.1.5 Viento 96
4.1.6 Evapotranspiración potencial 96
4.1.7 Aptitud agroclimática para labores agrícolas 96
4.1.8 Clasificación climática 100
4.2 Criterios hidrológicos 102
4.2.1 Fuentes de agua superficial 103
4.2.2 Lagos y lagunas 108
4.2.3 Pozos subterráneos 110
4.2.4 Balance hídrico 112
4.2.4.1 Oferta de agua 112
4.2.4.2 Demandas de agua 119
4.2.4.3 Análisis oferta y demanda de agua 122
4.2.4.4 Calidad de agua 123
4.3 Criterios biológicos 126
4.3.1 Fauna 127
4.3.2 Dispersores 127
4.3.3 Polinizadores 128
4.3.4 Controladores biológicos 128
4.3.5 Flora 128
4.4 Criterios de relieve 129
4.4.1 Pisos ecológicos 129
4.4.2 Pendiente 130
4.5 Criterios de cobertura (CORINE Land Cover) 131
4.5.1 Cobertura boscosa 131
4.5.2 Bosques y áreas seminaturales 131
4.5.3 Bosque 134
4.5.3.1 Bosque denso 136
4.5.3.2 Bosque abierto 137
4.5.3.3 Bosque fragmentado 138
4.5.3.4 Plantación forestal 139
4.5.3.4.1 Plantación de coníferas 139
4.5.3.5 Bosque de transición 140
4.5.3.5.1 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva 141
4.5.3.6 Arbustal 141
4.5.3.7 Herbazal 142

4.5.3.8 Vegetación secundaria o en transición 142
4.6 Criterios de exclusión 143
4.6.1 Áreas protegidas 143
4.6.1.1 Áreas protegidas en el departamento de Tarija 144
4.6.1.2 Áreas protegidas en el departamento de Chuquisaca 144
4.6.1.3 Áreas protegidas en el departamento de Santa Cruz 144
4.7 Criterios de riesgos naturales 146
4.7.1 Riesgo de sequía 148
4.7.2 Riesgo de heladas 150
4.7.3 Riesgo de erosión 152
4.7.4 Riesgo de granizadas 152
4.7.5 Riesgo de incendios 153
4.7.6 Riesgo de inundaciones 154
4.8 Criterios de productos forestales 158
4.8.1 Productos forestales maderables naturales 158
4.8.2 Productos forestales maderables exóticos 162
4.8.2.1 Productos forestales no maderables 164
4.8.2.2 Otros sistemas de aprovechamiento 165
4.8.2.2.1 Sistemas de aprovechamiento forrajero 165
4.8.2.2.2 Sistemas de aprovechamiento apícola 165
4.8.2.2.3 Sistemas de aprovechamiento medicinal 167
4.9 Criterios edafológicos 171
4.9.1 Descripción de los suelos en la Región del Chaco 173
4.9.1.1 Características generales de los suelos en las llanuras 173
4.9.1.2 Características generales de los suelos en pie de monte 175
4.9.1.3 Características generales de los suelos en colinas 177
4.9.1.4 Características generales de los suelos en serranías 179
4.9.2 Descripción de los suelos en la Región de los Valles Mesotérmicos 182
4.9.2.1 Características generales de los suelos de Valles 182
4.9.2.2 Características generales de los suelos de pie de monte 184
4.9.2.3 Características generales de los suelos de colinas 187
4.9.2.4 Características generales de los suelos de serranías 189
4.9.3 Mapas edafológicos de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos 191
4.10 Cobertura y uso actual de la tierra 195

Capítulo 5 201

5 Zonificación del territorio 201
5.1 Criterios, variables y datos utilizados en la zonificación 201
5.1.1 Información de análisis de suelos 203
5.1.2 Solapamiento ponderado 203
5.1.3 Resultados 214
5.2 Zonificación según variables 214
5.2.1 Temperatura 214
5.2.2 Precipitación 216
5.2.3 Pendiente 218
5.2.4 Altitud 220
5.2.5 Textura del suelo (% arena, limo y arcilla) 222
5.2.6 pH (acidez/alcalinidad) 224
5.2.7 Capacidad de intercambio catiónico 226
5.2.8 Nitrógeno total 228

5.2.9 Fósforo 230
5.2.10 Potasio 233
5.2.11 Materia orgánica 236
5.2.12 Calcio 238
5.2.13 Magnesio 241
5.2.14 Conductividad eléctrica 244
5.2.15 Cruce de variables para la zonificación de zonas aptas 246

Capítulo 6 251

6 Potencial productivo 251
6.1 Cultivos priorizados 251
6.1.1 Cultivos priorizados por municipio 251
6.1.2 Cultivos priorizados a nivel de región 252
6.1.3 Caracterización agrícola de cultivos priorizados 252
6.1.4 Calendarios de cultivos priorizados 253
6.1.5 Caracterización agrícola de cultivos priorizados 255
6.2 Metodología aplicada 256
6.2.1 Calculadora de mapas 256
6.2.2 Identificación de criterios 257
6.2.3 Determinación de tamaño de celda 257
6.2.4 Reclasificación 257
6.2.5 Análisis multicriterio 258
6.2.5.1 Superposición ráster 258
6.2.5.2 Transformación de ráster a polígonos 259
6.2.5.3 Incorporación de restricciones 259
6.2.6 Resultados 259
6.3 Potencial productivo de los cultivos priorizados 259
6.3.1 Cultivo del maíz 259
6.3.1.1 Aspectos generales 259
6.3.1.2 Matriz del cultivo de maíz 260
6.3.1.3 Potencial productivo del cultivo de maíz 261
6.3.2 Cultivo de frijol 262
6.3.2.1 Aspectos generales 262
6.3.2.2 Matriz del cultivo del frijol 265
6.3.2.3 Potencial productivo del cultivo del frijol 266
6.3.3 Cultivo del maní 269
6.3.3.1 Aspectos generales 269
6.3.3.2 Matriz del cultivo del maní 270
6.3.3.3 Potencial productivo del cultivo del maní 270
6.3.4 Cultivo de papa 274
6.3.4.1 Aspectos generales 274
6.3.4.2 Matriz del cultivo de papa 274
6.3.4.3 Potencial productivo del cultivo de la papa 277
6.3.5 Cultivo de la soya 278
6.3.5.1 Aspectos generales 278
6.3.5.2 Matriz del cultivo de la soya 281
6.3.5.3 Potencial productivo del cultivo de la soya 281
6.3.6 Cultivo del ají 282
6.3.6.1 Aspectos generales 282
6.3.6.2 Matriz del cultivo de ají 285

6.3.6.3 Potencial productivo del cultivo de ají 286
6.3.7 Cultivo de sandía 287
6.3.7.1 Aspectos generales 287
6.3.7.2 Matriz del cultivo de la sandía 287
6.3.7.3 Potencial productivo del cultivo de la sandía 288
6.3.8 Cultivo de tomate 291
6.3.8.1 Aspectos generales 291
6.3.8.2 Matriz del cultivo del tomate 292
6.3.8.3 Potencial productivo del cultivo del tomate 292
6.3.9 Cultivo de cítricos 295
6.3.9.1 Aspectos generales 295
6.3.9.2 Matriz del cultivo de cítricos 296
6.3.9.3 Potencial productivo del cultivo de cítricos 297
6.3.10 Cultivo de pastos 298
6.3.10.1 Aspectos generales 298
6.3.10.2 Matriz del cultivo de pastos 301
6.3.10.3 Potencial productivo del cultivo de pastos 301

Capítulo 7 305

7 Mercado de cultivos priorizados 305
7.1 Identificación de actores y mercados en la cadena de valor 306
7.1.1 Productores agrícolas 307
7.1.2 Intermediación de los productos agrícolas 307
7.1.3 Comercialización y distribución de los productos agrícola 308
7.1.4 Factores que afectan a la comercialización 308
7.1.5 Instituciones de apoyo a la producción de los productores agrícolas 309
7.1.6 Actores de la cadena de valor Región del Chaco y Valles Mesotérmicos 309
7.1.7 Fortalezas y debilidades de los actores en la cadena de valor 311
7.1.8 Servicios agrícolas 312
7.2 Sistema de producción agrícola 313
7.2.1 Mercado nacional 313
7.2.1.1 Demanda de Maíz 314
7.2.1.2 Demanda de la Papa 314
7.2.1.3 Demanda de la Soya 315
7.2.1.4 Demanda de Frijol 315
7.2.1.5 Demanda de Maní 315
7.2.1.6 Demanda de Cítricos 315
7.2.1.7 Demanda de Carne 315
7.2.1.7.1 Zonas geográficas con mayor interés 315
7.2.1.8 Análisis de precios 316
7.2.1.9 Canales de distribución y competidores 317
7.2.2 Mercado internacional 317
7.2.3 Volumen de exportaciones 317
7.2.3.1 Maíz 318
7.2.3.2 Frijol 318
7.2.3.3 Maní 319
7.2.3.4 Soya 319
7.2.3.5 Tomate 320
7.2.3.6 Cítricos (Limón) 320
7.2.4 Departamentos origen de las exportaciones 321

7.2.4.1 Maíz 321
7.2.4.2 Frijol 322
7.2.4.3 Maní 323
7.2.4.4 Soya 323
7.2.4.5 Tomate 324
7.2.4.6 Cítricos (Limón) 325
7.2.5 Destino de las exportaciones 326
7.2.5.1 Maíz 327
7.2.5.2 Frijol 327
7.2.5.3 Maní 328
7.2.5.4 Soya 328
7.2.5.5 Tomate 329
7.2.5.6 Cítricos (Limón) 329
7.2.5.7 Proyecciones de exportación 329
7.2.5.8 Oportunidades y desafíos en el mercado para los productos 330
7.3 Descripción de la demanda 331
7.3.1 Análisis de la demanda del maíz duro 332
7.3.2 Demanda de soya 333
7.4 Análisis de la oferta 334
7.5 Estructura de mercados 336
7.5.1 Mercado intermedio 336
7.5.2 Mercado proveedor 337
7.5.3 Mercado consumidor (cliente final) 337
7.5.4 Descripción del mercado 337
7.5.4.1 Descripción del mercado de productos priorizados 338
7.6 Estrategia de la comercialización 339
7.6.1 Lugares, forma de comercialización y destino 339
7.6.1.1 Lugares de comercialización 339
7.6.1.2 Forma de comercialización 339
7.6.1.3 Destino de la comercialización 339
7.6.2 Aplicación de estrategia comercial 340
7.6.2.1 Estrategias de penetración 341
7.6.2.2 Estrategia de precio 341
7.6.2.3 Canales de distribución 342

Capítulo 8 343

8 Zonificación territorial de cobertura de internet 343
8.1 Internet y telecomunicaciones 343
8.2 Cobertura de acceso a internet por municipio 345
8.3 Acceso a telefonía móvil por municipio 346

Capítulo 9 347

9 Bibliografía 347

Capítulo 10 351

10 Anexos 351
10.1 Metodología de zonificación 351
10.1.1 Datos de análisis 351
10.1.2 Creación de las superficies kriging 351
10.1.2.1 pH 352

10.1.2.2 Conductibilidad eléctrica 353
10.1.2.3 Calcio 355
10.1.2.4 Magnesio 356
10.1.2.5 Capacidad de intercambio catiónico 358
10.1.2.6 Potasio 359
10.1.2.7 Fósforo 361
10.1.2.8 Materia orgánica 362
10.1.2.9 Nitrógeno total 364
10.1.2.10 Arena 365
10.1.2.11 Limo 367
10.1.2.12 Arcilla 368
10.1.3 Conversión de las superficies temporales a rásters de 12.5 370

Lista de Tablas

Tabla 1. Conformación de la Región de los Valles Mesotérmicos 5
Tabla 2. Número de familias 6
Tabla 3. Resumen de organizaciones sociales, Región de los Valles Mesotérmicos 10
Tabla 4. Ambientes de vivienda 12
Tabla 5. Centros educativos 19
Tabla 6. Salud 21
Tabla 7. Telefonía móvil (celular) en la Región de los Valles Mesotérmicos 23
Tabla 8. Superficie total cultivable/municipio (ha) 26
Tabla 9. Superficie cultivable por municipio/Región de los Valles Mesotérmicos (ha) 28
Tabla 10. Superficie cultivada (has) por tipo de cultivo 29
Tabla 11. Producción frutícola de los Valles Mesotérmicos 30
Tabla 12. Producción pecuaria por municipio, Región de los Valles Mesotérmicos 31
Tabla 13. Producción apícola 33
Tabla 14. Otras actividades productivas 35
Tabla 15. Región del Chaco 37
Tabla 16. Número de familias 38
Tabla 17. Resumen de organizaciones sociales de la Región del Chaco 42
Tabla 18. Ambientes de vivienda 44
Tabla 19. Centros educativos 52
Tabla 20. Salud 53
Tabla 21. Telefonía móvil (celular) en la Región del Chaco 55
Tabla 22. Superficie total cultivable/municipio (ha) 59
Tabla 23. Superficie cultivable por municipio/Región del Chaco (ha) 60
Tabla 24. Superficie cultivada (ha) por tipo de cultivo 63
Tabla 25. Producción frutícola de la Región del Chaco 67
Tabla 26. Producción pecuaria de la Región del Chaco 69
Tabla 27. Producción apícola 70
Tabla 28. Otras actividades productivas 72
Tabla 29. Estaciones analizadas para el estudio climático 74
Tabla 30. Estaciones utilizadas del SENAMHI 74
Tabla 31. Rangos de precipitación anual 75
Tabla 32. Precipitación mes de enero en estación Villamontes escenarios 81
Tabla 33. Precipitación mes de enero estación Camiri escenarios 82
Tabla 34. Precipitación mes de enero estación Vallegrande escenarios 83
Tabla 35. Temperatura mes de noviembre estación Villamontes escenarios 90
Tabla 36. Temperatura mes de noviembre estación Camiri escenarios 91
Tabla 37. Temperatura mes de octubre estación Vallegrande escenarios 92
Tabla 38. Rangos altitudinales propuestos por caldas y ajustado por IDEAM 95
Tabla 39. Fuentes de agua superficiales 103
Tabla 40. Fuentes de agua con potencial hídrico 105
Tabla 41. Lagunas principales 108
Tabla 42. Inventario de pozos subterráneos 110
Tabla 43. Pozos de agua subterránea principales 110
Tabla 44. Período de registro estaciones hidrométricas 113

Tabla 45. Aforos en los puntos de control de las cuencas potenciales 114
Tabla 46. Volumen de oferta de agua y escorrentía por unidad hidrográfica 117
Tabla 47. Demanda de agua para riego 119
Tabla 48. Valores de consumo diario de animales 121
Tabla 49. Demanda de agua para consumo pecuario 121
Tabla 50. Balance hídrico oferta demanda 123
Tabla 51. Parámetros físicos y químicos de calidad agua 124
Tabla 52. Clasificación de la calidad de agua 125
Tabla 53. Fauna amenazada en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos 127
Tabla 54. Flora amenazada en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos 129
Tabla 55. Clasificación de pisos ecológicos 129
Tabla 56. Leyenda y clases de la pendiente 130
Tabla 57. Cobertura de la tierra para bosques y áreas seminaturales 134
Tabla 58. Cobertura de bosque denso 136
Tabla 59. Cobertura de bosque abierto 137
Tabla 60. Cobertura de bosque fragmentado 138
Tabla 61. Cobertura de bosques de transición 140
Tabla 62. Cobertura de arbustales 141
Tabla 63. Cobertura de herbazal 142
Tabla 64. Cobertura de vegetación secundaria 143
Tabla 65. Cuantificación de riesgos naturales 146
Tabla 66. Amenazas, vulnerabilidades, causas y efectos de los riesgos 147
Tabla 67. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de sequía 148
Tabla 68. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de heladas 150
Tabla 69. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de erosión 152
Tabla 70. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de granizadas 153
Tabla 71. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de incendios 154
Tabla 72. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de inundaciones 154
Tabla 73. Especies maderables comerciales “muy valiosa” y “valiosa” 161
Tabla 74. Zonas fitogeográficas de aprovechamiento maderable 162
Tabla 75. Zonificación de especies maderables comerciales 162
Tabla 76. Inventario y usos de especies arbóreas exóticas o introducidas 163
Tabla 77. Zonificación de especies maderables no comerciales 164
Tabla 78. Especies melíferas en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos 166
Tabla 79. Inventario y usos de especies forestales medicinales nativas 167
Tabla 80. Inventario y usos de especies arbustivas - arbolitos medicinales nativas 168
Tabla 81. Sitios de relevamiento de datos 171
Tabla 82. Propiedades principales del horizonte superficial (Ap) 173
Tabla 83. Nutrientes y capacidad del suelo 173
Tabla 84. Análisis por horizonte 174
Tabla 85. Propiedades principales del horizonte superficial (Ap) 175
Tabla 86. Nutrientes y capacidad del suelo 175
Tabla 87. Características principales del horizonte 176
Tabla 88. Características principales del horizonte (Ap) 177
Tabla 89. Nutrientes en suelos en colinas 178
Tabla 90. Horizontes en suelos en colinas 178
Tabla 91. Propiedades del horizonte superficial (Ap) 180
Tabla 92. Nutrientes y capacidad del suelo 180
Tabla 93. Características principales del horizonte 181
Tabla 94. Propiedades del horizonte superficial (Ap) 182
Tabla 95. Nutrientes y capacidad del suelo 183

Tabla 96. Análisis por horizonte 183
Tabla 97. Propiedades del horizonte superficial (Ap) 185
Tabla 98. Nutrientes y capacidad del suelo 185
Tabla 99. Características principales del horizonte 185
Tabla 100. Propiedades generales del horizonte superficial (Ap) 187
Tabla 101. Nutrientes del suelo de colinas en los Valles Mesotérmicos 187
Tabla 102. Clasificación de suelos y subgrupos en la región 188
Tabla 103. El análisis detallado por horizonte 188
Tabla 104. Propiedades generales del horizonte superficial (Ap) 189
Tabla 105. Nutrientes y capacidad del suelo 190
Tabla 106. Clasificación taxonómica de los suelos de los principales subgrupos 190
Tabla 107. Análisis detallado por horizonte 190
Tabla 108. Análisis de suelos representativos de esta región 195
Tabla 109. Resumen de la cobertura y uso de la tierra 196
Tabla 110. Variables consideradas para la zonificación del territorio 201
Tabla 111. Matriz de variables con clases de aptitud para la zonificación 202
Tabla 112. Información de análisis de suelos de perfiles aperturados en campo 206
Tabla 113. Áreas según su aptitud de temperatura 214
Tabla 114. Área según su aptitud de precipitación 216
Tabla 115. Áreas según su aptitud de pendientes 218
Tabla 116. Áreas según su aptitud de la altitud 220
Tabla 117. Áreas según su aptitud de la textura 222
Tabla 118. Áreas según su aptitud de la textura 224
Tabla 119. Áreas según su aptitud de la Capacidad de Intercambio Catiónico 226
Tabla 120. Áreas según su aptitud de Nitrógeno 228
Tabla 121. Áreas según su aptitud de Fósforo 232
Tabla 122. Áreas según su aptitud de Potasio 233
Tabla 123. Áreas según su aptitud de la Materia Orgánica 236
Tabla 124. Áreas según su aptitud de Calcio 239
Tabla 125. Áreas según su aptitud del Magnesio 243
Tabla 126. Áreas según su aptitud de la Conductividad Eléctrica 244
Tabla 127. Áreas según su aptitud con cruce de todas las variables 246
Tabla 128. Cultivos priorizados por municipio 251
Tabla 129. Matriz de criterios (rango de 1 a 5) 252
Tabla 130. Cultivos priorizados 253
Tabla 131. Calendario agrícola para los ocho (8) cultivos hortícolas 254
Tabla 132. Calendario agrícola para cítricos especies frutales 255
Tabla 133. Calendario agrícola para pasturas 255
Tabla 134. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de maíz 260
Tabla 135. Áreas de aptitud para el cultivo de maíz 261
Tabla 136. Requerimientos nutricionales cultivo de maíz 262
Tabla 137. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo del frijol 265
Tabla 138. Áreas de aptitud para el cultivo del frijol 266
Tabla 139. Requerimientos nutricionales cultivo de frijol 269
Tabla 140. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo del maní 270
Tabla 141. Áreas de aptitud para el cultivo del maní 273
Tabla 142. Requerimientos nutricionales cultivo de maní 273
Tabla 143. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la papa 274
Tabla 144. Áreas de aptitud para el cultivo de la papa 277
Tabla 145. Requerimientos nutricionales cultivo de papa 278
Tabla 146. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la soya 281

Tabla 147. Áreas de aptitud para el cultivo de la soya 282
Tabla 148. Requerimientos nutricionales cultivo de soya 282
Tabla 149. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de ají 285
Tabla 150. Áreas de aptitud para el cultivo de ají 286
Tabla 151. Requerimientos nutricionales cultivo de ají 287
Tabla 152. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la sandía 288
Tabla 153. Áreas de aptitud para el cultivo de la sandía 288
Tabla 154. Requerimientos nutricionales del cultivo de sandía 291
Tabla 155. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo del tomate 292
Tabla 156. Áreas de aptitud para el cultivo del tomate 295
Tabla 157. Requerimientos nutricionales cultivo de tomate 295
Tabla 158. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cítricos 296
Tabla 159. Áreas de aptitud para el cultivo de cítricos 297
Tabla 160. Requerimientos nutricionales cultivo de cítricos 298
Tabla 161. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de pastos 301
Tabla 162. Áreas de aptitud para el cultivo de pastos 302
Tabla 163. Productos agrícolas priorizados Región del Chaco 305
Tabla 164. Productos agrícolas priorizados Región de los Valles Mesotérmicos 306
Tabla 165. Productores agrícolas 307
Tabla 166. Intermediaros de los productores agrícolas 308
Tabla 167. Instituciones de apoyo a la producción agrícola 309
Tabla 168. Instituciones de apoyo a la producción agrícola 309
Tabla 169. Fortalezas y debilidades de los actores en la cadena de valor 312
Tabla 170. Servicios agrícolas 312
Tabla 171. Demanda actual de Bolivia año 2024 313
Tabla 172. Precios de venta de la producción de los productos priorizados, año 2024 316
Tabla 173. Proyección de la exportación de productos agrícolas (tn) 330
Tabla 174. Oportunidades y desafíos del mercado de exportación 330
Tabla 175. Demanda de productos priorizados de la ciudad de Tarija 331
Tabla 176. Demanda de productos priorizados ciudad de Santa Cruz 331
Tabla 177. Demanda de productos priorizados ciudad de Sucre 332
Tabla 178. Oferta de productos Región del Chaco 334
Tabla 179. Oferta de productos Región de los Valles Mesotérmicos 335
Tabla 180. Oferta y demanda de productos 338
Tabla 181. Destino de la comercialización 340
Tabla 182. Productos para la comercialización 340
Tabla 183. Canal de comercialización 342
Tabla 184. Opciones para crear el ráster del pH 352
Tabla 185. Opciones para crear el ráster de Conductividad Eléctrica 353
Tabla 186. Opciones para crear el ráster de Calcio 355
Tabla 187. Opciones para crear el ráster de Magnesio 356
Tabla 188. Opciones para crear el ráster del Capacidad de Intercambio Catiónico 358
Tabla 189. Opciones para crear el ráster del Potasio 359
Tabla 190. Opciones para crear el ráster del Fósforo 361
Tabla 191. Opciones para crear el ráster de la Materia Orgánica 362
Tabla 192. Opciones para crear el ráster del Nitrógeno Total 364
Tabla 193. Opciones para crear el ráster de la Arena 365
Tabla 194. Opciones para crear el ráster del Limo 367
Tabla 195. Opciones para crear el ráster de la Arcilla 368

Lista de Mapas

Mapa 1. Área de alcance del estudio 4
Mapa 2. Ubicación de estaciones climáticas y pluviométricas 76
Mapa 3. Ubicación de estaciones de análisis 77
Mapa 4. Precipitación media promedio multianual (1980 - 2020) 78
Mapa 5. Isoyetas, promedio multianual (1980 - 2020) 79
Mapa 6. Temperatura media, promedio anual período (1980 a 2020) 84
Mapa 7. Isotermas, promedio anual período (1980 a 2020) 86
Mapa 8. Temperatura mínima media, promedio multianual (1980 - 2020) 87
Mapa 9. Temperatura máxima media, promedio multianual (1980 - 2020) 89
Mapa 10. Humedad relativa, promedio multianual (1980 - 2020) 93
Mapa 11. Pisos altitudinales cada 400 m 94
Mapa 12. Velocidad del viento, promedio multianual (1980 - 2020) 97
Mapa 13. Evapotranspiración potencial media, multianual (1980 - 2020) 98
Mapa 14. Aptitud agroclimática para labores agrícolas 99
Mapa 15. Clasificación climática de Lang 101
Mapa 16. Ríos y afluentes principales 107
Mapa 17. Ubicación de las lagunas principales 109
Mapa 18. Esquemática del modelo WEAP 116
Mapa 19. Pisos ecológicos 132
Mapa 20. Pendiente en porcentaje 133
Mapa 21. Cobertura de bosques y áreas seminaturales 135
Mapa 22. Áreas protegidas en la región 145
Mapa 23. Riesgos de sequia 149
Mapa 24. Riesgos de heladas 151
Mapa 25. Riesgos de erosión 155
Mapa 26. Riesgos de granizadas 156
Mapa 27. Riesgos de incendios 157
Mapa 28. Riesgos de inundaciones 159
Mapa 29. Zonas fitogeográficas de áreas especies maderables comerciales 160
Mapa 30. Ubicación de los puntos de muestreo de suelos 172
Mapa 31. Unidades de suelos 192
Mapa 32. Taxonomía de las unidades de suelos 193
Mapa 33. Cobertura y uso actual de la tierra 199
Mapa 34. Ubicación de los perfiles en el área de estudio 205
Mapa 35. Zonificación de temperatura según su aptitud 215
Mapa 36. Zonificación de la precipitación según su aptitud 217
Mapa 37. Zonificación de la pendiente según su aptitud 219
Mapa 38. Zonificación de la altitud según su aptitud 221
Mapa 39. Zonificación de la textura según su aptitud 223
Mapa 40. Zonificación del pH según su aptitud 225
Mapa 41. Zonificación de la Capacidad de Intercambio Catiónico según su aptitud 227
Mapa 42. Zonificación del Nitrógeno Total según su aptitud 229
Mapa 43. Zonificación del Fósforo según su aptitud 231
Mapa 44. Zonificación del Potasio según su aptitud 234

Mapa 45. Zonificación de la Materia Orgánica según su aptitud....237
Mapa 46. Zonificación del Calcio según su aptitud....240
Mapa 47. Zonificación del Magnesio según su aptitud....242
Mapa 48. Zonificación de la Conductividad Eléctrica....245
Mapa 49. Zonificación agroecológica....247
Mapa 50. Potencial productivo del cultivo de maíz....263
Mapa 51. Potencial productivo del cultivo del frijol....267
Mapa 52. Potencial productivo del cultivo del maní....271
Mapa 53. Potencial productivo del cultivo de la papa....275
Mapa 54. Potencial productivo del cultivo de la soya....279
Mapa 55. Potencial productivo del cultivo de ají....283
Mapa 56. Potencial productivo del cultivo de la sandía....289
Mapa 57. Potencial productivo del cultivo del tomate....293
Mapa 58. Potencial productivo del cultivo de cítricos....299
Mapa 59. Potencial productivo del cultivo de pastos....303
Mapa 60. Cobertura de internet y telefonía móvil....344

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Migración en la Región de los Valles Mesotérmicos 7
Gráfico 2. Etnias de la Región de los Valles Mesotérmicos 7
Gráfico 3. Idiomas que se hablan en la Región de los Valles Mesotérmicos 8
Gráfico 4. Ocupación principal de la población 8
Gráfico 5. Ocupación secundaria de la población 9
Gráfico 6. Categoría ocupacional de población 9
Gráfico 7. Vivienda 11
Gráfico 8. Tenencia de la vivienda 11
Gráfico 9. Materiales utilizados en la cubierta de las viviendas 12
Gráfico 10. Materiales utilizados en la techos de las viviendas 13
Gráfico 11. Tipo de paredes de las viviendas 13
Gráfico 12. Material utilizado en las paredes de las viviendas 14
Gráfico 13. Pisos de las viviendas 14
Gráfico 14. Material más utilizado en los pisos de las viviendas 15
Gráfico 15. Fuentes de agua 15
Gráfico 16. Procedencia del agua para las viviendas 16
Gráfico 17. Alcantarillado 17
Gráfico 18. Fuentes de energía 18
Gráfico 19. Formas de eliminación de los residuos 18
Gráfico 20. Grado de educación actual 19
Gráfico 21. Asistencia escolar 20
Gráfico 22. Atención de salud 21
Gráfico 23. Vías de acceso 22
Gráfico 24. Telefonía celular e internet 22
Gráfico 25. Medios de comunicación 23
Gráfico 26. Medios de comunicación según el censo 2012 24
Gráfico 27. Tenencia de tierras 25
Gráfico 28. Migración en la Región del Chaco 39
Gráfico 29. Etnias de la Región del Chaco 39
Gráfico 30. Idiomas de la Región del Chaco 40
Gráfico 31. Ocupación principal de la población 40
Gráfico 32. Ocupación secundaria de la población 41
Gráfico 33. Categoría ocupacional de la población 41
Gráfico 34. Vivienda 43
Gráfico 35. Tenencia de la vivienda 44
Gráfico 36. Materiales utilizados en la cubierta de las viviendas 45
Gráfico 37. Materiales utilizados en la techos de las viviendas 45
Gráfico 38. Tipo de paredes de las viviendas 46
Gráfico 39. Material utilizado en las paredes de las viviendas 46
Gráfico 40. Pisos de las viviendas 47
Gráfico 41. Material más utilizado en los pisos de las viviendas 47
Gráfico 42. Fuentes de agua 48
Gráfico 43. Alcantarillado 49
Gráfico 44. Fuentes de energía 50

Gráfico 45. Formas de eliminación de los residuos....51
Gráfico 46. Grado de educación actual....52
Gráfico 47. Asistencia escolar....52
Gráfico 48. Atención de salud....53
Gráfico 49. Vías de acceso....54
Gráfico 50. Telefonía celular e internet....55
Gráfico 51. Medios de comunicación....56
Gráfico 52. Medios de comunicación según censo 2012....56
Gráfico 53. Tenencia de la tierra....57
Gráfico 54. Precipitación estación de Villamontes....80
Gráfico 55. Precipitación estación Camiri Aeropuerto....82
Gráfico 56. Precipitación estación Vallegrande....83
Gráfico 57. Temperatura estación Villamontes....90
Gráfico 58. Temperatura estación Camiri....91
Gráfico 59. Temperatura estación de Vallegrande....92
Gráfico 60. Barras del volumen anual de oferta....119
Gráfico 61. Barras de demandas de riego....120
Gráfico 62. Barras de la demanda de agua pecuaria....122
Gráfico 63. Cobertura y uso de la tierra....198
Gráfico 64. Zona geográficas de Bolivia de mayor interés para la comercialización....316
Gráfico 65. Volumen de exportación del maíz (tn)....318
Gráfico 66. Volumen de exportación del frijol (tn)....318
Gráfico 67. Volumen de exportación del maní (tn)....319
Gráfico 68. Volumen de exportación de la soya (tn)....319
Gráfico 69. Volumen de exportación del tomate (tn)....320
Gráfico 70. Volumen de exportación de limón (tn)....320
Gráfico 71. Volumen de exportación de maíz (tn)....321
Gráfico 72. Aporte de las regiones a la exportación de maíz (tn)....321
Gráfico 73. Volumen de exportación de frijol (tn)....322
Gráfico 74. Aporte de las regiones a la exportación de frijol (tn)....322
Gráfico 75. Departamento de origen volumen de exportación de maní (tn)....323
Gráfico 76. Aporte de las regiones a la exportación de maní (tn)....323
Gráfico 77. Departamento de origen volumen de exportación de soya (tn)....324
Gráfico 78. Aporte de las regiones a la exportación de soya (tn)....324
Gráfico 79. Departamento de origen volumen de exportación de tomate (tn)....325
Gráfico 80. Aporte de las regiones a la exportación de tomate (tn)....325
Gráfico 81. Departamento de origen volumen de exportación de limón (tn)....326
Gráfico 82. Aporte de las regiones a la exportación de limón (tn)....326
Gráfico 83. Países de destino de la exportación de maíz (tn)....327
Gráfico 84. Países de destino de la exportación de frijol (tn)....327
Gráfico 85. Países de destino de la exportación de maní (tn)....328
Gráfico 86. Países de destino de la exportación de soya (tn)....328
Gráfico 87. Países de destino de la exportación de tomate (tn)....329
Gráfico 88. Países de destino de la exportación de limón (tn)....329
Gráfico 89. Municipios con y sin acceso a internet....345
Gráfico 90. Municipios con y sin acceso a telefonía móvil....346

Lista de Figuras

Figura 1. Análisis de precipitación (mm) est. Villamontes Aeropuerto 80
Figura 2. Análisis de precipitación (mm) est. Camiri Aeropuerto 81
Figura 3. Análisis de precipitación (mm) est. Vallegrande 82
Figura 4. Análisis de temperatura (°C) est. Villamontes Aeropuerto 88
Figura 5. Temperatura promedio (°C) Camiri Ap. año 2050, 2070 y 2100 90
Figura 6. Temperatura promedio (°C) Vallegrande año 2050, 2070 y 2100 91
Figura 7. Esquema de pisos altitudinales y su relación con la temperatura 95
Figura 8. Esquema conceptual del modelo 113
Figura 9. Calibración estación hidrométrica Villamontes 115
Figura 10. Calibración estación hidrométrica Agapo 117
Figura 11. Variables tomadas para la zonificación agroecológica 203
Figura 12. Ventana de dialogo Weighted Overlay 204
Figura 13. Resultado del procesamiento del cruce de variables 214
Figura 14. Superposición de capas 256
Figura 15. Proceso para obtención de potencia productivo 257
Figura 16. Ejemplo de reclasificación 258
Figura 17. Ejemplo de introducción de datos 259
Figura 18. Esquema de la cadena de valor de un cultivo tipo 307
Figura 19. Oferta histórica de la producción de maíz duro (tn) 335
Figura 20. Oferta histórica de la producción de soya (tn) 336
Figura 21. Ráster temporal, pH 353
Figura 22. Ráster temporal, Conductividad Eléctrica 354
Figura 23. Ráster temporal, Calcio 356
Figura 24. Ráster temporal, Magnesio 357
Figura 25. Ráster temporal, Capacidad de Intercambio Catiónico 359
Figura 26. Ráster temporal, Potasio 360
Figura 27. Ráster temporal, Fósforo 362
Figura 28. Ráster temporal, Materia Orgánica 363
Figura 29. Ráster temporal, Nitrógeno Total 365
Figura 30. Ráster temporal, Arena 366
Figura 31. Ráster temporal, Limo 368
Figura 32. Ráster temporal, Arcilla 369
Figura 33. Asignación del tamaño del píxel para crear el ráster 370

Capítulo 1

1 Introducción

Ehlers (1996) menciona que la agricultura es un conjunto de prácticas agrícolas con un método y un objetivo, que pueden ser logrados aplicando distintas técnicas cuando estas se agregan a un ambiente con características agroecológicas idóneas.

Como estrategia se busca un equilibrio global y regional entre los objetivos económicos, sociales y ambientales de forma tal que se logre contener los procesos del deterioro ambiental, tomando en cuenta que el desarrollo sea compatible con las aptitudes y capacidades ambientales de cada región; aprovechando de manera plena y sustentable todos los recursos naturales disponibles como condición básica para la superación de la pobreza, cuidado del ambiente y de los recursos naturales.

Bajo este contexto, el **Estudio de Determinación del Potencial Productivo y Ambiental en la Región del Chaco y Valles Mesotérmicos de Bolivia**, es una propuesta metodológica para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales en las regiones de intervención, para revertir las consecuencias o problemas que actualmente se está dando en el territorio nacional, teniendo como base la situación actual del análisis de la problemática establecido en la carencia de información, en la generación de estrategias, políticas, programas o proyectos de desarrollo productivo en vastas regiones de nuestro territorio nacional, por la baja productividad agropecuaria, el inadecuado manejo de suelos y de la cobertura vegetal.

1.1 Objetivos del estudio

El presente documento es producto de los resultados logrados del desarrollo del estudio que principalmente establece el potencial productivo mediante una zonificación agroecológica para el uso agrícola y ganadero orientando el manejo sostenible de los recursos naturales y la planificación de las actividades productivas específicas en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia.

Lo que implica en la generación de información, como producto de las actividades y del análisis realizado en diversos ámbitos considerados fundamentales para el logro de los resultados propuestos, como ser:

1. Diagnóstico socio demográfico productivo de la Región del Chaco
2. Diagnóstico socio demográfico productivo de la Región de los Valles Mesotérmicos
3. Aspectos biofísicos
4. Zonificación del área de intervención
5. Potencial productivo
6. Determinación de mercados de los cultivos priorizados y
7. Zonificación territorial cobertura de internet.

En este contexto se puntualiza el contenido del presente libro, en el que se describe los procedimientos, las metodologías aplicadas, la interpretación y análisis particular para cada tema abordado y finalmente se describe los resultados logrados para su difusión masiva.

Por lo tanto, con el análisis socioeconómico y productivo de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia, se ha logrado determinar las variables socioeconómicas de las regiones de intervención, se ha determinado la situación demográfica actual de la zona de intervención (servicios básicos, sistemas productivos, infraestructura vial, comunicaciones, sistema vial, infraestructura productiva, derechos de uso, red institucional pública del área de intervención).

Previo a un consenso, análisis y revisión bibliográfica, se estable que los aspectos Biofísicos tienen correlación fundamental para determinar la zonificación y el potencial productivo en el área de intervención y que se debería priorizar para su estudio los aspectos climáticos, hidrológicos, biológicos, de relieve, cobertura, exclusión, riesgos naturales, los productos forestales, edafológicos, cobertura y uso actual de la tierra. Los resultados de los criterios, consecuentemente se utilizaron para determinar la zonificación del territorio y del potencial productivo.

Para la zonificación del área total del estudio, se ha realizado la subdivisión en unidades geográficas con características similares, atendiendo a una variedad de criterios. Con el fin de identificar áreas que comparten condiciones climáticas y físicas, así como un potencial sostenible para usos específicos. Cada unidad agroecológica presenta un conjunto específico de limitaciones y potencialidades para el uso de la tierra. En consecuencia, se procede a realizar una clasificación jerarquizada de los datos en seis clases de aptitud agroecológica, que van desde:

- Muy Apto
- Apto
- Moderadamente Apto
- Poco Apto
- Muy Poco Apto y
- No Apto.

Siguiendo criterios específicos. Para lograr concretar este proceso se aplica las herramientas basadas en la geoestadística, que permiten generar modelos de interpolación altamente confiables. Por lo tanto, a través de las herramientas de **Geostatistical Analyst** se realizó el análisis exploratorio de un conjunto de datos para determinar la calidad de los mismos; que también ayudan a conocer cuáles son las tendencias del comportamiento de la variable de estudio y con base en los resultados producir un modelo de interpolación que se aproxime a la realidad usando la interpolación **Kriging**.

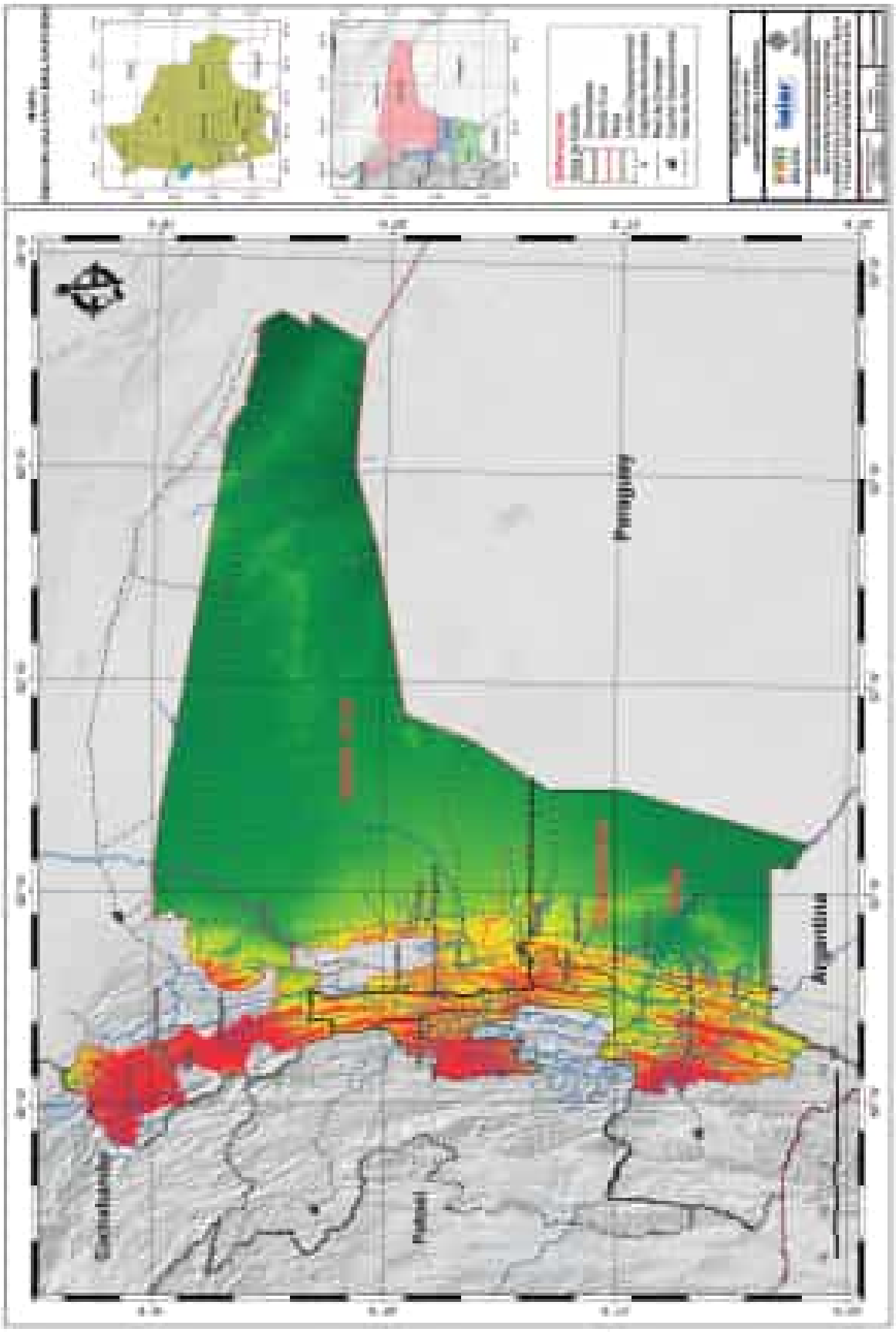
La información generada tiene mucha importancia, es la herramienta que facilita y permite la planificación agrícola sostenible a nivel de región, en este caso en los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija del Estado Plurinacional de Bolivia.

Referente al potencial productivo de los cultivos priorizados, se determinó a través del análisis multicriterio, considerando la interacción de variables de orden edafoclimático preponderantemente y de características fisiográficas. Consecuentemente se ha evaluado el potencial de la productividad agrícola del área de intervención, lo que conlleva por una parte a la definición espacial de todas variables establecidas en la matriz del potencial productivo por cultivo priorizado para su análisis e interpretación, así como la definición de la ponderación asignada a cada una de ellas, para que, mediante procedimientos matemáticos de álgebra de mapas, se pueda segmentar el espacio y determinar los sitios de mayor aptitud por la capacidad productiva de los mismos.

En cuanto al mercado de los cultivos priorizados, con la elaboración del estudio de mercado se ha identificado los actores en toda la cadena de valor de las especies identificadas con potencial productivo y comercial, se logró determinar los mercados potenciales para las especies identificadas con potencial productivo y comercial.

Otro aspecto al que se hace referencia, es la zonificación territorial de la cobertura de Internet realizada en el área de acción del estudio, concluyendo que la cobertura tiene un alcance de satisfactorio en el área de intervención, lo cual garantiza que la información generada este a mano de los productores. Por lo tanto, se ha generado una plataforma digital de gestión de datos agropecuarios, es decir una plataforma dinámica que permitirá visualizar las áreas potenciales de la zonificación agroecológica determinada y el potencial productivo de la región. Consecuentemente, se ha generado una aplicación para los teléfonos celulares que permite al usuario final la visualización del potencial productivo mediante la zonificación agroecológica definida en su municipio, etc.

En conclusión indicar que el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal “**INIAF**”, ha enfocado todos los esfuerzos a la intención, que la presente publicación se constituya una fuente de información confiable para los usuarios respecto a la zonificación y determinación del potencial productivo en las regiones de los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija (el **Mapa 1** detalla los 3 departamentos y los 18 municipios, inmersos en el estudio), y sea de utilidad contribuyendo a fortalecer los conocimientos para realizar un uso sostenible de nuestros recursos naturales.



Mapa 1. Área de alcance del estudio

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Capítulo 2

2 Diagnóstico socio - demográfico productivo Región de los Valles Mesotérmicos

De acuerdo a la **Tabla 1**, la Región de los Valles Mesotérmicos está ubicado en el departamento de Santa Cruz, abarcando diversas provincias y sus correspondientes municipios. Esta región se caracteriza por una amplia variedad de aspectos socioeconómicos y productivos que la distinguen dentro del contexto departamental.

La Región de los Valles Mesotérmicos está conformada de acuerdo al siguiente detalle que se describe en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Conformación de la Región de los Valles Mesotérmicos

Región	Departamento	Provincia	Municipio
Valles Mesotérmicos	Santa Cruz	Vallegrande	El Trigal
			Vallegrande
		Florida	Pampagrande
		Manuel María Caballero	Comarapa
	1	**3**	**4**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Entre sus principales características destacan su riqueza en actividades agrícolas, su potencial para la producción frutícola y hortícola, y su estratégica ubicación que facilita la conexión con mercados regionales y nacionales.

Además, los Valles Mesotérmicos presentan una combinación única de factores climáticos, como temperaturas moderadas y una variabilidad estacional, que favorecen una agricultura diversificada y sostenible. Las dinámicas sociales y económicas de la región reflejan un equilibrio entre pequeñas producciones familiares, que garantizan la seguridad alimentaria local, y emprendimientos más amplios orientados al comercio.

2.1 Aspectos demográficos

2.1.1 Número de familias

Tabla 2. Número de familias

Municipio	Trabajo de campo	Censo 2012	Censo 2024
El Trigal	447.00	450.00	618.00
Vallegrande	1896.00	1876.00	2296.00
Pampagrande	1239.00	1221.00	1329.00
Comarapa	1792.00	1762.00	1753.00
Total	**5374.00**	**5309.00**	**5996.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En la **Tabla 2** se observa, el número de familias que se dedican netamente a la actividad agrícola y pecuaria por municipio del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos. De los datos del censo 2012 y los datos del censo 2024 se tiene un incremento del 11.46% de familias para el censo 2024. Esto se debe al potencial productivo que tiene la Región de los Valles Mesotérmicos, por lo que familias de otras regiones, buscan desarrollar alguna actividad económica que les permita obtener recursos, para solventar los gastos de sus familias.

Finalmente, al analizar las familias del área rural de la Región de los Valles Mesotérmicos del trabajo de campo en comparación con los censos de 2012 y 2024, se observa que existe una diferencia de familias del 10.37% respecto al censo 2024 y una diferencia del -1.22% respecto al censo 2012.

El factor principal del incremento de familias es la migración temporal que se tiene hacia la Región de los Valles Mesotérmicos, por lo que la población de otras regiones viene en busca de mejores oportunidades, para mejorar su condición económica principalmente.

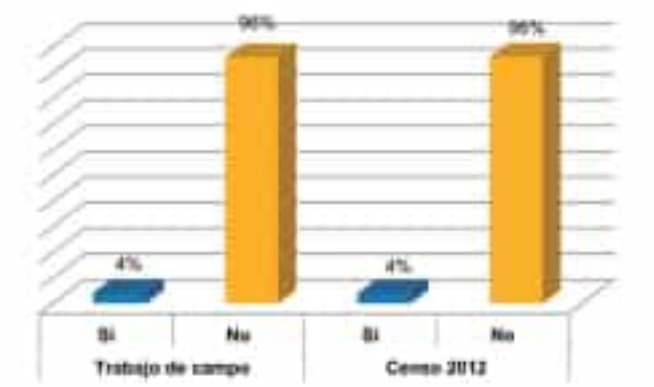
2.1.2 Estabilidad poblacional

La estabilidad poblacional en la Región de los Valles Mesotérmicos formada por el departamento de Santa Cruz, se observa que un 4% de la población emigra de su municipio, por lo que los motivos son principalmente por estudio y trabajo. Por otra parte, se tiene al 96% de la población de la región que no emigra, porque se quedan en sus municipios desarrollando las actividades productivas agrícolas y pecuarias.

Analizando los datos del censo 2012 respecto a la estabilidad poblacional de la Región de los Valles Mesotérmicos, tenemos que el 4% de la población migra hacia diferentes destinos, mientras que el 96% de la población restante se queda en su lugar de origen.

Comparando los datos del trabajo de campo y del censo 2012 tenemos que en ambos datos se tiene la misma proporción migración que es del 4% respectivamente. Del análisis realizado, se concluye que el nivel de migración en la Región de los Valles Mesotérmicos es muy bajo, por lo que la población prefiere quedarse en su lugar de origen.

Gráfico 1. Migración en la Región de los Valles Mesotérmicos

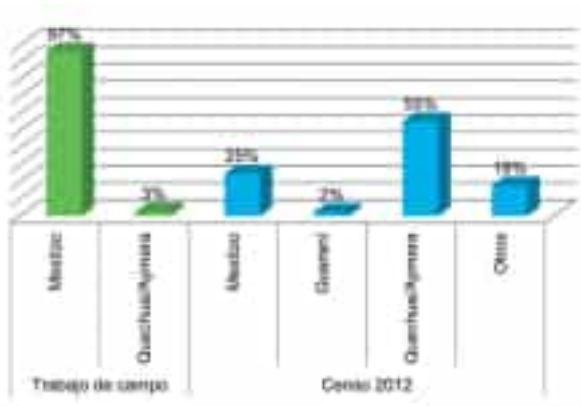


Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

2.1.3 Composición de la población según diferentes etnias

En la Región de los Valles Mesotérmicos formada por municipios del departamento de Santa Cruz, la etnia que predomina con el 97% es el mestizo, seguida de la etnia quechua/aymara con el 3%, esto para el trabajo de campo realizado. Mientras que en los datos del censo 2012, con el 55% predomina la etnia quechua/aymara, para luego tener a la etnia mestiza con el 25%. Comparativamente se tiene una diferencia del 72% en la etnia mestiza entre el trabajo de campo y los datos del censo 2012; de la misma forma se tiene una diferencia del 51% en el análisis de la etnia entre el trabajo de campo y los datos del censo 2012, por lo que se concluye que estas dos etnias predominan en la región.

Gráfico 2. Etnias de la Región de los Valles Mesotérmicos



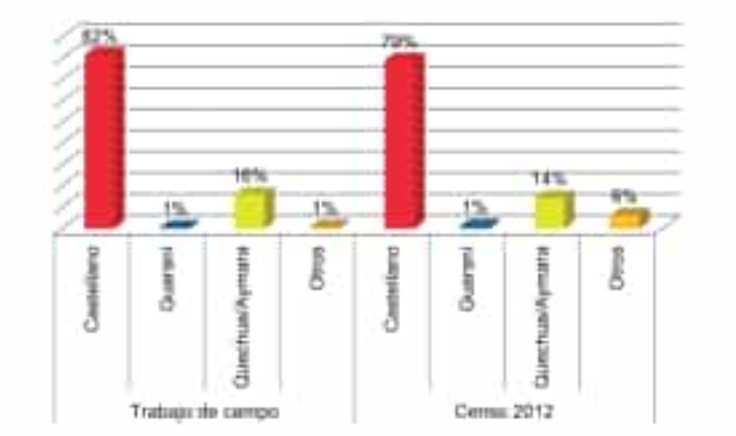
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

2.1.4 Lenguajes que habla la población

En los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos, la población habla diferentes idiomas, entre ellos se tiene que el 82% de la población habla castellano, el 16% habla quechua/aymara, el 1% habla guaraní y el 1% habla otro idioma, esto en los datos de campo recolectados. Mientras que los datos del censo 2012 indican que el 79%

de la población habla castellano, el 14% habla quechua/aymara. Comparativamente entre los datos de campo y el censo 2012 existe una diferencia del 3% de población que habla castellano; de la misma forma existe una diferencia del 2% que habla quechua/aymara. Por lo expuesto se concluye que el principal idioma que se habla en la Región de los Valles Mesotérmicos es el castellano y luego se tiene al idioma quechua/aymara.

Gráfico 3. Idiomas que se hablan en la Región de los Valles Mesotérmicos



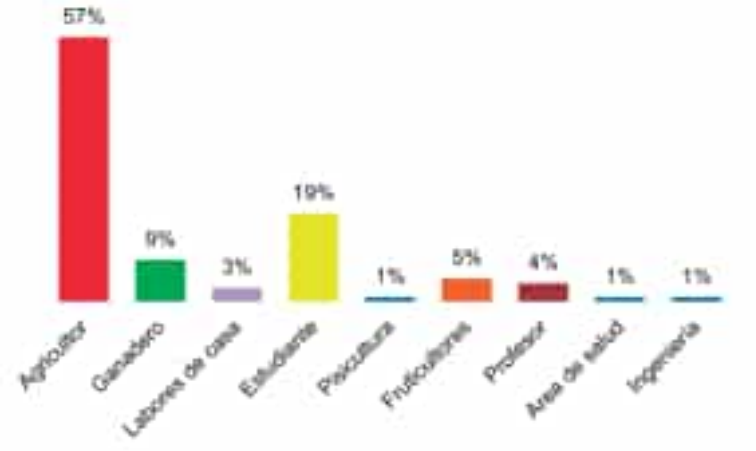
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

2.2 Aspectos sociales

2.2.1 Ocupación principal de las familias

Este gráfico muestra la ocupación principal de las familias de los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos, donde la agricultura 57% es la principal actividad económica de la población rural de los municipios, con una participación equilibrada de hombres y mujeres.

Gráfico 4. Ocupación principal de la población

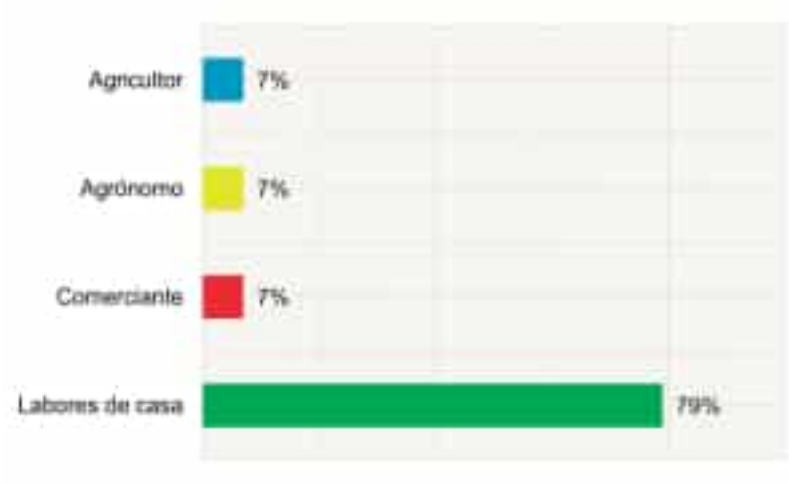


Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

2.2.2 Ocupación secundaria

Los datos revelan que los hombres y mujeres suelen diversificar su trabajo para equilibrar las fluctuaciones de la agricultura y ganadería, dado que estas actividades están sujetas a condiciones climáticas y estacionales. Se observa que la que la principal ocupación en la Región de los Valles Mesotérmicos son las labores de casa con el 79%.

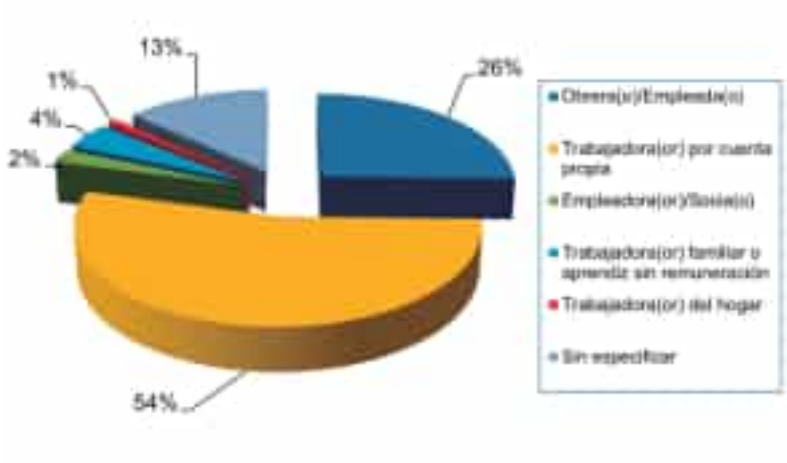
Gráfico 5. Ocupación secundaria de la población



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Realizando un análisis sobre la categoría ocupacional de los habitantes del área rural de la Región de los Valles Mesotérmicos, según los datos del censo 2012, se observa que el 54% son trabajadores por cuenta propia, el 26% son obreros o empleados, el 4% son trabajadores familiares, el 2% son empleadores o socios y el 1% son trabajadores del hogar. Finalmente, se tiene un 16% que no específica en qué rubro trabaja. Ver gráfico a continuación.

Gráfico 6. Categoría ocupacional de población



Fuente: INE, censo 2012.

Realizando un análisis comparativo del trabajo de campo realizado con los datos del censo 2012, sobre la categoría ocupacional se tiene que 54% son trabajadores por cuenta propia, los cuales pueden dedicarse a diferentes actividades principalmente a la agricultura y ganadería.

2.3 Organizaciones sociales existentes

Las organizaciones sociales juegan un papel clave en la cohesión comunitaria y la gestión de los recursos locales. En la **Tabla 3**, se muestra un resumen global de organizaciones sociales locales de la Región de los Valles Mesotérmicos.

Tabla 3. Resumen de organizaciones sociales, Región de los Valles Mesotérmicos

Autoridad	Función
Alcalde	Autoridad municipal responsable de la gestión y administración local, incluyendo la supervisión de los servicios básicos y el desarrollo de proyectos.
OTB	Coordina y organiza actividades comunitarias, sirviendo como enlace entre los pobladores y las instancias gubernamentales.
Corregidor	Figura clave dentro de la organización comunitaria, responsable de la coordinación de actividades sociales y el mantenimiento del orden en las comunidades. El corregidor es elegido por la comunidad y tiene un papel importante en la resolución de conflictos y en la representación ante autoridades superiores.
Secretario General	Otra figura dentro de las organizaciones sociales, el secretario general apoya en la gestión administrativa de la comunidad. También participa en la planificación de eventos y en la comunicación entre las diferentes comunidades de cada municipio.
Secretario de Hacienda	Controla las finanzas de la comunidad, elabora y supervisa el presupuesto recopilado cuotas y pagos y mantienen registros financieros precisos.
Sindicato Agrario	Defensa del sector agrícola.
Consejo Educativo	El Comité de Padres de Familia de la Unidad Educativa es el organismo de representación de los padres de familia de cada uno de los cursos de la Unidad Educativa, sea ésta pública o privada. El Comité de Padres de Familia tiene como misión contribuir a elevar la calidad del servicio educativo, velar por la satisfacción de las necesidades de aprendizaje de sus hijos, promover la concertación entre los actores de la educación y coadyuvar a una administración eficiente por medio del control social, el Comité de Padres de Familia de la Unidad Educativa está conformado por un representante de cada curso.

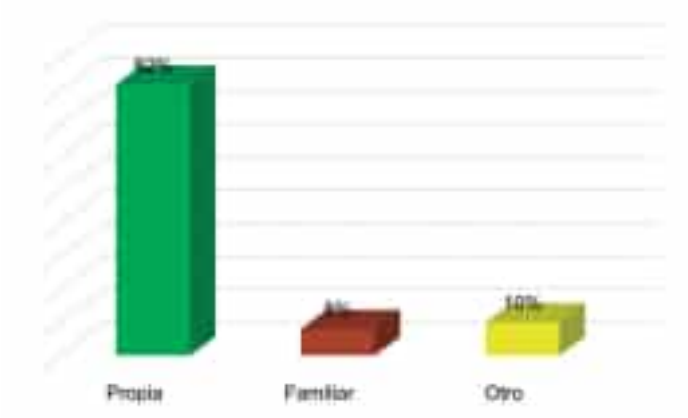
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

2.4 Vivienda

2.4.1 Tenencia de la vivienda

El gráfico muestra que en los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos el 82% de la población cuenta con vivienda propia siendo así el mayor porcentaje, el 8% la vivienda es de tipo familiar y un 10% viven en alquiler y casas comunitarias.

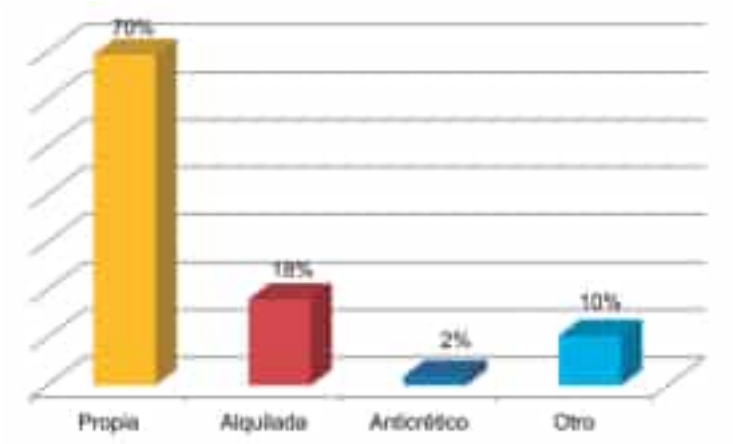
Gráfico 7. Vivienda



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Por otra parte, mostrando la tenencia de la vivienda en la Región de los Valles Mesotérmicos, según los datos del censo 2012, se observa que 70% de las viviendas son propias, el 18% son alquiladas y el 10% son viviendas prestadas o cedidas por servicios.

Gráfico 8. Tenencia de la vivienda



Fuente: INE, censo 2012.

Comparando los datos observados del trabajo de campo y los datos del censo 2012, en ambos casos la principal forma de tenencia de vivienda, es la vivienda propia con el 82% y el 70% respectivamente, habiendo una diferencia del 12% entre ambos datos.

2.4.2 Ambientes de vivienda

De acuerdo a la **Tabla 4**, donde se describen las características de las viviendas en el área rural de los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos, la mayoría de las viviendas son construcciones simples, predominando las casas con dos o tres ambientes. Esto refleja un patrón típico de áreas rurales, donde las familias construyen sus hogares con recursos locales, adaptando el tamaño de las viviendas a las necesidades familiares.

Las viviendas con más de tres ambientes son escasas. La mayoría de las familias tienen casas con un área central, donde se realizan la mayoría de las actividades domésticas. Esta limitación de espacio puede tener implicaciones directas en el confort de las familias, sobre todo en aquellas que tienen más de cuatro miembros.

Tabla 4. Ambientes de vivienda

Ambiente de vivienda				
Ambiente	**Promedio**	Máximo de ambientes dentro de una vivienda.	Mínimo de ambientes dentro de una vivienda.	MODA de ambientes dentro de una vivienda.
Dormitorio	**3.00**			
Cocina	**1.00**			
Comedor	**1.00**			
Deposito	**1.00**			
Baño/Letrina	**1.00**			
Promedio	**1.40**	**12.00**	**3.00**	**4.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

* Para mayor comprensión de lo que es la moda en estadística, se presenta la siguiente definición. Moda: Es el número más frecuente, es decir, el número que se repite el mayor número de veces. (https://es.khanacademy.org). Por lo expuesto, la mayoría de las viviendas de la Región de los Valles Mesotérmicos tienen 4 ambientes donde habitan las familias.

2.4.3 Cubierta

Los materiales más utilizados en las cubiertas (techos) en las viviendas de los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos, es la teja con el 78% y la calamina con el 18%.

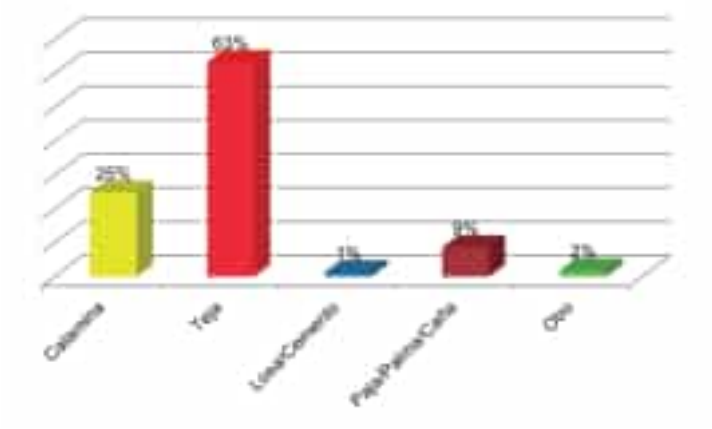
Gráfico 9. Materiales utilizados en la cubierta de las viviendas



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Analizando los datos del censo 2012, respecto al tipo de material en los techos de las viviendas de la Región de los Valles Mesotérmicos, tenemos entre los materiales utilizados a la teja (63%), seguido de la calamina con el 25% como segundo material utilizado, finalmente se tiene un 9% de las viviendas que tienen su techo de paja/palma/caña.

Gráfico 10. Materiales utilizados en la techos de las viviendas



Fuente: INE, censo 2012.

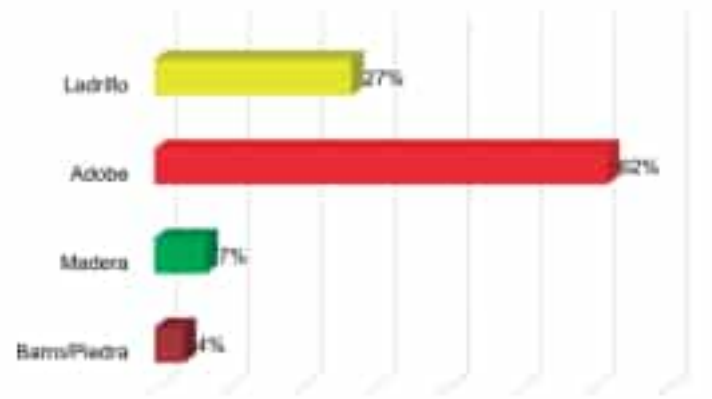
Finalmente analizando comparativamente los datos presentados entre el trabajo de campo y los datos del censo 2012, tenemos que el material más utilizado en ambos casos en los techos de las viviendas es la teja 78% y 63% respectivamente. Mientras que como segundo material utilizado en los techos, es la calamina con el 18% y 25% para el trabajo de campo y los datos del censo 2012.

2.4.4 Paredes de vivienda

En el siguiente gráfico se presenta los materiales empleados en las paredes de las viviendas de los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos. Es evidente la presencia del adobe y ladrillo, este tiene un porcentaje del 62% y 27% respectivamente, lo cual es común en áreas rurales debido a la disponibilidad de estos materiales en la región.

La norma mínima aceptable en nuestro país es tener paredes con revoque al interior de barro y piedra, el cual tienen un 5% y paredes de madera de un 7%.

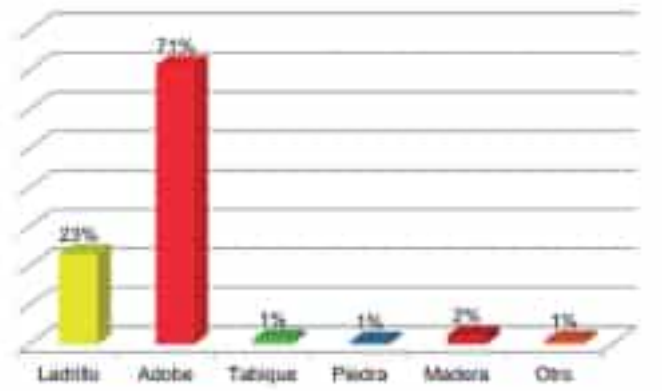
Gráfico 11. Tipo de paredes de las viviendas



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Siguiendo con el análisis de los datos del censo 2012, tenemos que el material utilizado para las paredes de las viviendas del área rural de los municipios de la Región de los Valles Mesotérmicos es el adobe representado por el 71%, seguido de las viviendas con paredes de ladrillo (23%), siendo estos tipos de materiales los más representativos en las paredes de las viviendas.

Gráfico 12. Material utilizado en las paredes de las viviendas



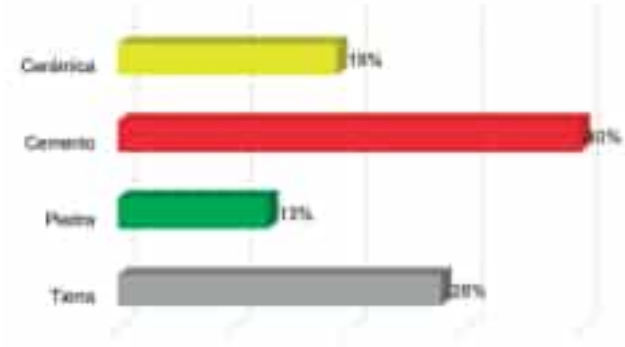
Fuente: INE, censo 2012.

Analizando comparativamente los datos de este acápite, tenemos que en ambos casos el material más utilizado en las paredes es el adobe, con el 62% para el trabajo de campo realizado y el 71% para los datos del censo 2012; mientras que el segundo material utilizado para el trabajo de campo realizado y los datos del censo 2012 es el ladrillo con el 27% y 23% respectivamente. Por lo que se concluye que en ambos datos analizados son los mismos materiales, diferenciando únicamente la preferencia por el material.

2.4.5 Pisos de vivienda

En las viviendas rurales de los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos, los pisos son de Cemento (40%), seguido de los pisos de tierra (29%), para el segundo caso este piso afecta directamente la salubridad y la calidad de vida de las familias.

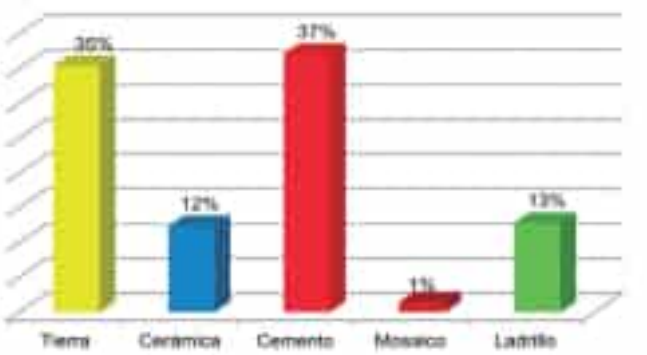
Gráfico 13. Pisos de las viviendas



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Analizando los datos del censo 2012 respecto al material utilizado en los pisos, tenemos que los materiales utilizados son el cemento (37%), tierra (35%) y ladrillo (13%).

Gráfico 14. Material más utilizado en los pisos de las viviendas



Fuente: INE, censo 2012.

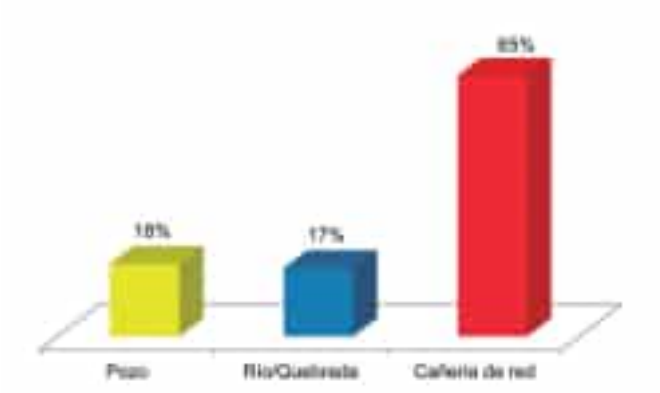
Comparando los datos del trabajo de campo realizado con los del censo 2012, se observa que en ambos casos el material más utilizado para el piso es el cemento, con un 40% y 37% respectivamente. De igual manera, el segundo material más usado es la tierra, con un 29% en el trabajo de campo y un 35% en el censo 2012. En tercer lugar se tiene a la cerámica y al ladrillo, que se utilizan respectivamente un 19% (trabajo de campo) y un 13% (censo 2012).

2.5 Servicios básicos existentes

2.5.1 Agua potable

La mayor parte de la población de los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos, obtienen agua de la cañería de red 65%, lo que sugiere un acceso relativamente bueno a agua potable. Sin embargo, el 18% de las familias depende de pozos y el 17% de ríos o quebradas, lo que puede plantear riesgos en la calidad del agua y la salud pública.

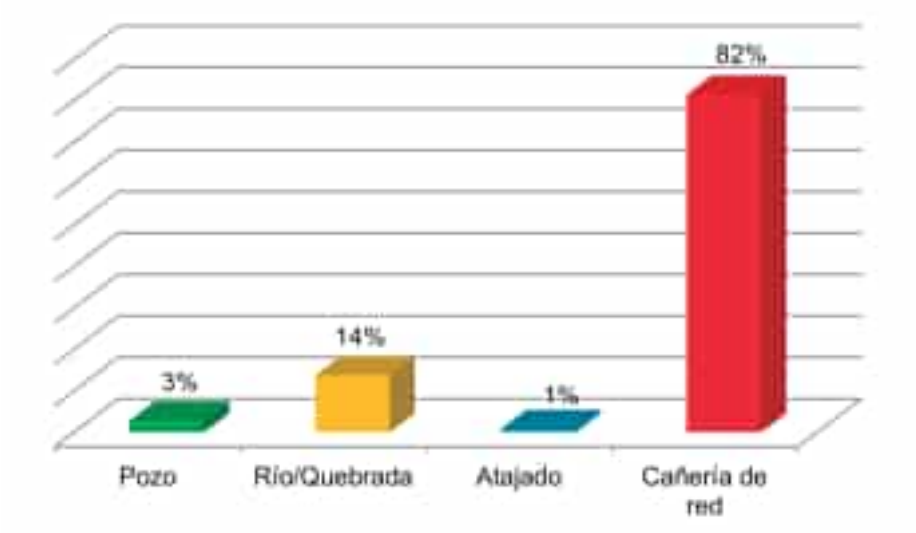
Gráfico 15. Fuentes de agua



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Analizando los datos del censo 2012 respecto a la procedencia del agua para las viviendas, tenemos que las procedencias son la red de cañería 82% y río/quebrada 14%.

Gráfico 16. Procedencia del agua para las viviendas



Fuente: INE, censo 2012

Comparando los datos del trabajo de campo realizado con los del censo 2012, se observa que en ambos casos la principal fuente de abastecimiento de agua para las viviendas es la cañería de red, con un 65% y 82% respectivamente. De igual manera, la segunda fuente de agua es el río/quebrada, con un 17% en el trabajo de campo y un 14% en el censo 2012.

2.5.2 Alcantarillado

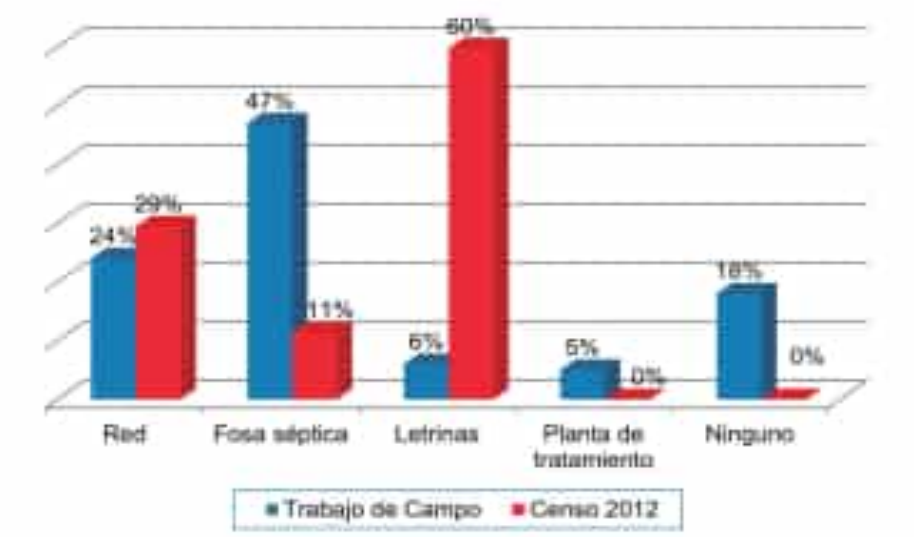
En la Región de los Valles Mesotérmicos formado por los municipios del departamento de Santa Cruz, el 47% de las familias utilizan fosas sépticas como principal sistema de saneamiento, lo que implica un nivel de infraestructura relativamente básico pero adecuada para áreas rurales. Un 6% de las viviendas usan letrinas, una opción aún más rudimentaria y menos eficiente en términos de higiene y tratamiento de residuos. Un 18% de la población no cuenta con ningún tipo de sistema de alcantarillado, lo que representa un desafío importante en términos de salud pública y manejo de aguas servidas en la región. Este análisis muestra una dependencia significativa de soluciones individuales para el saneamiento, lo cual refleja una carencia de infraestructura pública adecuada.

Por otra parte, se hace referencia a la disponibilidad del servicio sanitario según los datos del censo 2012, donde el 60% de las viviendas disponen de una letrina para evacuar su agua servida, el 11% de las viviendas tienen una fosa séptica y el 29% de las viviendas cuentan con el servicio de alcantarillado por red, presente principalmente en las comunidades más grandes del municipio, pero con baja cobertura.

Haciendo un análisis de la información presentada, se observa que la principal forma de servicio sanitario en la información recolectada en campo y los datos del censo 2012, es la fosa séptica y las letrinas con el 47% y 60% respetivamente. Por lo tanto, se concluye que los principales

medios de eliminación de excretas en las viviendas del área rural de los municipios de la Región de los Valles Mesotérmicos es la fosa séptica y las letrinas. (Ver el **Gráfico 17**).

Gráfico 17. Alcantarillado



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

2.5.3 Electricidad

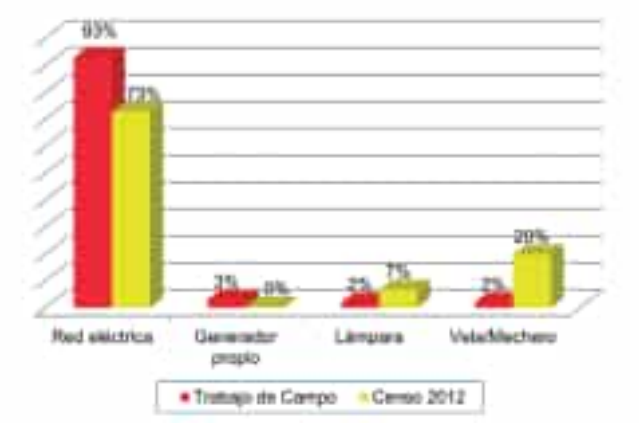
En la Región de los Valles Mesotérmicos conformado por los municipios del departamento de Santa Cruz se realizó el trabajo de campo, donde se observa que la gran mayoría de los hogares (93%) están conectados a la red eléctrica, lo que refleja un buen nivel de acceso a este servicio básico. Solo el 3% depende de generadores propios, lo que indica que el acceso generalizado a la electricidad es una realidad para la mayoría de la población.

Este alto nivel de cobertura eléctrica permite a la población mejorar su calidad de vida y acceder a tecnologías y servicios modernos. Sin embargo, es importante asegurar la estabilidad y sostenibilidad de este suministro, especialmente en áreas rurales donde las interrupciones de energía pueden ser más frecuentes.

Por otra parte, analizando los datos del censo 2012 respecto a la procedencia de energía eléctrica en las viviendas del área rural de los municipios de la Región de los Valles Mesotérmicos, se observa que el 73% de las viviendas cuentan con el servicio a través de la red eléctrica. Finalmente, el 20% y 7% de las viviendas respectivamente disponen de vela/mechero y lámpara para alumbrar las casas.

Comparando la cobertura y la procedencia de la fuente de energía eléctrica en ambos análisis, se observa una diferencia (20%) en la cobertura. Según la información de campo, el 93% de las viviendas de la Región de los Valles Mesotérmicos disponen de la red eléctrica como principal fuente de dotación de energía; mientras que los datos del censo 2012, muestran que 73% de las viviendas tienen la red eléctrica como fuente de abastecimiento del servicio eléctrico. Por lo que se concluye que la principal fuente de dotación de energía eléctrica, es la red eléctrica existen en el área rural de los municipios de la Región de los Valles Mesotérmicos.

Gráfico 18. Fuentes de energía



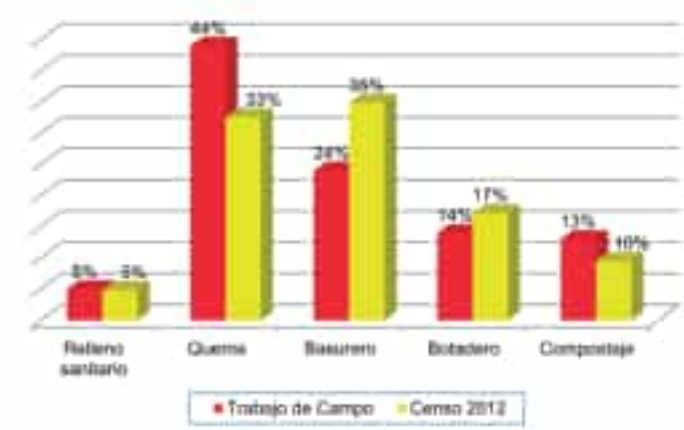
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

2.5.4 Residuos sólidos

En la Región de los Valles Mesotérmicos conformada por los municipios del departamento de Santa Cruz, el 44% de las familias realizan la quema de los residuos sólidos, una práctica común en áreas rurales donde no existe un sistema formal de recolección de basura. La quema es una solución rápida y económica, puede generar contaminación del aire y problemas de salud asociados con la inhalación de humo. El 24% de la población utiliza basureros, lo que sugiere que hay un esfuerzo por parte de una parte de la comunidad para manejar los residuos de manera más organizada. La presencia de botaderos 14% y compostaje 13% muestra que aún hay un bajo nivel de aprovechamiento de los residuos orgánicos. Promover el compostaje y sistemas de reciclaje podría reducir la quema y mejorar las prácticas de gestión de residuos.

Analizando los datos del censo 2012 para la población rural de la Región de los Valles Mesotérmicos, se tiene que la principal forma de eliminación de la basura es que la botan al basurero 35%, seguido de la quema 33% y echan al botadero 17%.

Gráfico 19. Formas de eliminación de los residuos



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

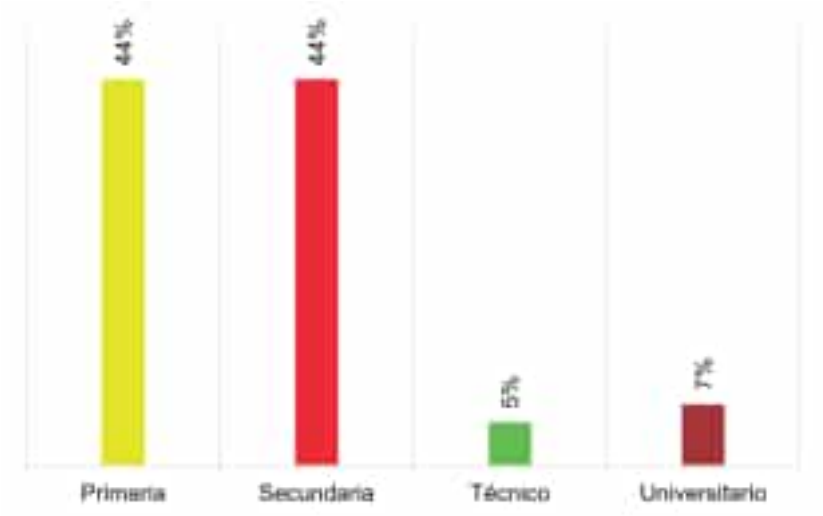
Comparando los datos del trabajo de campo como los del censo 2012, se determinan que la principal forma de eliminación de la basura es mediante la quema para el primer caso y para el segundo caso es el basurero, con un 44% y 35% respectivamente.

2.5.5 Educación

La educación es necesaria en todos los sentidos. Para alcanzar mejores niveles de bienestar social y de crecimiento económico; para nivelar las desigualdades económicas y sociales; para propiciar la movilidad social de las personas; para acceder a mejores niveles de empleo; para elevar las condiciones culturales de la población; para ampliar las oportunidades de los jóvenes; para vigorizar los valores cívicos y laicos que fortalecen las relaciones de las sociedades; para el avance democrático y el fortalecimiento del Estado de derecho; para el impulso de la ciencia, la tecnología y la innovación.

En este sentido el 44% de la población del departamento de Santa Cruz que forma la Región de los Valles Mesotérmicos ha completado el nivel primario, lo que muestra que las personas tienen acceso a la educación básica, el 44% ha completado la secundaria, lo que indica avances importantes en la cobertura educativa. Sin embargo, solo el 7% de la población ha accedido a la universidad o ha completado estudios superiores, lo que refleja barreras significativas en el acceso a la educación terciaria, probablemente debido a limitaciones económicas o geográficas.

Gráfico 20. Grado de educación actual



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Ubicación de los centros educativos y las distancias promedio aproximadas.

Tabla 5. Centros educativos

Educación		
Ubicación de los centros educativos	**Porcentaje**	**km**
En la comunidad	70%	1.25
En el distrito	5%	1.80

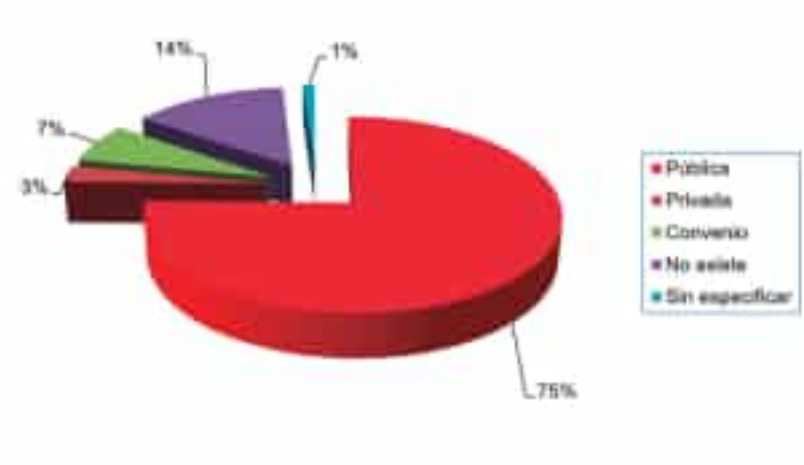
Educación		
Ubicación de los centros educativos	**Porcentaje**	**km**
En el municipio	18%	43.13
En el departamento	7%	55.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La mayoría de los centros educativos se encuentran dentro de las mismas comunidades 70%, lo que asegura que los niños puedan acceder a la educación primaria sin tener que desplazarse grandes distancias. Sin embargo, el acceso a educación secundaria y superior fuera de las comunidades es limitado (solo el 18% de los centros están en los municipios y el 7% en las capitales de departamento).

Los datos del censo 2012 para la población rural en edad escolar de Región de los Valles Mesotérmicos, se tiene asistencia a unidades públicas 75%, de convenio 14% y privadas 3%. Por otra parte, se tiene población en edad escolar que no asiste a ningún tipo de unidades educativas que representan el 14%.

Gráfico 21. Asistencia escolar



Fuente: INE, censo 2012.

Comparando los datos del diagnóstico de campo con los del censo 2012, se observa la asistencia a la educación de la población en edad escolar. En el primer caso, la asistencia es del 70% a las unidades educativas de la misma comunidad, mientras que en el segundo caso el nivel de asistencia es del 75%. En conclusión, existe una estrecha relación de asistencia escolar en ambos casos, lo que indica una buena cobertura educativa.

2.5.6 Salud

En este acápite presentamos la asistencia al servicio de salud en la Región de los Valles Mesotérmicos formada por los municipios del departamento de Santa Cruz, de acuerdo a la categoría de la infraestructura de salud. Por lo que se muestra que la población rural de la región tiene mayor asistencia al Hospital y a Postas Sanitarias con el 45% respectivamente, seguido de la asistencia a Puestos de Salud 5%. Por lo expuesto se presentan la infraestructura de salud con mayor frecuencia de asistencia y preferencia.

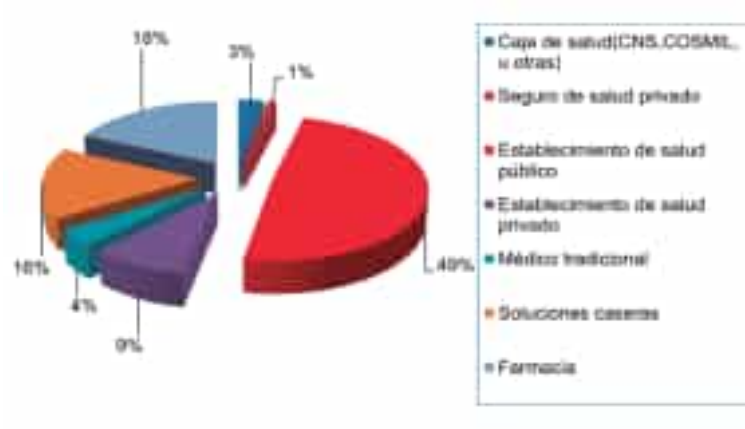
Tabla 6. Salud

Recurrencia atención de salud	
Centro de salud	**% Asistencia**
Hospital	45%
Posta sanitaria	45%
Puesto de salud	5%
Curandero	2%
Servicio privado	3%

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En los datos del censo 2012, se observa que la población rural de la Región de los Valles Mesotérmicos asiste a establecimientos de salud público 49%, a las farmacias 18% y con el 16% recurren soluciones caseras.

Gráfico 22. Atención de salud



Fuente: INE, censo 2012.

Haciendo una relación de la información presentada líneas arriba, el diagnóstico de campo muestra que un 45% de la población respectivamente asiste a la posta sanitaria y al hospital que es del servicio de salud pública, mientras que en los datos del censo 2012 muestra que un 49% de la población asiste a un establecimiento de salud público. Por lo que existe una amplia relación del servicio de salud en ambos casos, que es la asistencia a centros de salud público. Se concluye, que el análisis realizado confirma que los servicios de salud públicos representan la principal fuente de atención sanitaria para la población, aunque existe una variación del 4% en los niveles reportados.

2.5.7 Transporte

La infraestructura de transporte en los municipios del departamento de Santa Cruz que forma la Región de los Valles Mesotérmicos, está limitada por la geografía accidentada y la falta de inversión en caminos. Muchas de las comunidades más alejadas solo son accesibles a través de caminos de tierra, lo que dificulta el transporte de personas y bienes, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando los caminos se vuelven intransitables.

Las comunidades con mejores accesos a las vías principales tienen más facilidades para participar en los mercados locales y regionales, mientras que las comunidades más remotas sufren de aislamiento.

Gráfico 23. Vías de acceso



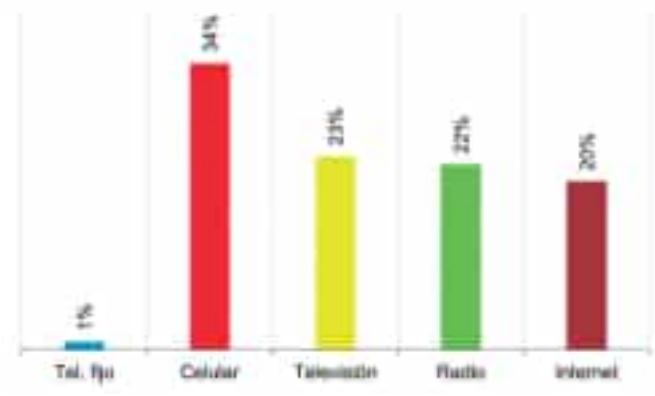
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos, el 37% de las vías de acceso son caminos de tierra, lo que proporciona cierta conectividad, pero aún es insuficiente para un transporte rápido y eficiente, especialmente durante la temporada de lluvias. Solo el 2% de las rutas son de herradura, lo que refleja el uso limitado de caminos muy rudimentarios, probablemente en áreas más remotas. En conclusión, la predominancia de caminos no pavimentados indica que mejorar la infraestructura vial sería clave para mejorar la conectividad y el acceso a mercados y servicios básicos.

2.5.8 Telefonía celular e internet

En la Región de los Valles Mesotérmicos la cobertura de telefonía celular alcanza solo al 34% de la población, mientras que el acceso a internet es aún más limitado, con solo un 20% de la población conectada. La conectividad es un gran desafío en los municipios, especialmente en las comunidades más remotas donde la infraestructura digital es casi inexistente, según el trabajo de campo realizado.

Gráfico 24. Telefonía celular e internet



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Considerando los datos del censo 2012, se tiene en promedio que el 22% de la población de la Región de los Valles Mesotérmicos disponen de una línea de telefonía móvil, esto para una serie histórica del año 2020 al 2024* (*solo se considera 2 trimestres).

Tabla 7. Telefonía móvil (celular) en la Región de los Valles Mesotérmicos

Año	Promedio
2020	22%
2021	22%
2022(p)	22%
2023(p)	22%
2024(p)*	11%

Fuente: INE.

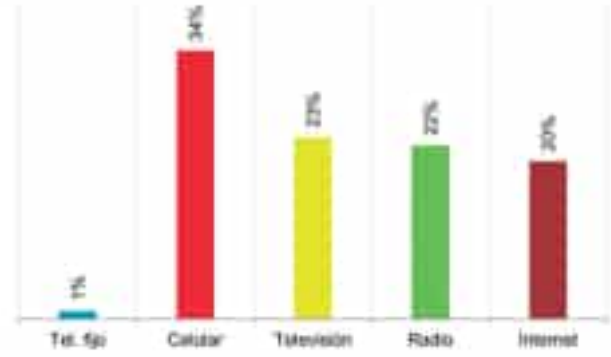
* Solo se consideran 2 Trimestres.

El servicio de internet móvil es más económico y accesible para la mayoría de la población. En conclusión, la población utiliza el servicio de internet móvil porque lo tiene disponible en su teléfono móvil, además existe una diferencia de los datos entre el 34% y el 22% de la población que disponen de un teléfono móvil. Esta discrepancia podría deberse a factores como una mejor cobertura del servicio de telefonía móvil, lo que favorece su uso en el contexto actual, o bien a un subregistro en el censo respecto a la cobertura real a estos servicios. También podría reflejar diferencias en las metodologías de recolección de datos entre ambos estudios. En cualquier caso, se confirma que la cobertura y el uso de la telefonía móvil para la población son crecientes, aunque con variaciones significativas en los niveles reportados.

2.5.9 Medios de comunicación

En cuanto a los medios de comunicación disponibles en los municipios del departamento de Santa Cruz que forman la Región de los Valles Mesotérmicos, el celular sigue siendo el medio más utilizado en las comunidades, especialmente en las zonas rurales, donde el 34% de las familias hace uso de este dispositivo diariamente para mantenerse comunicados con sus familiares o personas. La televisión está disponible para aproximadamente el 23% de las familias, aunque su uso está limitado por la disponibilidad de electricidad y señal en algunas áreas rurales.

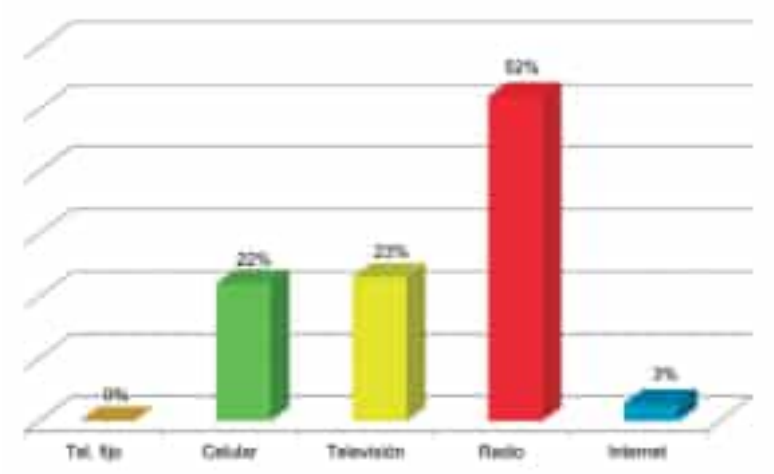
Gráfico 25. Medios de comunicación



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Analizando los datos del censo 2012, respecto a los medios de comunicación que se disponen en la Región de los Valles Mesotérmicos, tenemos que el 52% de las familias disponen de una radio, luego se tiene que el 23% de las familias tienen televisor y un 22% tienen como medio de comunicación al celular.

Gráfico 26. Medios de comunicación según el censo 2012



Fuente: INE, censo 2012.

Comparando los datos del trabajo de campo y del censo 2012, tenemos que el medio de comunicación más utilizado para el primer caso es el celular con un 34%, mientras que para el segundo caso el medio más utilizado es la radio con el 52%.

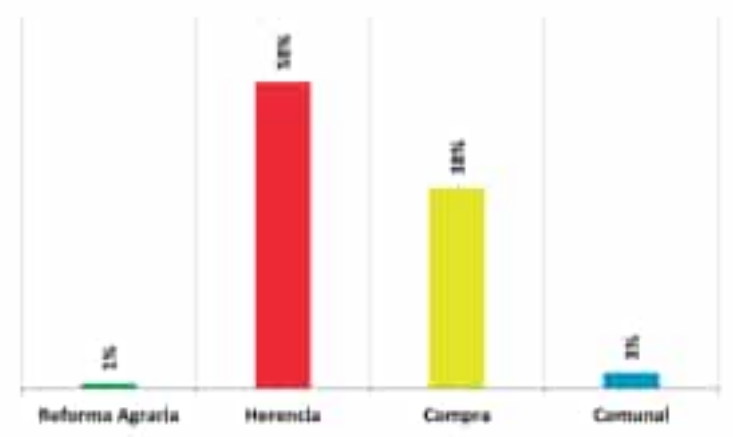
Por otra parte haciendo el análisis comparativo de los medios de comunicación en la Región de los Valles Mesotérmicos, entre los datos de campo y los datos del censo 2012, existen diferencias entre los medios de comunicación descritos, por ejemplo el uso del celular 34% (trabajo de campo) y 22% (censo 2012); radio 22% (trabajo de campo) y 52% (censo 2012) e internet 20% (trabajo de campo) y 3% (censo 2012). Estas diferencias se podrían deber a que los períodos de recolección de información son diferentes, entre otros factores una diferente metodología de recolección de información para ambos diagnósticos. Sin embargo, en el caso del celular y la internet la diferencia es creciente, porque en los últimos años se dio un crecimiento del avance tecnológico, lo que hace que frecuentemente se incremente su uso por parte de la población. En el caso del uso de la radio, se redujo su uso, puesto que con los avances de la tecnología, el celular llega con aplicaciones de radio, que permiten a los diferentes usuarios de los celulares escuchar alguna radioemisora, sin cargar un aparato de radio de diferentes dimensiones, siendo el celular un aparato mucho más pequeño y liviano.

2.6 Aspectos productivos

2.6.1 Tenencia de tierras

El diagnóstico sobre la **tenencia de la tierra** en la región de los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz brinda información clave acerca de cómo las familias acceden a la propiedad rural, lo cual influye directamente en la dinámica socioeconómica y productiva de la región.

Gráfico 27. Tenencia de tierras



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El 58% de las familias han adquirido sus terrenos por herencia a través de la transmisión generacional, recibiéndolas de sus padres o abuelos. Esto refleja una fuerte tradición de continuidad familiar en el uso de las tierras, lo que puede aportar estabilidad, pero también puede limitar la incorporación de nuevos enfoques en la gestión productiva si las prácticas heredadas no se actualizan.

El 38% de las familias han adquirido por compra los terrenos, es decir, una proporción significativa de las familias adquiere su propiedad mediante compra. Esto sugiere un mercado activo de tierras en la región, que podría estar influido por oportunidades económicas o migración interna, pero también puede implicar retos como el acceso limitado a recursos para la compra por familias de menores ingresos.

Una fracción menor corresponde a tierras de uso compartido (3%) bajo arreglos comunitarios, lo cual evidencia una práctica poco extendida, aunque estas pueden tener un valor cultural y social significativo en ciertos contextos.

Solamente el 1% de las familias han adquirido su terreno por medio de reforma agraria, este bajo porcentaje de tierras obtenidas mediante procesos de reforma agraria podría indicar que esta política tuvo una implementación limitada en la región o que los beneficiarios iniciales han transferido la tierra a través de herencia o venta.

En conclusión, el predominio de la adquisición por herencia evidencia la centralidad de las familias en la tenencia de la tierra, mientras que las compras reflejan dinámicas más comerciales. El bajo porcentaje de tierras provenientes de reforma agraria y comunales sugiere que estas alternativas han tenido un impacto limitado en la región. Este panorama puede influir tanto en las prácticas productivas como en la estructura económica local, subrayando la importancia de desarrollar políticas que fomenten un acceso más equitativo y sostenible a la propiedad de la tierra.

2.6.2 Saneamiento de tierras

El proceso de **saneamiento de tierras** en los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz ha marcado un hito significativo en el desarrollo socioeconómico de la región. La regularización

de la propiedad ha llevado a que la mayor parte del territorio cuente con títulos comunales, un modelo que garantiza la preservación de los derechos colectivos de las comunidades indígenas y refuerza la relación histórica entre estas comunidades y la tierra que han habitado y gestionado por generaciones.

Este logro no solo proporciona seguridad jurídica a los habitantes, asegurando que las tierras sean reconocidas legalmente como parte de su patrimonio colectivo e individual, sino que también actúa como un catalizador para **fortalecer el tejido social**. Al consolidar la propiedad, las comunidades tienen **mayor capacidad de organizarse**, planificar el uso sostenible de los recursos y fomentar prácticas agrícolas y pecuarias que aseguren su autosuficiencia y su desarrollo económico.

Además, los títulos comunales tienen una implicancia estratégica en la preservación cultural y ambiental. Al estar vinculados directamente a los derechos colectivos, estos títulos protegen los espacios que tienen importancia cultural y espiritual para las comunidades, al mismo tiempo que promueven la conservación de la biodiversidad presente en los valles mesotérmicos. Las prácticas tradicionales y el conocimiento ancestral en el manejo de la tierra se integran como pilares fundamentales en el modelo de desarrollo, contribuyendo tanto a la sostenibilidad como a la resiliencia frente a los desafíos ambientales.

Desde un enfoque económico, el saneamiento de tierras también abre puertas para la implementación de proyectos de desarrollo rural. Con una tenencia regularizada, las comunidades están mejor posicionadas para acceder a programas de financiamiento, asistencia técnica y capacitación, fomentando la creación de cadenas productivas y el aprovechamiento de mercados locales. La regularización, además, reduce conflictos por la tierra, estableciendo bases más sólidas para la paz y la cohesión social.

En conclusión, el saneamiento de tierras en los valles mesotérmicos constituye un factor esencial para el desarrollo integral de la región, reforzando aspectos jurídicos, sociales, culturales, económicos y ambientales. Este proceso, al empoderar a las comunidades indígenas, plantea nuevas oportunidades para consolidar un modelo de gestión sostenible que vincule la producción agrícola y pecuaria con la conservación del territorio y el bienestar colectivo.

2.6.3 Superficie cultivable por municipio

La **Tabla 8**, muestra la superficie de cultivo que tiene cada municipio del departamento de Santa Cruz que forma la Región de los Valles Mesotérmicos. En la **Tabla 8** se proporciona un desglose detallado del uso de la tierra en cada municipio, donde se tiene la superficie total en hectáreas, áreas cultivables esenciales para la producción agrícola, así como terrenos destinados a otros usos, como pastoreo, descanso, pastizales o actividades complementarias.

Tabla 8. Superficie total cultivable/municipio (ha)

Superficie total (has)					Total
Superficie	El Trigal	Vallegrande	Pampagrande	Comarapa	
Superficie total	16262.66	44702.78	37108.06	31688.53	**129762.03**
Superficie cultivable	2379.26	7989.19	7681.80	4463.57	**22513.82**
Superficie cultivada bajo riego	410.42	2905.16	2023.70	3218.13	**8557.41**
Superficie cultivada a temporal	1968.83	5184.95	5668.43	1084.16	**13906.37**

Superficie total (has)					Total
Superficie	El Trigal	Vallegrande	Pampagrande	Comarapa	
Superficie de tierra en descanso	32.51	4801.16	567.88	268.80	**5670.35**
Superficie de pastoreo(monte)	11120.14	22323.87	19142.55	22579.20	**75165.76**
Superficie de pastizales	351.50	1498.45	2023.70	74.67	**3948.32**
Nº de parcelas cultivadas	1089.05	4984.65	2746.45	3210.67	**12030.82**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El diagnóstico realizado para los Valles Mesotérmicos del departamento de Santa Cruz evidencia las condiciones de uso del suelo y los recursos disponibles por municipio, permitiendo visualizar tanto su potencial agrícola como ganadero, así como las prácticas implementadas. Estas caracterísitas se describen a continunación.

La superficie total de la región (129762.03 hectáreas), cada municipio cuenta con una extensión de tierra, mostrando una diversidad de usos y posibilidades para actividades agrícolas, ganaderas y de conservación.

Con relación a la superficie cultivable (22513.82 hectáreas), 17.35% del total de hectáreas, de las cuales se tiene la superficie cultivada bajo riego (8557.41 hectáreas), representa el 6.59% del territorio, señalando que algunas familias cuentan con infraestructura hídrica, pero existe un amplio margen para expandir esta capacidad y mejorar la sostenibilidad de los cultivos.

En comparación a la superficie cultivada a temporal (13906.37 hectáreas), el 10.72% de la superficie total depende de las lluvias naturales para la producción, lo que puede limitar el rendimiento agrícola ante condiciones climáticas adversas.

En cambio, para la superficie de tierra en descanso (5670.35 hectáreas), lo cual representa el 4.37% de la superficie que refleja prácticas regenerativas para mantener la fertilidad del suelo o áreas no utilizadas temporalmente.

También la superficie de pastoreo y/o monte (75165.76 hectáreas), gran parte de su superficie (57.93%) está destinada al uso de pastoreo en zonas boscosas, subrayando la importancia de la ganadería en las unidades familiares.

Asimismo, la superficie de pastizales (3948.32 hectáreas), complementa con las áreas de pastoreo, proporcionando espacio adicional para la alimentación del ganado.

En conclusión, la **Tabla 8** no solo detalla la distribución actual de la tierra, sino que también sirve como una herramienta crítica para impulsar el desarrollo sostenible, mejorar la eficiencia en el uso de recursos y fortalecer la economía local en la Región de los Valles Mesotérmicos.

Analizando los datos del censo agropecuario 2013 (**Tabla 9**), los municipios que forman la Región de los Valles Mesotérmicos tienen un total de 262122.00 hectáreas. De estas, 34836.90 hectáreas están destinadas a la actividad agrícola, 43662.50 hectáreas a la actividad ganadera, 177854.30 hectáreas a la actividad forestal y 5768.30 hectáreas a actividades no agrícolas.

Tabla 9. Superficie cultivable por municipio/Región de los Valles Mesotérmicos (ha)

Superficie en hectáreas					Total has
Departamento	Santa Cruz				
Usos de la tierra	El Trigal	Vallegrande	Pampagrande	Comarapa	
Agrícola	3127.80	14106.00	6432.90	11170.10	**34836.90**
Superficie cultivada de verano	2870.20	8447.60	4617.50	5754.10	**21689.40**
= Superficie sin riego	2145.60	7226.50	2420.00	2486.80	**14278.90**
= Superficie con riego	724.60	1221.10	2197.50	3267.30	**7410.50**
Superficie tierras en barbecho	65.30	1100.30	706.30	1481.40	**3353.30**
Superficie tierras en descanso	192.40	4558.10	1109.20	3934.50	**9794.20**
Ganadería	1426.30	17513.10	5031.30	19691.90	**43662.50**
Pastos cultivados	487.00	6483.20	1206.10	473.00	**8649.30**
Pastos naturales	939.30	11029.80	3825.20	19218.90	**35013.20**
Forestal	14184.50	81130.90	52729.10	29809.70	**177854.30**
Plantaciones forestales maderables	17.10	210.60	22.30	440.70	**690.70**
Bosques o montes	14167.40	80920.30	52706.90	29369.00	**177163.60**
No agrícola	242.00	3700.60	441.60	1384.10	**5768.30**
Otras tierras	242.00	3700.60	441.60	1384.10	**5768.30**
Total	**18980.50**	**116450.60**	**64634.90**	**62055.80**	**262122.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Comparando la superficie cultivable, según el trabajo de campo realizado se tienen 22513.82 has, mientras que el censo agropecuario tiene 21689.40 has, lo que hace que haya una diferencia de 3.80%, es decir que la superficie cultivable se incrementó con respecto al trabajo de campo, esto se debe a la ampliación se las áreas de cultivo en la región.

Por otra parte, analizando la superficie que se destina para el pastoreo y pastizales para la producción pecuaria, en el trabajo de campo se tienen 79114.08 hectáreas y en los datos del censo agropecuario se tiene 43662.50 hectáreas, lo que hace una diferencia del 81.19%, esto se debe a que incrementaron las superficies destinadas para el pastoreo del ganado respecto a los datos del trabajo de campo realizado.

2.6.4 Superficies de cultivos actividad agrícola

La **Tabla 10**, muestra la distribución de las superficies de terrenos cultivables en los municipios pertenecientes al departamento de Santa Cruz, que conforman la Región de los Valles Mesotérmicos. Esta tabla (**Tabla 10**) desglosa las superficies destinadas a cada cultivo identificado en el diagnóstico realizado, proporcionando una visión clara sobre las prácticas agrícolas y el uso de la tierra en esta región.

En la **Tabla 10** no solo muestra las superficies agrícolas, sino que también se convierte en una herramienta para impulsar el desarrollo agrícola sostenible, mejorar la productividad y reforzar la seguridad alimentaria en la Región de los Valles Mesotérmicos.

Tabla 10. Superficie cultivada (has) por tipo de cultivo

Departamento	Santa Cruz				Total
Cultivos	El Trigal	Vallegrande	Pampagrande	Comarapa	
Maíz	1261.76	3686.50	495.60	156.80	**5600.66**
Papa	304.77	1171.24	490.44	201.60	**2168.05**
Cebolla	0.00	0.00	72.28	156.80	**229.08**
Tomate	0.00	30.58	294.26	89.60	**414.44**
Coliflor	0.00	0.00	45.43	56.75	**102.18**
Pimentón - Morrón	0.00	15.29	61.95	119.47	**196.71**
Brócoli	0.00	0.00	41.30	34.35	**75.65**
Lechuga	6.10	0.00	63.60	0.00	**69.70**
Vaina	0.00	0.00	36.14	116.48	**152.62**
Repollo	0.00	0.00	10.33	0.00	**10.33**
Tabaco	0.00	0.00	41.30	0.00	**41.30**
Camote	0.00	0.00	5.16	0.00	**5.16**
Espinaca	0.00	0.00	10.33	0.00	**10.33**
Frijol - Poroto	0.00	382.26	268.45	134.40	**785.11**
Arveja	0.00	0.00	41.30	156.80	**198.10**
Zapallo	32.51	30.58	129.06	29.87	**222.02**
Locoto	0.00	0.00	10.33	89.60	**99.93**
Sandía	0.00	0.00	20.65	0.00	**20.65**
Trigo	0.00	15.29	0.00	0.00	**15.29**
Maíz choclero	8.13	0.00	0.00	186.67	**194.80**
Haba	0.00	0.00	0.00	126.93	**126.93**
Frutilla	0.00	0.00	0.00	164.42	**164.42**
Total	**1613.27**	**5331.74**	**2137.91**	**1820.54**	**10903.46**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La tabla anterior, detalla la distribución de la superficie cultivable en la Región de los Valles Mesotérmicos, que alcanza un total de 10903.46 hectáreas. De acuerdo al tamaño de la superficie cultivable, destacan los cultivos como el maíz (5600.66 has), la papa (2168.05 has), el poroto - frejol (785.11 has), el tomate (414.44 has), la cebolla (229.08 has), el zapallo (222.02 has) y la arveja (198.10 has). Para la producción de los cultivos más representativos, se requiere de semillas, insumos, materiales, mano de obra entre otros, los cuales son necesarios, por otra parte, el contar con infraestructura de riego para irrigar los cultivos es importante con lo que se garantizaría la producción.

2.6.5 Cultivos de la actividad frutícola

En los diferentes municipios de la Región de los Valles Mesotérmicos se producen diferentes cultivos frutícolas. En la tabla (**Tabla 11**) que sigue se presenta la superficie de la principal producción frutícola por municipio.

Tabla 11. Producción frutícola de los Valles Mesotérmicos

Principales frutales	Superficie de la producción frutícola en hectáreas				
	El Trigal	Vallegrande	Pampagrande	Comarapa	Total
Durazno	199.20	1213.75	2.89	321.07	**1736.91**
Ciruelo	142.23	178.59	0.00	0.00	**320.82**
Manzana	24.38	200.30	0.00	91.09	**315.77**
Chirimoya	8.13	15.29	0.00	0.00	**23.42**
Tumbo	0.00	0.00	0.00	119.47	**119.47**
Maracuyá	0.00	0.00	0.00	29.87	**29.87**
Uva	0.00	318.04	0.00	89.60	**407.64**
Cítricos	0.00	87.46	15.32	0.00	**102.78**
Palta	0.00	0.00	2.27	0.00	**2.27**
Tunas	0.00	0.00	6.20	0.00	**6.20**
Total	**373.94**	**2013.43**	**26.68**	**651.10**	**3065.15**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En la **Tabla 11** se observa que en la Región de los Valles Mesotérmicos los principales cultivos frutales son:

- Durazno
- Ciruelo
- Manzana
- Chirimoya
- Tumbo
- Maracuyá
- Uva
- Cítricos
- Palta y la
- Tuna.

El diagnóstico de la producción de frutales en los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz revela un panorama diversificado que destaca la importancia de la agricultura frutícola para los cuatro municipios evaluados. A continuación, se presenta una descripción detallada de estos resultados.

El cultivo de durazno ocupa la mayor superficie (1736.91 hectáreas) dedicada en la región, representando más de la mitad del total cultivado. Su protagonismo refleja su demanda y adaptabilidad a las condiciones mesotérmicas.

Para el cultivo de ciruelo se cuenta con superficie significativa (320.82 hectáreas), el ciruelo se posiciona como un cultivo de importancia secundaria, pero aún relevante para la economía local.

El cultivo de manzana ocupa un lugar destacado (315.77 hectáreas), cercana al ciruelo, evidenciando un interés en cultivos tradicionales y de amplia aceptación.

El cultivo de la chirimoya cuenta con una superficie es limitada (23.42 hectáreas), la cual aporta diversidad y representa un producto de nicho que podría tener potencial en mercados de la ciudad de Santa Cruz y otros mercados.

El cultivo de tumbo, con un área considerable (119.47 hectáreas), muestra un papel importante como fruta regional y es valorado por su versatilidad en consumo.

El cultivo de maracuyá, aunque moderada (29.87 hectáreas), refleja el interés en frutas tropicales con alto valor comercial.

El cultivo de uva, se posiciona como uno de los cultivos principales (407.64 hectáreas), ideal para la producción de uvas frescas o vino, aprovechando el clima y suelo favorables.

Para el cultivo de cítricos, indican su importancia en la diversificación frutícola (102.78 hectáreas), ofreciendo variedades que complementan la producción regional.

Palta (2.27 hectáreas), aunque su superficie es muy pequeña, la palta aporta valor nutricional y puede ser un cultivo en desarrollo.

Por último, el cultivo de tuna cuenta con una superficie limitada (6.20 hectáreas), este cultivo es representativo de productos tradicionales y de bajo requerimiento hídrico.

Concluyendo para la suma de todos los cultivos (3065.15 hectáreas) evidencia un esfuerzo significativo en la producción frutícola, con un enfoque diversificado que asegura estabilidad y adaptabilidad a las condiciones climáticas y de mercado. En conjunto, los Valles Mesotérmicos ofrecen un potencial considerable para la producción de frutales, destacando el durazno y la uva como cultivos principales.

Sin embargo, existe espacio para desarrollar cultivos menos representados, como la palta y la chirimoya, e implementar estrategias para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las áreas productivas. Esto podría incluir el fortalecimiento de mercados locales y nacional, tecnología agrícola y prácticas de conservación.

2.6.6 Actividad pecuaria

La actividad pecuaria en los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz desempeña un papel fundamental en la economía y la seguridad alimentaria de la región. La diversidad de ganado existente refleja la adaptabilidad de las unidades productivas a las condiciones climáticas y geográficas, así como la importancia de satisfacer distintas demandas del mercado local y nacional. Entre las principales especies presentes se encuentran en la **Tabla 12**.

Tabla 12. Producción pecuaria por municipio, Región de los Valles Mesotérmicos

Tipo de ganado	Total de Cabezas				
	El Trigal	Vallegrande	Pampagrande	Comarapa	Total
Bovinos de carne	5128.00	30458.00	13629.00	3823.00	**53038.00**
Bovinos de leche	0.00	0.00	83.00	0.00	**83.00**
Ovinos	0.00	306.00	0.00	119.00	**425.00**

Tipo de ganado	Total de Cabezas				
	El Trigal	Vallegrande	Pampagrande	Comarapa	Total
Porcinos	406.00	2752.00	372.00	1254.00	**4784.00**
Caballos	114.00	61.00	21.00	0.00	**196.00**
Aves	5380.00	16605.00	6009.00	3405.00	**31399.00**
Burro	0.00	61.00	0.00	0.00	**61.00**
Total	**11028.00**	**50243.00**	**20114.00**	**8601.00**	**89986.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El diagnóstico realizado sobre el ganado en los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz refleja una notable diversidad en las especies criadas, lo que evidencia el carácter multifacético de la actividad pecuaria en la región. A continuación, se detalla la distribución del ganado en los cuatro municipios evaluados.

El ganado bovino de carne es la categoría más representativa (53038 cabezas) el grupo más numeroso, destacando la importancia de la ganadería bovina como una actividad predominante, principalmente orientada a la producción de carne para consumo local y comercialización.

Las aves, con una cantidad significativa (31399 cabezas), representan una fuente esencial de proteínas a través de la producción de carne y huevos, siendo una actividad clave tanto para el autoconsumo como para la comercialización, considerando que en la región existe pequeños, medianos y grandes productores de pollo.

El ganado porcino, ocupan un lugar relevante (4784 cabezas), reflejando su adaptabilidad a sistemas productivos intensivos y su aporte a la producción de carne.

El ganado ovino (425), contribuye a la diversidad pecuaria, ofreciendo una fuente adicional de carne y lana, aunque representa una fracción pequeña del total.

El ganado bovino de leche, solo se identificó en un solo municipio (83 cabezas), este grupo indica un enfoque limitado hacia la producción láctea, posiblemente destinado al autoconsumo y en menor medida al comercio de productos derivados.

El ganado de caballos, señala un rol complementario, vinculado al transporte y las labores agrícolas, así como actividades recreativas, se cuenta aproximadamente con 196 cabezas.

Finalmente, los burros, siguen siendo valiosos en labores de carga y transporte en ciertas áreas rurales se cuenta, también identificado en un solo municipio alcanzando 61 cabezas.

Concluyendo por el total de cabezas de ganado (89986), lo cual demuestra el enfoque diversificado y estratégico de la región en la cría de ganado, maximizando el uso de recursos para diferentes fines productivos.

En general, este diagnóstico evidencia un sistema pecuario que combina producción a gran escala, como la ganadería bovina y avícola, con especies que aportan diversidad y resiliencia, como los porcinos, ovinos y equinos. Este panorama refleja tanto la tradición como las oportunidades de desarrollo en los valles mesotérmicos, destacando la necesidad de estrategias que potencien la productividad, la sostenibilidad y el bienestar animal en la región.

2.6.7 Actividad apícola

La producción apícola en la región de los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz representa una actividad económica de gran relevancia y potencial para las comunidades locales. En esta zona, se cuentan con un total de **3936 cajas utilizadas para la producción de miel**, lo que constituye una infraestructura significativa para el desarrollo de la apicultura.

Cada una de estas cajas tiene un rendimiento promedio de **10 kilogramos de miel**, reflejando la capacidad productiva de las colmenas bajo las condiciones climáticas y florísticas de la región. Este volumen de producción permite a los apicultores sostener una actividad estable y generar ingresos económicos relevantes para sus familias.

El precio promedio de la miel alcanza los **44 Bs por kilogramo**, lo que evidencia su valor en el mercado local y regional. Este precio competitivo también sugiere oportunidades para mejorar la comercialización, la diversificación de los productos derivados de la miel, como propóleos, cera y polen, y la expansión hacia mercados más amplios.

Además, la apicultura en los valles mesotérmicos no solo aporta beneficios económicos, sino que también desempeña un papel crucial en la conservación ambiental, promoviendo la polinización de cultivos y flora silvestre. Esto contribuye a la sostenibilidad de los ecosistemas y a la mejora de la productividad agrícola en la región.

Con un enfoque adecuado, esta actividad podría potenciarse mediante la capacitación técnica de los productores, la adopción de tecnología innovadora y el fortalecimiento de cadenas de valor que integren productores, intermediarios y consumidores. Así, la apicultura no solo consolidaría su impacto económico, sino que también reafirmaría su rol en la protección del entorno natural y el desarrollo comunitario.

Tabla 13. Producción apícola

Municipio	Número cajas	Producción promedio miel kg/ caja	Precio bs/kg
El Trigal	406.00	1.00	54.00
Vallegrande	734.00	9.00	40.00
Pampagrande	1900.00	12.00	54.00
Comarapa	896.00	19.00	30.00
Total	**3936.00**	**10.00**	**44.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El diagnóstico de la actividad apícola en los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz, basado en los datos recopilados, presenta un panorama diverso en cuanto a la producción de miel, que varía significativamente entre los municipios evaluados. A continuación, se analiza cada aspecto clave.

2.6.7.1 Con relación a la distribución de colmenas

En el municipio de Pampagrande lidera con un total de 1900 cajas, equivalente a casi la mitad del total regional (48.3%), lo que refleja un fuerte enfoque en la producción apícola en este municipio.

Comarapa sigue con 896 cajas, contribuyendo con un 22.8% de las colmenas.

Vallegrande y El Trigal tienen 734 cajas (18.6%) y 406 cajas (10.3%), respectivamente. Esto indica una distribución heterogénea de la infraestructura apícola entre los municipios.

2.6.7.2 Relacionado al rendimiento promedio por caja

El municipio de Comarapa destaca con el mayor rendimiento, alcanzando un promedio de 19 kg/caja, lo que sugiere condiciones óptimas para la apicultura, posiblemente vinculadas a factores como biodiversidad floral, manejo técnico y clima favorable.

En contraste, El Trigal presenta el menor rendimiento, con 1 kg/caja, lo que podría ser indicativo de limitaciones en manejo técnico, condiciones ambientales o disponibilidad de recursos.

Pampagrande (12 kg/caja) y Vallegrande (9 kg/caja) se ubican en rangos intermedios, mostrando un nivel productivo significativo, pero con margen para optimización.

2.6.7.3 Enmarcado en el precio promedio por kilogramo de miel

El precio más alto se registra en El Trigal y Pampagrande, con 54 bs/kg, lo que posiblemente refleja un mayor acceso a mercados con alta valoración del producto o características específicas de la miel producida en estos municipios.

Comarapa, a pesar de tener el mayor rendimiento, presenta el precio más bajo (30 bs/kg), lo que podría estar relacionado con una mayor oferta en comparación con la demanda local o con limitaciones en la comercialización.

Vallegrande muestra un precio de 40 bs/kg, ubicado en un rango intermedio, reflejando condiciones del mercado posiblemente más estables.

A nivel agregado, la región cuenta con 3936 cajas y un rendimiento promedio de 10 kg/caja, lo que resulta en una producción aproximada de 39360 kg de miel. Este volumen es representativo de una actividad consolidada, pero con oportunidades claras para incrementar la productividad y el acceso a mercados.

En síntesis, el diagnóstico pone de manifiesto la heterogeneidad en el desarrollo apícola entre los municipios. Mientras que algunos, como **Comarapa** y **Pampagrande**, presentan fortalezas significativas en rendimiento y volumen, otros como **El Trigal** y **Vallegrande** enfrentan desafíos en productividad. Estas diferencias sugieren la necesidad de estrategias diferenciadas que incluyan capacitación técnica, inversiones en infraestructura, fortalecimiento de la comercialización y acceso a tecnologías innovadoras para potenciar la apicultura en toda la región.

2.6.8 Otras actividades productivas que se realizan

En los Valles Mesotérmicos del departamento de Santa Cruz, además de las actividades agrícolas y pecuarias que predominan en la región, se desarrollan otras actividades productivas de carácter **piscícola, medicinal e industrial**, que, aunque se realizan en menor escala, tienen un papel complementario y estratégico dentro de la economía local.

La **producción piscícola**, centrada en la cría de peces en estanques o sistemas controlados, representa una fuente alternativa de proteínas y una oportunidad para diversificar la dieta y los ingresos de las familias rurales. Esta actividad contribuye a la seguridad alimentaria regional y tiene potencial para expandirse mediante la implementación de técnicas más modernas y sostenibles, como el uso de sistemas de recirculación y la integración con otras prácticas agropecuarias.

La **producción de plantas medicinales**, aunque realizada a menor escala, destaca por su importancia cultural y económica. Las especies cultivadas se destinan tanto al uso local, como infusiones y remedios caseros, como a un incipiente mercado de productos fitoterapéuticos.

Esta actividad no solo preserva el conocimiento tradicional, sino que también abre oportunidades para su incorporación en cadenas de valor orientadas a mercados nacionales e internacionales. La creación de alianzas con laboratorios o cooperativas podría potenciar su desarrollo.

En cuanto a la **producción industrial**, esta engloba pequeñas iniciativas relacionadas con la transformación de productos primarios, como la miel, frutas o derivados lácteos, en bienes de valor agregado. Estas actividades permiten aprovechar al máximo los recursos locales, generando empleo y fortaleciendo la economía circular en la región.

Con mayores inversiones en tecnología y capacitación, esta área podría crecer significativamente, abriendo mercados más competitivos y sostenibles.

Tabla 14. Otras actividades productivas

Municipio	Piscícola	Medicinal	Industrial
El Trigal	1	1	1
Vallegrande	1	1	1
Pampagrande	1	1	
Comarapa		1	1

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El diagnóstico realizado sobre las actividades productivas complementarias en los valles mesotérmicos del departamento de Santa Cruz refleja una distribución heterogénea en los enfoques piscícolas, medicinales e industriales en los municipios de esta región.

El municipio de El Trigal, registra actividad en las tres categorías productivas, piscícola, medicinal e industrial. Esto sugiere un enfoque diversificado que busca complementar la economía local mediante iniciativas vinculadas tanto a la producción de peces, como a la explotación de plantas medicinales y procesos industriales pequeños.

El municipio de Vallegrande, similar a municipio de El Trigal, este municipio muestra presencia en las tres áreas, piscícola, medicinal e industrial. Esto indica un intento por diversificar las actividades productivas, aprovechando los recursos locales para generar ingresos adicionales y garantizar la resiliencia económica.

El municipio de Pampagrande, se reportan actividades piscícolas y de producción medicinal, pero no existen registros de iniciativas industriales. Esto podría deberse a limitaciones en infraestructura o mercados para productos industriales, aunque resalta el interés por aprovechar recursos acuáticos y plantas medicinales.

Finalmente, para el municipio de Comarapa, se evidencian actividades medicinales e industriales, pero no hay registro de actividad piscícola. Esto puede estar relacionado con características geográficas o climáticas menos favorables para la piscicultura, mientras que las iniciativas industriales y medicinales sugieren un enfoque diferente hacia el desarrollo económico.

En conjunto, este diagnóstico pone de manifiesto el rol complementario de estas actividades en la región. Aunque no predominan frente a las principales actividades agrícolas y pecuarias, representan un importante potencial de diversificación económica, particularmente en municipios como El Trigal y Vallegrande que abarcan las tres áreas evaluadas.

Los municipios de **Pampagrande** y **Comarapa**, por su parte, muestran oportunidades claras para fortalecer o introducir las categorías productivas ausentes.

Fomentar estas actividades mediante programas de capacitación, acceso a financiamiento e inversiones en infraestructura podría potenciar significativamente su desarrollo y contribuir al bienestar económico de los habitantes de los valles mesotérmicos.

Capítulo 3

3 Diagnóstico socio demográfico productivo Región del Chaco

Como se observa en la **Tabla 15**, la Región del Chaco está compuesta por los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, con sus provincias y municipios respectivos. La Región del Chaco está conformada de acuerdo al siguiente detalle que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 15. Región del Chaco

Región	Departamento	Provincia	Municipio
Chaco	Chuquisaca	Hernando Siles	Macharetí
			Monteagudo
		Luis Calvo	Muyupampa
			Huacaya
	Tarija	Gran Chaco	Yacuiba
			Caraparí
			Villamontes
		O'Connor	Entre Ríos
	Santa Cruz	Cordillera	Lagunilla
			Cabezas
			Cuevo
			Camiri
			Boyuibe
			TIOC Charagua Iyambae
	3	**5**	**14**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Esta región posee diferentes características socioeconómicas y productivas que se detallan a continuación.

Tabla 16. Número de familias

Departamento	Municipio	Trabajo de campo	Censo 2012	Censo 2024
Chuquisaca	Macharetí	797.00	795.00	826.00
	Monteagudo	2012.00	1860.00	1963.00
	Muyupampa	1385.00	1383.00	1957.00
	Huacaya	228.00	340.00	348.00
Tarija	Yacuiba	2796.00	2761.00	2731.00
	Caraparí	1288.00	1250.00	1336.00
	Villamontes	1148.00	1114.00	1210.00
	Entre Ríos	1475.00	1460.00	1377.00
Santa Cruz	Lagunilla	646.00	632.00	668.00
	Cabezas	3915.00	3869.00	4453.00
	Cuevo	146.00	146.00	151.00
	Camiri	423.00	416.00	365.00
	Boyuibe	121.00	119.00	142.00
	Charagua	2678.00	2650.00	3041.00
Total		19058.00	18795.00	20568.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En la **Tabla 16**, se muestran las familias del área rural dedicadas a la agricultura y ganadería de la Región del Chaco, basada en los censos de 2012 y 2024. Se observa un incremento comparativo del 8.62% de familias para el censo de 2024 respecto al censo de 2012. Esto se debe al potencial productivo que tiene la Región del Chaco, por lo que familias de otras regiones cercanas a la Región del Chaco, buscan desarrollar alguna actividad económica que les permita obtener recursos, para solventar los gastos de sus familias.

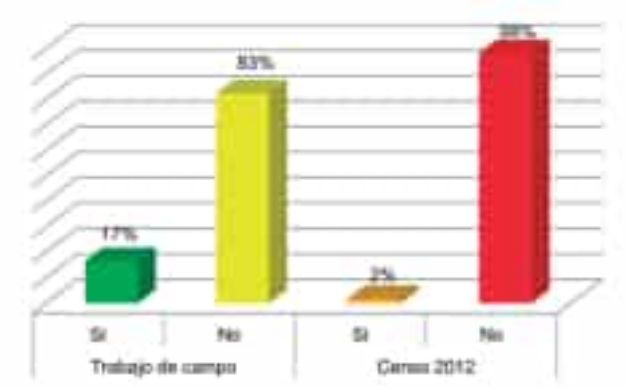
Finalmente, al analizar las familias del área rural de la Región del Chaco del trabajo de campo en comparación con los censos de 2012 y 2024, se observa que existe una diferencia de familias del 7.34% respecto al censo 2024 y una diferencia del -1.40% respecto al censo 2012. El factor principal del incremento de familias es la migración temporal que se tiene hacia la Región del Chaco, por lo que la población de otras regiones viene en busca de mejores oportunidades, para mejorar su condición económica principalmente.

3.1 Estabilidad poblacional

Respecto a la estabilidad poblacional de la Región del Chaco formada por los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, del total de la población el 17% si emigra de su municipio, por lo que los motivos son principalmente por estudio y trabajo. Por otra parte, se tiene al 83% de la población de la región que no emigra, porque se quedan en sus municipios desarrollando las actividades productivas agrícolas y pecuarias. Analizando los datos del censo 2012 respecto a la estabilidad poblacional de la Región del Chaco, tenemos que el 2% de la población migra hacia diferentes destinos, mientras que el 98% de la población restante se queda en su lugar de origen.

Comparando los datos del trabajo de campo (17%) y del censo 2012 (2%), se tiene una diferencia del 15% del tamaño de la población que si migra a otros destinos por diferentes razones. Del análisis realizado, se concluye que el nivel de migración en la Región del Chaco es muy bajo, por lo que la población prefiere quedarse en su lugar de origen.

Gráfico 28. Migración en la Región del Chaco

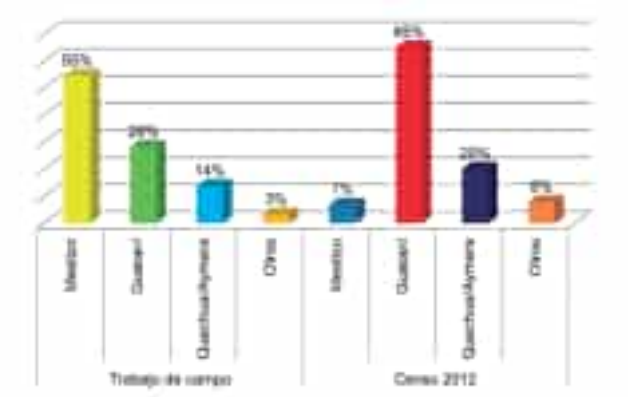


Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

3.2 Composición de la población según diferentes etnias

En los municipios de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz que forman la Región del Chaco se tienen diferentes etnias, entre las que se destacan el mestizo, guaraní y quechua/aymara, comparativamente se tiene una diferencia del 48% en la etnia mestizo, entre el trabajo de campo realizado (55%) y los datos del censo 2012 (7%); seguidamente se tiene con el 35% y 65% a la etnia guaraní, teniendo una diferencia del 30% para datos del trabajo de campo y los datos del censo 2012; luego se tiene a la etnia quechua/aymara, con una diferencia del 6% entre los datos del 14% (trabajo de campo) y 20% (datos del censo 2012). Analizando la diferencia del 48% existente en la etnia mestizo, entre el trabajo de campo (55%) y el dato del censo 2012 (7%). Esto se debe a que los datos provienen de fuentes distintas con metodologías diferentes, la variación se debe a diferencias en la forma de recolectar la información.

Gráfico 29. Etnias de la Región del Chaco



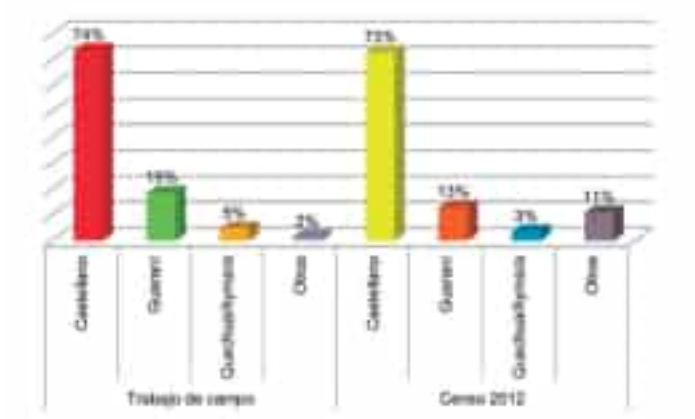
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

3.3 Lenguajes que habla la población

En la Región del Chaco conformada por los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, la población habla diferentes idiomas, entre ello se tiene que el 74% de la población habla el

idioma castellano, el 23% habla el idioma guaraní y el 5% habla el idioma quechua/aymara para los datos del trabajo de campo. Mientras que en los datos del censo 2012, la población habla el idioma castellano (73%), el guaraní (13%) y el quechua/aymara (3%). Comparativamente existe una diferencia del 1% entre los datos del trabajo de campo y los datos del censo 2012, de la población que habla el idioma castellano. Mientras que existe una diferencia del 20% de la población que habla guaraní, entre los datos del trabajo de campo y los del censo 2012. Por lo que se concluye que los principales idiomas que se hablan en la Región del Chaco son el castellano y el guaraní.

Gráfico 30. Idiomas de la Región del Chaco



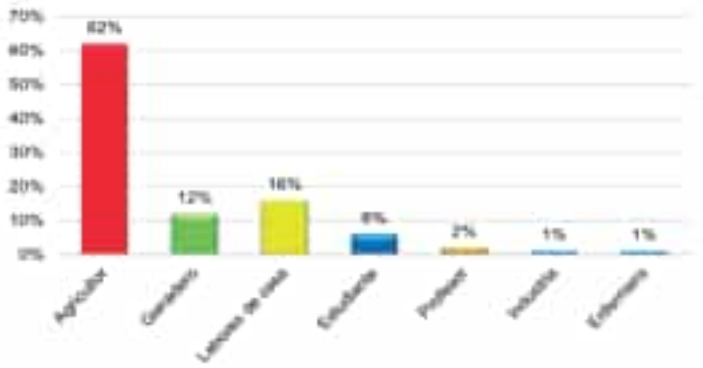
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

3.4 Aspectos sociales

3.4.1 Ocupación principal de las familias

Este gráfico muestra la ocupación principal de las familias que habitan la Región del Chaco conformada por los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz donde la agricultura (62%) es la principal actividad económica de la población rural de la región, con una participación equilibrada de hombres y mujeres.

Gráfico 31. Ocupación principal de la población

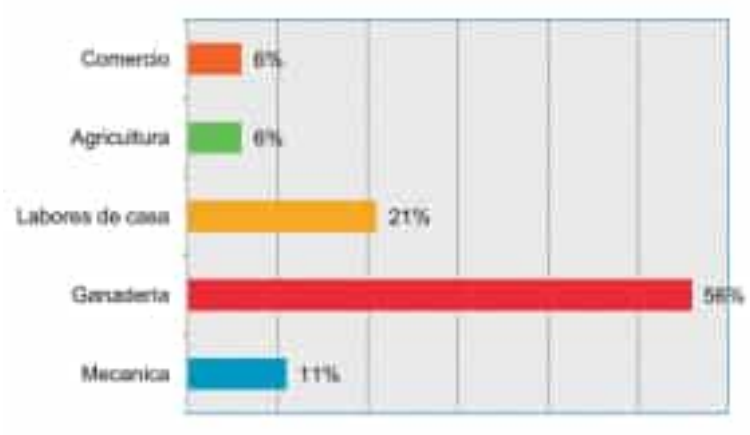


Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

3.4.2 Ocupación secundaria

Los datos revelan que los hombres y mujeres suelen diversificar su trabajo para equilibrar las fluctuaciones de la agricultura y ganadería, dado que estas actividades están sujetas a condiciones climáticas y estacionales. Por lo que se tiene a la ganadería (56%) como principal ocupación secundaria en la Región del Chaco.

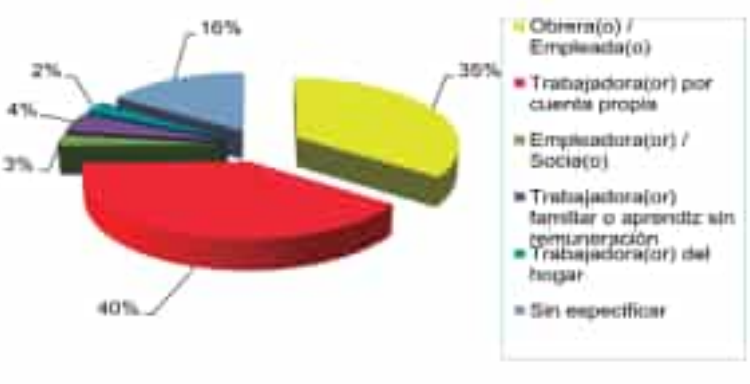
Gráfico 32. Ocupación secundaria de la población



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Realizando un análisis sobre la categoría ocupacional de los habitantes del área rural de la Región del Chaco, según los datos del censo 2012, se observa que el 40% son trabajadores por cuenta propia, el 35% son obreros o empleados, el 4% son trabajadores familiares, el 3% son empleadores o socios y el 2% son trabajadores del hogar. Finalmente, se tiene un 16% que no específica en qué rubro trabaja. Ver gráfico a continuación.

Gráfico 33. Categoría ocupacional de la población



Fuente: INE, censo 2012.

Realizando un análisis comparativo del trabajo de campo realizado con los datos del censo 2012, sobre la categoría ocupacional se tiene que 40% son trabajadores por cuenta propia, los cuales pueden dedicarse a diferentes actividades principalmente a la agricultura y ganadería.

3.5 Organizaciones sociales existentes

Las organizaciones sociales juegan un papel clave en la cohesión comunitaria y la gestión de los recursos locales. En la **Tabla 17**, se muestra un resumen global de organizaciones sociales locales que ejercen su función en la Región del Chaco.

Tabla 17. Resumen de organizaciones sociales de la Región del Chaco

Autoridad	Función
Acalde	Autoridad municipal responsable de la gestión y administración local, incluyendo la supervisión de los servicios básicos y el desarrollo de proyectos.
OTB	Coordina y organiza actividades comunitarias, sirviendo como enlace entre los pobladores y las instancias gubernamentales.
Corregidor	Figura clave dentro de la organización comunitaria, responsable de la coordinación de actividades sociales y el mantenimiento del orden en las comunidades. El corregidor es elegido por la comunidad y tiene un papel importante en la resolución de conflictos y en la representación ante autoridades superiores.
Secretario general	Otra figura dentro de las organizaciones sociales, el secretario general apoya en la gestión administrativa de la comunidad. También participa en la planificación de eventos y en la comunicación entre las diferentes comunidades de cada municipio.
Secretario de hacienda	Controla las finanzas de la comunidad, elabora y supervisa el presupuesto recopilado cuotas y pagos y mantienen registros financieros precisos.
Centro de mujeres	Apoya a la mujer en diferentes actividades que lleguen a la comunidad.
Sub central	Ayuda a las comunidades en la demarcación y saneamiento para la consolidación del territorio con el fin de garantizar la autonomía y el desarrollo integral de los pueblos y comunidades.
APG	Defender derechos guaraníes.
Capitán	Representa legalmente a la comunidad, donde ejerce autoridad y realiza según las leyes usos y costumbres de la comunidad donde cuenta como principal función velar por las necesidades de la comunidad, donde gestiona ejecuta y coordina nuevos proyectos en favor de su comunidad.
Segundo capitán	Asiste al capitán en sus funciones y puede asumir sus responsabilidades en su ausencia.
Birubicha	También conocido como cacique desempeña un papel de líder y representante dentro de su comunidad donde facilita la resolución de problemas internos y externos dentro de la comunidad también promueve las tradiciones y costumbres.

Autoridad	Función
Concejo educativo	El Comité de Padres de Familia de la Unidad Educativa es el organismo de representación de los padres de familia de cada uno de los cursos de la Unidad Educativa, sea ésta pública o privada. El Comité de Padres de Familia tiene como misión contribuir a elevar la calidad del servicio educativo, velar por la satisfacción de las necesidades de aprendizaje de sus hijos, promover la concertación entre los actores de la educación y coadyuvar a una administración eficiente por medio del control social, el Comité de Padres de Familia de la Unidad Educativa está conformado por un representante de cada curso.

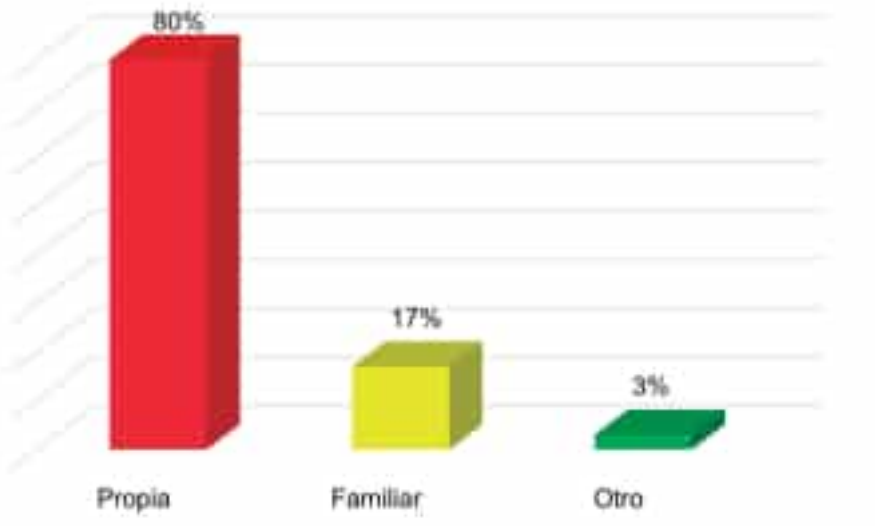
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

3.6 Vivienda

3.6.1 Tenencia de la vivienda

El **Gráfico 34**, muestra que en los municipios de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz que forman la Región del Chaco, el 80% de la población cuenta con vivienda propia siendo así el mayor porcentaje, el 17% la vivienda es de tipo familiar y un 3% viven en alquiler o en casas comunitarias.

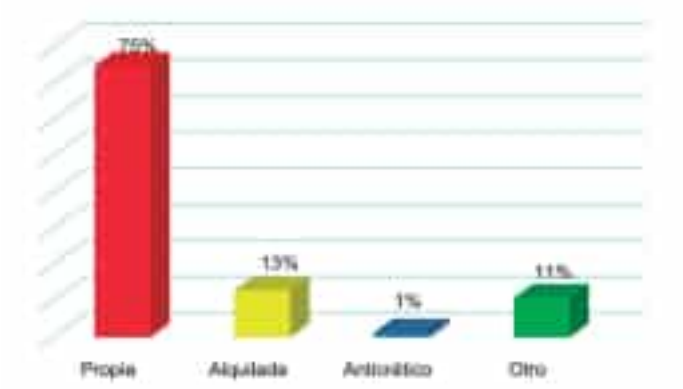
Gráfico 34. Vivienda



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Por otra parte, las cifras sobre la tenencia de la vivienda en la Región del Chaco, según los datos del censo 2012, se observa que 75% de las viviendas son propias, el 13% son alquiladas y el 11% son viviendas prestadas o cedidas por servicios.

Gráfico 35. Tenencia de la vivienda



Fuente: INE, censo 2012.

Comparando los datos observados del trabajo de campo y los datos del censo 2012, en ambos casos la principal forma de tenencia de vivienda, es la vivienda propia con el 80% y el 75% respectivamente, habiendo una diferencia del 5% entre ambos datos.

3.6.2 Ambientes de vivienda

De acuerdo a los datos de la **Tabla 18**, en el cual se describe las características de las viviendas en el área rural de los municipios que forman la Región del Chaco en los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, la mayoría de las viviendas son construcciones simples, predominando las casas con dos o tres ambientes. Esto refleja un patrón típico de áreas rurales, donde las familias construyen sus hogares con recursos locales, adaptando el tamaño de las viviendas a las necesidades familiares.

Las viviendas con más de tres ambientes son escasas. La mayoría de las familias tienen casas con un área central, donde se realizan la mayoría de las actividades domésticas. Esta limitación de espacio puede tener implicaciones directas en el confort de las familias, sobre todo en aquellas que tienen más de cuatro miembros.

Tabla 18. Ambientes de vivienda

Ambiente de vivienda				
Ambiente	**Promedio**	Máximo de ambientes dentro de una vivienda.	Mínimo de Ambientes dentro de una vivienda.	MODA de ambientes dentro de una vivienda.
Dormitorio	3.00			
Cocina	1.00			
Comedor	1.00			
Depósito	1.00			
Baño/Letrina	1.00			
Promedio	**1.40**	**12.00**	**3.00**	**4.00**

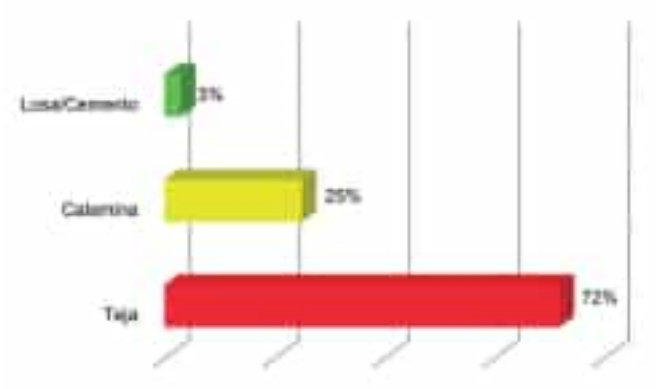
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

* Para mayor comprensión de lo que es la moda en estadística, se presenta la siguiente definición. Moda: Es el número más frecuente, es decir, el número que se repite el mayor número de veces. (https://es.khanacademy.org). Por lo expuesto, la mayoría de las viviendas de la Región del Chaco tienen 4 ambientes donde habitan las familias.

3.6.3 Cubierta

Los materiales más utilizados en los techos de las viviendas de los municipios que forman la Región del Chaco en los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, tenemos a la teja con el 72%, luego la calamina con el 25% y la losa/cemento con el 3%.

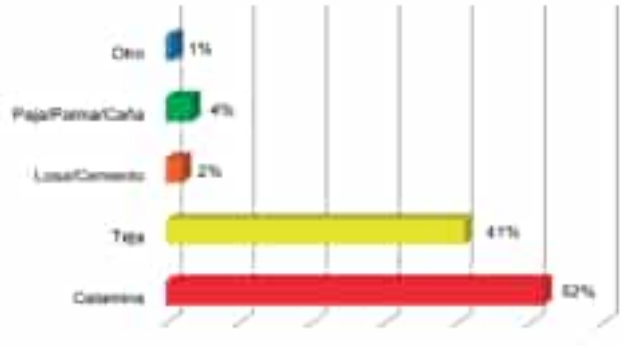
Gráfico 36. Materiales utilizados en la cubierta de las viviendas



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Según los datos del censo 2012 sobre los materiales utilizados en los techos de las viviendas en la región del Chaco, la calamina es el material predominante, presente en el 52% de las construcciones. En segundo lugar, se encuentra la teja, utilizada en el 41% de las viviendas. En tercer lugar, un 7% de las edificaciones cuentan con techos de paja, palma o caña. Finalmente, tenemos en menor proporción a las viviendas con techos de losa/cemento (4%) y de otros materiales (1%).

Gráfico 37. Materiales utilizados en la techos de las viviendas



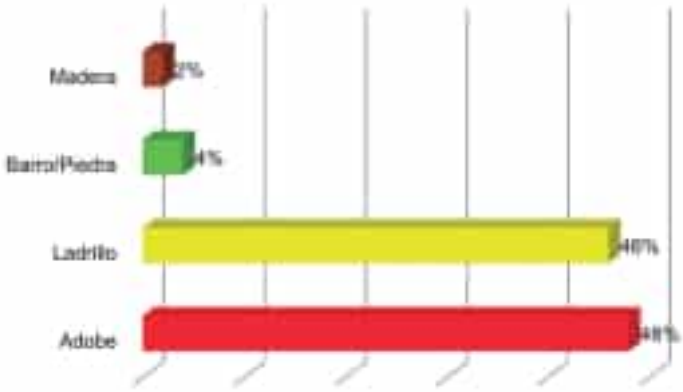
Fuente: INE, censo 2012.

Finalmente, al comparar los datos obtenidos en el trabajo de campo con los del censo 2012, se observa que el material más utilizado en los techos es la teja, con un 72% en el trabajo de campo, mientras que, en el censo, el material predominante es la calamina, con un 65%. En cuanto al segundo material más empleado, la calamina representa el 25% en el trabajo de campo, mientras que en los datos del censo 2012 alcanza el 41%.

3.6.4 Paredes de vivienda

La mayoría de las viviendas rurales en los municipios de la Región del Chaco de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz están construidas con paredes de adobe (48%), lo que indica un fuerte uso de materiales tradicionales disponibles localmente. El adobe es común en áreas rurales debido a su bajo costo y capacidad de aislamiento térmico. Sin embargo, un 46% de las viviendas tienen paredes de ladrillo, lo que refleja que las familias tienen acceso a materiales de construcción más industrializados y duraderos. La norma mínima aceptable en nuestro país es tener paredes con revoque al interior de barro y piedra, lo cual tienen un 4% y paredes de madera de un 2%.

Gráfico 38. Tipo de paredes de las viviendas



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Continuando con el análisis de los datos del censo 2012, se observa que, en el área rural de los municipios de la Región del Chaco, el material más utilizado para las paredes de las viviendas es el adobe, presente en el 43% de las construcciones. En segundo lugar, se encuentra el ladrillo, utilizado en el 39% de las viviendas. Estos dos materiales representan las opciones más predominantes en la construcción de paredes en la región.

Gráfico 39. Material utilizado en las paredes de las viviendas



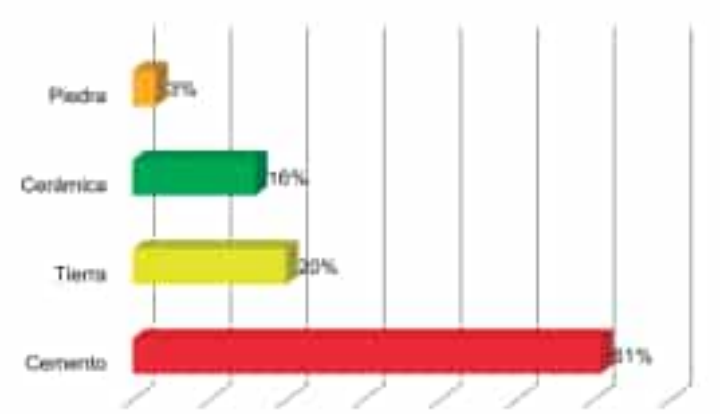
Fuente: INE, censo 2012.

Al comparar los datos de este acápite, se observa que en ambos casos el material más utilizado en las paredes es el adobe, con un 48% en el trabajo de campo y un 43% en el censo 2012. El segundo material predominante es el ladrillo, representando el 46% en el trabajo de campo y el 39% en el censo. Estos resultados indican que, aunque los materiales empleados son los mismos, existe una variación en la preferencia por cada uno.

3.6.5 Pisos de vivienda

En los municipios que forman la Región del Chaco de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, la mayor parte de las viviendas rurales tienen pisos de cemento (61%) y piso de tierra (20%), para el segundo caso este afecta directamente la salubridad y la calidad de vida de las familias.

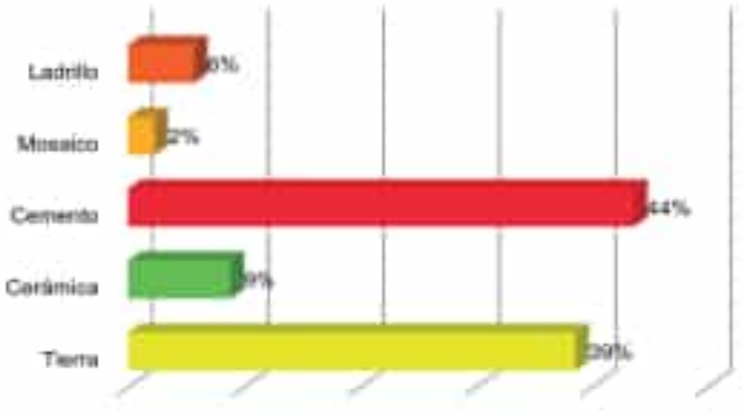
Gráfico 40. Pisos de las viviendas



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Analizando los datos del censo 2012 respecto al material utilizado en los pisos, tenemos que los materiales utilizados son, cemento (44%), tierra (39%) y cerámica (9%).

Gráfico 41. Material más utilizado en los pisos de las viviendas



Fuente: INE, censo 2012.

Al comparar los datos del trabajo de campo con los del censo 2012, se observa que el material más utilizado para el piso en ambos casos es el cemento, presente en el 61% de las viviendas según el trabajo de campo y en el 44% según el censo. En segundo lugar, la tierra representa el 20% en el trabajo de campo y el 39% en el censo. Finalmente, la cerámica ocupa el tercer lugar, con un 16% en el trabajo de campo y un 9% en el censo 2012.

3.7 Servicios básicos existentes

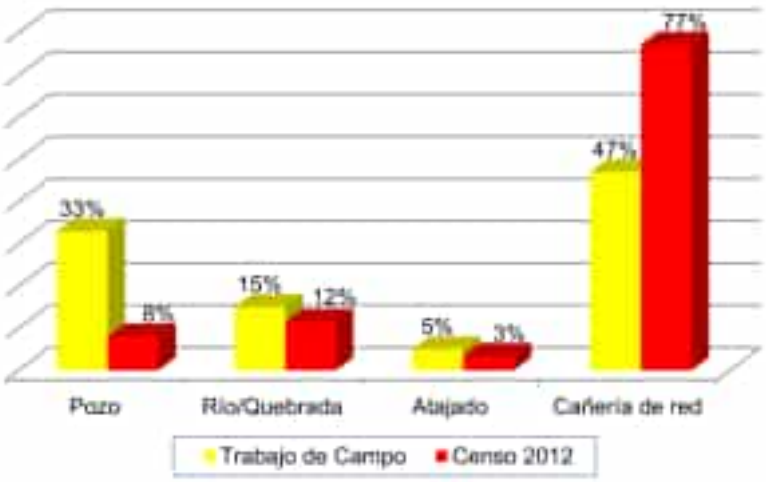
3.7.1 Agua potable

En los municipios de la Región del Chaco, pertenecientes a los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, la mayoría de la población obtiene agua a través de la cañería de red, presente en el 47% de las viviendas. Sin embargo, un 33% depende de pozos y un 15% de fuentes naturales como ríos y quebradas, lo que representa un posible riesgo para la calidad del agua y la salud pública. El acceso mediante otras alternativas es limitado 5%, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la infraestructura de abastecimiento para mejorar la cobertura y seguridad del recurso hídrico.

Según los datos del censo 2012 en la Región del Chaco, la principal fuente de abastecimiento de agua es la cañería de red, utilizada en el 77% de las viviendas. En segundo lugar, el 12% de los hogares obtiene agua de ríos y quebradas, mientras que un 8% se abastece mediante pozos con bomba. Finalmente, el atajado representa la fuente de dotación de agua para el 3% de las viviendas.

Comparando los datos presentados del trabajo de campo con los datos del censo 2012, se observa que la principal fuente de dotación de agua en ambos casos es la cañería de red, con un 47% según el diagnóstico basado en información de campo y un 77% según los datos del censo 2012. Por lo tanto, se concluye que la principal fuente de abastecimiento de agua para las viviendas del área rural de los municipios de la Región del Chaco es por cañería de red. (Ver el siguiente gráfico).

Gráfico 42. Fuentes de agua



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

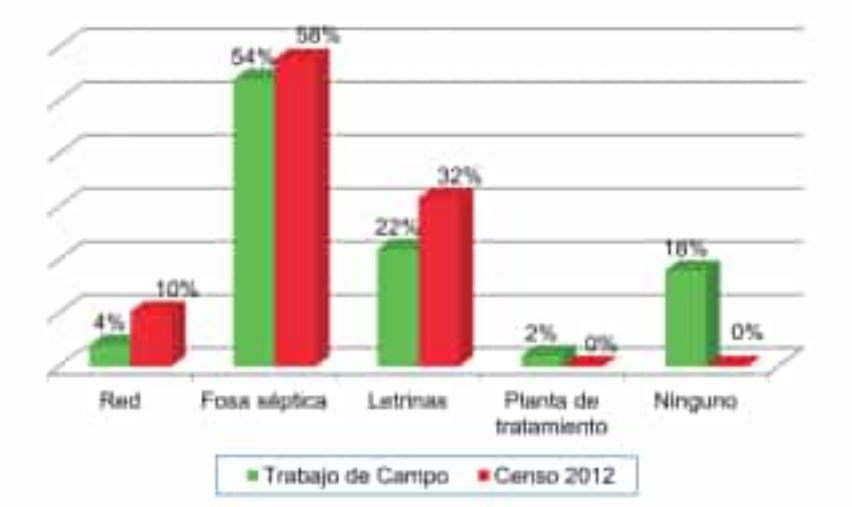
3.7.2 Alcantarillado

En la Región del Chaco, que abarca los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, el 54% de las familias utiliza fosas sépticas como principal sistema de saneamiento, una alternativa básica pero adecuada para zonas rurales. Por otro lado, el 22% de las viviendas emplea letrinas, una opción más rudimentaria y menos eficiente en términos de higiene y tratamiento de residuos. Solo el 6% de las familias dispone de una red de alcantarillado con planta de tratamiento, mientras que un preocupante 18% de la población carece de cualquier sistema de saneamiento, lo que plantea un desafío significativo en términos de salud pública y gestión de residuos. Este análisis evidencia una fuerte dependencia de soluciones individuales y una notable falta de infraestructura pública para el saneamiento en la región.

Por otra parte, se hace referencia a la disponibilidad del servicio sanitario según los datos del censo 2012. El 58% de las viviendas disponen de una fosa séptica para evacuar su agua servida, el 32% de las viviendas tienen una letrina y el 10% de las viviendas cuentan con el servicio de alcantarillado por red, presente principalmente en las comunidades más grandes del municipio, pero con baja cobertura.

El análisis de la información presentada revela que la fosa séptica es la principal forma de servicio sanitario tanto en los datos recolectados en campo como en el censo 2012, con una presencia del 54% y 58% de las viviendas, respectivamente. En consecuencia, se concluye que, en el área rural de los municipios de la Región del Chaco, la fosa séptica constituye el método predominante para la eliminación de excretas. (Ver el siguiente gráfico).

Gráfico 43. Alcantarillado



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

3.7.3 Electricidad

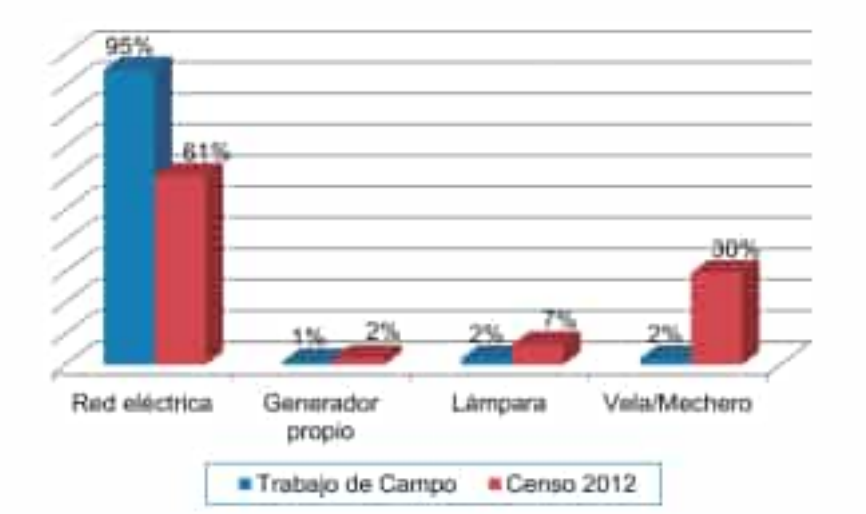
El trabajo de campo realizado en la Región del Chaco, que abarca los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, muestra que la gran mayoría de los hogares (95%) están conectados a la red eléctrica, reflejando un alto nivel de acceso a este servicio básico. Solo el 5% depende de generadores propios, lámparas o velas/mecheros, lo que indica que el acceso

generalizado a la electricidad es una realidad para la mayoría de la población. Esta amplia cobertura eléctrica contribuye a mejorar la calidad de vida y facilita el acceso a tecnologías y servicios modernos. No obstante, es fundamental garantizar la estabilidad y sostenibilidad del suministro, especialmente en zonas rurales donde las interrupciones pueden ser más frecuentes.

Analizando los datos del censo 2012 respecto a la procedencia del servicio de energía eléctrica en las viviendas de la Región del Chaco, se observa que el 61% de las viviendas tienen el servicio a través de la red eléctrica. Mientras que el resto de las viviendas (39%) disponen de generador propio, lámpara y vela/mechero.

Al comparar la cobertura y la procedencia de la energía eléctrica en ambos análisis, se observa una diferencia significativa del 34%. Según los datos recolectados en campo, el 95% de las viviendas de la Región del Chaco cuentan con la red eléctrica como su principal fuente de energía. En contraste, el censo 2012 indica que solo el 61% de las viviendas disponen de este servicio. Esto permite concluir que la red eléctrica es la principal fuente de energía en el área rural de los municipios de la Región del Chaco. Analizando la diferencia (34%) de viviendas que disponen del servicio eléctrico entre el censo 2012 y el trabajo de campo, se debe a que los datos fueron recolectados en diferentes periodos de tiempo, por lo que el censo fue realizado el año 2012 y el trabajo de campo se realizó el año 2024, en este período de tiempo se implementaron proyectos en favor de la población, con el objeto de mejorar las condiciones de vida y su bienestar, por lo que se ampliaron redes eléctricas en la región, lo que permitió incrementar el número de viviendas que tienen el servicio eléctrico, como consecuencia de ello se redujo la dependencia de otros medios que permitan iluminar las viviendas (generadores propios, lámparas o velas/mecheros).

Gráfico 44. Fuentes de energía



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

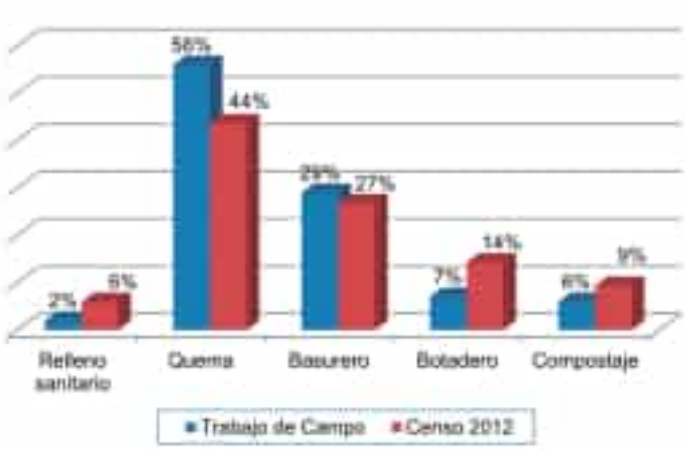
3.7.4 Residuos sólidos

En la Región del Chaco de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, el 56% de las familias realizan la quema de los residuos sólidos, una práctica común en áreas rurales donde no existe un sistema formal de recolección de basura. La quema es una solución rápida y económica,

puede generar contaminación del aire y problemas de salud asociados con la inhalación de humo. El 29% de la población utiliza basureros, lo que sugiere que hay un esfuerzo por parte de una parte de la comunidad para manejar los residuos de manera más organizada. La presencia de botaderos (7%) y compostaje (6%) muestra que aún hay un bajo nivel de aprovechamiento de los residuos orgánicos. Promover el compostaje y sistemas de reciclaje podría reducir la quema y mejorar las prácticas de gestión de residuos.

Analizando los datos del censo 2012 para la población rural de la Región del Chaco, se tiene que la principal forma de eliminación de la basura es la quema (44%), seguido de que botan al basurero (27%) y echan al botadero (14%).

Gráfico 45. Formas de eliminación de los residuos



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024; INE, censo 2012.

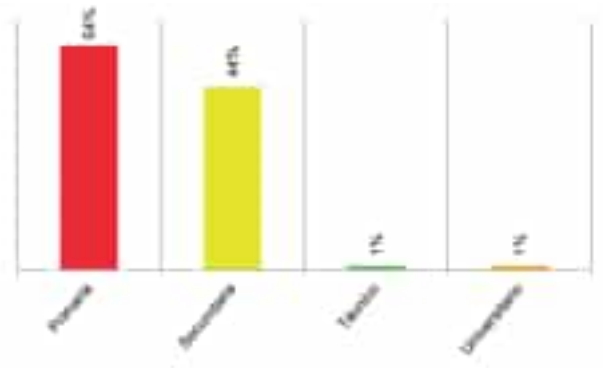
Comparando ambos casos, tanto los datos del trabajo de campo como los del censo 2012, determinan que la principal forma de eliminación de la basura es mediante la quema, con un 56% y 44% respectivamente.

3.7.5 Educación

La educación es necesaria en todos los sentidos. Para alcanzar mejores niveles de bienestar social y de crecimiento económico; para nivelar las desigualdades económicas y sociales; para propiciar la movilidad social de las personas; para acceder a mejores niveles de empleo; para elevar las condiciones culturales de la población; para ampliar las oportunidades de los jóvenes; para vigorizar los valores cívicos y laicos que fortalecen las relaciones de las sociedades; para el avance democrático y el fortalecimiento del Estado de derecho; para el impulso de la ciencia, la tecnología y la innovación.

En este sentido el 54% de la población de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz que forman la Región del Chaco ha completado la educación primaria, lo que muestra que la mayoría de las personas tiene acceso a la educación básica, el 44% ha completado la secundaria, lo que indica avances importantes en la cobertura educativa. Sin embargo, solo el 2% de la población ha accedido a la universidad o ha completado estudios superiores, lo que refleja barreras significativas en el acceso a la educación terciaria, probablemente debido a limitaciones económicas entre otras.

Gráfico 46. Grado de educación actual



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Lugar de los centros educativos y distancias promedios aproximadas.

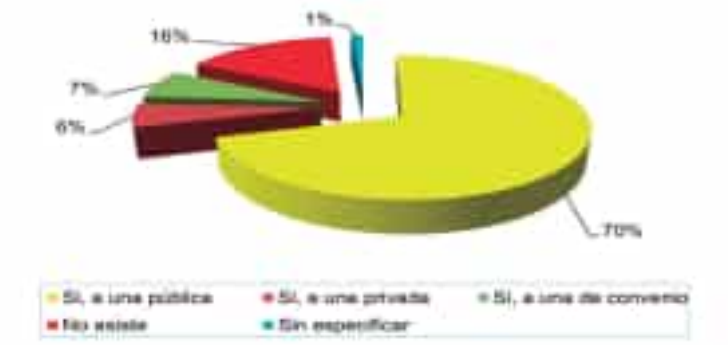
Tabla 19. Centros educativos

Descripción	%	km
En la comunidad	69%	1.27
En el distrito	20%	8.52
En el municipio	5%	6.00
En el departamento	6%	42.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La mayoría de los centros educativos están ubicados dentro de las comunidades mismas (69%), lo que garantiza que los niños puedan acceder a la educación primaria sin necesidad de recorrer grandes distancias. Sin embargo, el acceso a la educación secundaria y superior es limitado, ya que solo el 5% de los centros se encuentra en el municipio y el 6% en el departamento. Según los datos del censo 2012, el 70% de la población rural en edad escolar de la Región del Chaco asiste a unidades educativas públicas, mientras que el 6% acude a instituciones privadas y el 7% a unidades de convenio. No obstante, un 16% de la población en edad escolar no asiste a ningún tipo de unidad educativa, y el 1% no especifica su situación.

Gráfico 47. Asistencia escolar



Fuente: INE, censo 2012.

Al comparar los datos del diagnóstico de campo con los del censo 2012, se observa que la asistencia educativa de la población en edad escolar muestra niveles similares. En el diagnóstico de campo, el 69% de los estudiantes asiste a unidades educativas dentro de su misma comunidad, mientras que el censo 2012 indica un nivel de asistencia del 70%. En conclusión, ambos análisis reflejan una estrecha relación en los niveles de asistencia escolar, lo que evidencia una buena cobertura educativa.

3.7.6 Salud

Respecto a la prestación del servicio de salud en la Región del Chaco conformada por los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, se muestra que la población rural de la región tiene mayor asistencia a Postas Sanitarias (45%), seguido de la asistencia Puestos de Salud (35%) y luego se tiene la asistencia a hospitales con el 11%. Por lo expuesto se presentan la infraestructura de salud con mayor frecuencia de asistencia y preferencia.

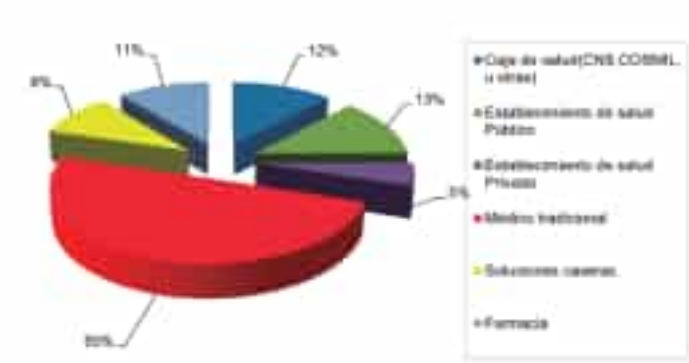
Tabla 20. Salud

Recurrencia atención de salud	
Centros de salud	**% Asistencia**
Hospital	11%
Posta sanitaria	45%
Puesto de salud	35%
Servicio privado	3%

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En los datos del censo 2012, se observa que la población rural de la Región del Chaco asiste al médico tradicional (50%), luego se tiene la asistencia al servicio de salud público (13%), seguido del servicio de seguro social (12%), seguidamente se tiene la asistencia a las farmacias (11%), se tiene un 9% que utilizan soluciones caseras y finalmente un 5% que asisten a médicos privados.

Gráfico 48. Atención de salud



Fuente: INE, censo 2012.

Al relacionar los datos presentados anteriormente, el diagnóstico de campo indica que el 45% de la población asiste a la posta sanitaria, perteneciente al servicio de salud pública. Sin embargo, los datos del censo 2012 muestran que solo el 13% de la población asiste a un establecimiento

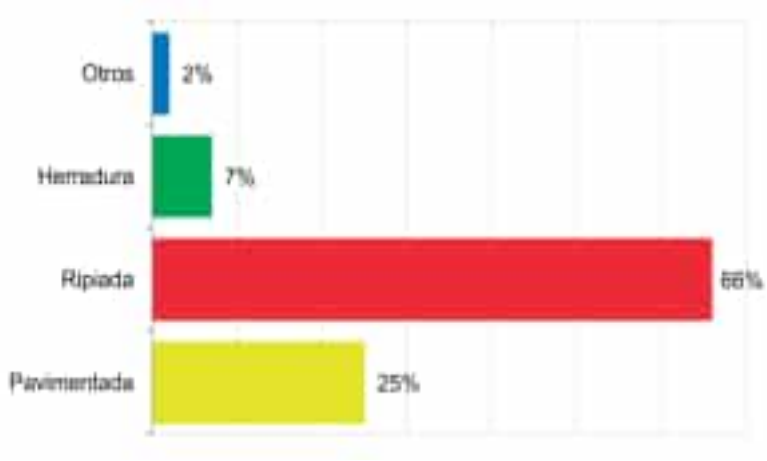
de salud público. Esta discrepancia podría deberse a factores como una mejor infraestructura o accesibilidad en las postas sanitarias locales, lo que favorece su uso en el contexto actual, o bien a un subregistro en el censo respecto a la asistencia real a estos servicios. También podría reflejar diferencias en las metodologías de recolección de datos entre ambos estudios. En cualquier caso, ambos análisis confirman que los servicios de salud públicos representan la principal fuente de atención sanitaria para la población, aunque con variaciones significativas en los niveles reportados.

3.7.7 Transporte

La infraestructura vial de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz que formas la Región del Chaco, está limitada por la geografía accidentada y la falta de inversión en caminos. Muchas de las comunidades más alejadas solo son accesibles a través de caminos de tierra, lo que dificulta el transporte de personas y bienes, especialmente durante la temporada de lluvias, cuando los caminos se vuelven intransitables.

Las comunidades con mejores accesos a las vías principales tienen más facilidades para participar en los mercados locales y regionales, mientras que las comunidades más remotas sufren de aislamiento.

Gráfico 49. Vías de acceso



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

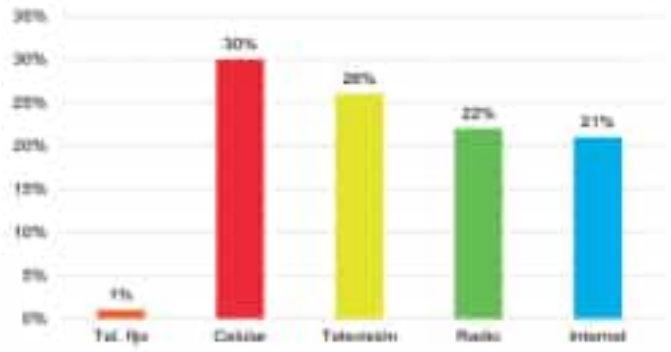
En los municipios de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, que conforman la Región del Chaco, el 25% de las vías está pavimentado, lo que garantiza cierta conectividad y facilidad de transporte en áreas urbanas y principales rutas. El 66% de los caminos son ripiados, una solución que ofrece un nivel intermedio de acceso y funcionalidad, aunque resulta insuficiente para garantizar un transporte rápido y eficiente, especialmente durante la temporada de lluvias. Por otro lado, el 9% de las rutas corresponde a caminos de herradura y otros tipos rudimentarios, lo que refleja la limitada accesibilidad en áreas más remotas.

En conclusión, la predominancia de caminos no pavimentados evidencia la necesidad de fortalecer la infraestructura vial, priorizando estrategias que garanticen una conectividad eficiente y sostenible, especialmente en áreas rurales y remotas. Esto permitiría mejorar el acceso a mercados, servicios básicos y fomentar el desarrollo económico en la región.

3.7.8 Telefonía celular e internet

En la Región del Chaco conformada por los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, la cobertura de la telefonía celular alcanza solo al 30% de la población, mientras que el acceso a internet es aún más limitado, con solo un 21% de la población conectada. La conectividad es un gran desafío en los municipios, especialmente en las comunidades más remotas donde la infraestructura digital es casi inexistente, esto según el trabajo de campo realizado.

Gráfico 50. Telefonía celular e internet



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Considerando los datos del censo 2012, se tiene en promedio que el 33% de la población de la Región del Chaco disponen de una línea de telefonía móvil, esto para una serie histórica del año 2020 al 2024*(*solo se considera 2 Trimestres).

Tabla 21. Telefonía móvil (celular) en la Región del Chaco

Año	Promedio
2020	33%
2021	33%
2022(p)	33%
2023(p)	33%
2024(p)*	33%

Fuente: INE.

* Solo se consideran 2 Trimestres.

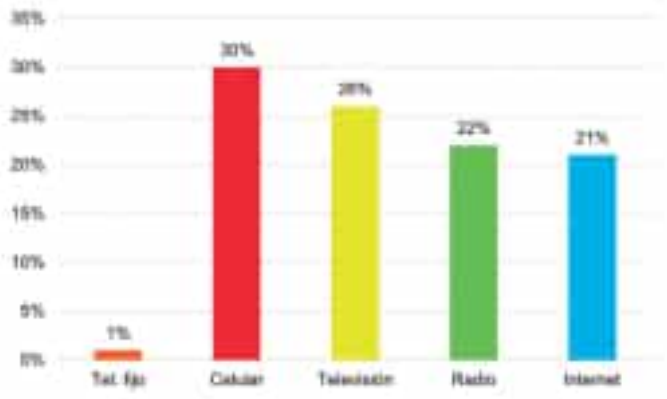
Respecto al Internet Móvil. El servicio de internet móvil es más económico y accesible para la mayoría de la población. En conclusión, la población por lo general utiliza el servicio de internet móvil porque lo tiene disponible en su teléfono móvil, además existe una similitud de los datos entre el 30% y el 33% de la población que disponen de un teléfono móvil.

3.7.9 Medios de comunicación

En los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, que conforman la Región del Chaco, el teléfono celular se mantiene como el principal medio de comunicación, especialmente en las zonas rurales. Aproximadamente el 30% de las familias lo utiliza diariamente para mantenerse en

contacto con familiares y conocidos, lo que refleja su accesibilidad y adaptabilidad en áreas con infraestructura limitada. Por otro lado, la televisión está disponible para el 26% de las familias, aunque su uso se ve condicionado por factores como la disponibilidad de electricidad y la cobertura de señal en algunas zonas rurales. Esto evidencia que, a pesar de los avances tecnológicos, las limitaciones en infraestructura y conectividad siguen siendo un desafío importante para garantizar el acceso equitativo a los medios de comunicación en esta región.

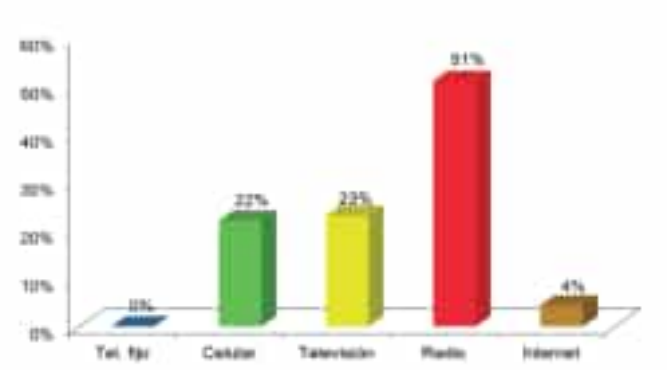
Gráfico 51. Medios de comunicación



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Analizando los datos del censo 2012, respecto a los medios de comunicación que se disponen en la Región del Chaco, tenemos que el 51% de las familias disponen de una radio, luego se tiene que el 23% de las familias tienen televisor y un 22% tienen como medio de comunicación al celular.

Gráfico 52. Medios de comunicación según censo 2012



Fuente: INE, censo 2012.

Al comparar los datos del trabajo de campo y del censo 2012, se observa una diferencia significativa en los medios de comunicación más utilizados. En el trabajo de campo, el celular es el medio predominante, utilizado por el 30% de la población. Esto refleja su creciente accesibilidad y versatilidad, especialmente en áreas rurales, donde es empleado para mantenerse en contacto con familiares, acceder a información y realizar gestiones. Por otro lado, los datos del censo 2012 muestran que la radio es el medio más utilizado, con un 51% de preferencia. Este predominio

puede atribuirse a factores como su amplio alcance, bajo costo y su capacidad para transmitir información masiva, incluso en zonas con limitada infraestructura tecnológica.

Con relación al celular, su uso creciente responde a la expansión de las redes móviles y la portabilidad que ofrece, facilitando la comunicación en tiempo real. Sin embargo, su acceso sigue estando limitado por factores como el costo de los dispositivos y la cobertura de red en áreas aisladas. El uso de la radio tiene alta penetración en el censo 2012 refleja que, en ese momento, era una herramienta clave para la comunicación, especialmente en comunidades alejadas donde la tecnología moderna, como los teléfonos móviles, no estaba ampliamente disponible. La radio también es invaluable para transmitir noticias, educación y entretenimiento a gran escala, con independencia de la conectividad eléctrica o digital.

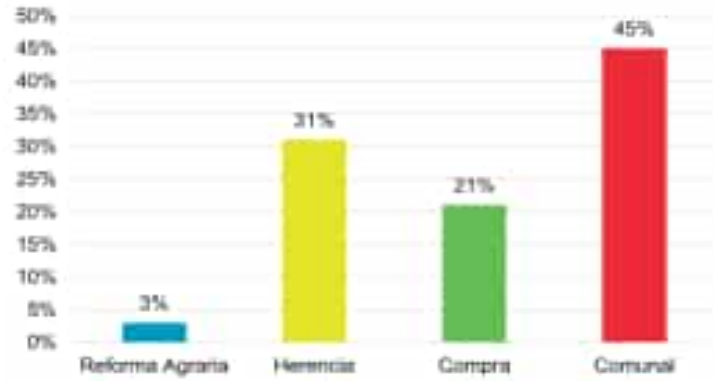
Aunque los celulares están ganando terreno como medio de comunicación preferido, la radio sigue desempeñando un papel fundamental en zonas rurales con acceso limitado a tecnologías más avanzadas. Este análisis evidencia cómo los cambios en infraestructura y desarrollo tecnológico han influido en las preferencias de comunicación de la población en la Región del Chaco.

3.8 Aspectos productivos

3.8.1 Tenencia de tierras

La tenencia de la tierra tiene que ver con la forma de adquisición de la propiedad rural (terrenos), por parte de las familias de la Región del Chaco conformado por los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz.

Gráfico 53. Tenencia de la tierra



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En el gráfico anterior se observa que el 45% de las familias adquirieron sus terrenos cumpliendo una función social dentro de su comunidad, lo que refleja el impacto de los lazos comunitarios en el acceso a la tierra. Por otro lado, el 31% de las familias obtuvo sus terrenos mediante herencia, destacando la transmisión intergeneracional de propiedades desde padres o abuelos como una práctica común en la región. Además, el 21% adquirió sus terrenos mediante compra, lo que evidencia la importancia del mercado como mecanismo de acceso a la tierra. Finalmente, el 3% de las personas señala que obtuvo sus terrenos por la reforma agraria, lo que pone de manifiesto el papel de las políticas públicas en la redistribución de la tierra y el apoyo a los sectores más vulnerables.

3.8.2 Saneamiento de tierras

El Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA) es una institución pública descentralizada para la revolución agraria, que administra la tenencia y el acceso a la tierra de forma eficiente, participativa y transparente, garantizando la equidad y sostenibilidad en la tenencia de la tierra y la seguridad jurídica sobre su propiedad encargada de dotar títulos de los terrenos.

Para ello se requiere de un procedimiento técnico jurídico transitorio destinado a regularizar y perfeccionar el derecho de propiedad agraria y se ejecuta de oficio o a pedido de parte. En las comunidades las familias en su mayor porcentaje cuentan con títulos de sus propiedades y solo algunas familias siguen en proceso de titulación y otros que no cuentan por que viven en zonas comunales. Las fechas más comunes donde ingreso el INRA a sanear sus tierras fueron en los años 1994, 2001, 2014, 2016 y fueron entregados sus títulos en los años 1997, 2015, 2016, 2017, 2018 y 2024.

Proceso continuo: La regularización de tierras aún está en marcha, lo que significa que algunas familias y comunidades están en un proceso pendiente de obtención de títulos, debido a alguna situación particular que se presente. Sin embargo, la mayoría de las familias de la Región del Chaco tienen su título de propiedad.

3.8.3 Superficie cultivable por municipio

La **Tabla 22**, que se presenta a continuación muestra la superficie cultivable por municipio de los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, que integran la Región del Chaco. Esta tabla proporciona un desglose detallado del uso de la tierra en cada municipio, incluyendo la superficie total, medida en hectáreas. Estas superficies incluyen áreas cultivables, esenciales para la producción agrícola, así como terrenos destinados a otros usos, como pastoreo, descanso, pastizales o actividades complementarias.

La **Tabla 22**, presenta un desglose detallado de la distribución de tierras en la Región del Chaco. La superficie total de la región es de 1015616.19 hectáreas, de las cuales 201419.95 hectáreas están destinadas a actividades agrícolas. Dentro de la superficie cultivable, la mayor parte se emplea en cultivos de temporal, con 178910.18 hectáreas, mientras que la superficie cultivada bajo riego es significativamente menor, con 11332.68 hectáreas, lo que destaca una limitada implementación de sistemas de riego. Además, se incluyen 17353.67 hectáreas de tierra en descanso, una práctica relevante para mantener la calidad del suelo.

La actividad ganadera tiene un rol predominante en el uso de la tierra, con 511391.76 hectáreas destinadas al pastoreo en montes, y 95207.95 hectáreas dedicadas a pastizales. Por otro lado, el número total de parcelas cultivadas es de 29185.34, lo que podría indicar un enfoque hacia una producción dispersa o diversificada.

En conclusión, la **Tabla 22** no solo detalla la distribución actual de la tierra, sino que también sirve como una herramienta crítica para impulsar el desarrollo sostenible, mejorar la eficiencia en el uso de recursos y fortalecer la economía local en la Región del Chaco. Por otra parte, analizando los datos del censo agropecuario 2013 (**Tabla 23**), los municipios que forman la Región del Chaco cuentan con un total de 3914006.00 hectáreas. De estas, 401337.40 hectáreas están destinadas a la actividad agrícola, 451581.50 hectáreas a la actividad ganadera, 2950191.60 hectáreas a la actividad forestal y 110895.50 hectáreas a actividades no agrícolas.

Tabla 22. Superficie total cultivable/municipio (ha)

Superficie total (has)								
Departamento	**Chuquisaca**				**Tarija**			
Superficie	**Macharetí**	**Monteagudo**	**Muyupampa**	**Huacaya**	**Yacuiba**	**Caraparí**	**Villamontes**	**Entre Ríos**
Superficie total	49566.37	97129.30	89459.46	5155.69	210189.30	48028.31	70521.28	162053.34
Superficie cultivable	3076.65	9816.61	17300.96	829.31	57050.05	8558.16	23507.09	9661.25
Superficie cultivada bajo riego	46.88	243.39	115.42	21.68	1875.65	1116.94	1125.58	4388.13
Superficie Cultivada a Temporal	2941.87	9248.71	17012.42	754.65	55174.40	6530.56	13968.83	5273.13
Superficie de tierra en descanso	164.09	1582.02	2793.08	32.11	1071.80	930.78	2484.34	958.75
Superficie de pastoreo(monte)	41438.14	60970.09	48676.98	3261.04	78253.05	28225.31	21982.41	135355.83
Superficie de Pastizales	1898.74	15268.48	3560.60	256.90	16764.35	2666.56	7453.03	6416.25
Nº de parcelas cultivadas	966.95	4802.84	2377.58	205.52	3914.40	1589.88	1291.50	2507.50

Superficie total (has)							Total has
Departamento	**Santa Cruz**						
Superficie	**Lagunilla**	**Cabezas**	**Cuevo**	**Camiri**	**Boyuibe**	**Charagua**	
Superficie total	41163.97	178394.16	4760.34	11328.35	8215.19	39651.13	1015616.19
Superficie cultivable	8376.82	44218.62	1881.14	2306.36	639.35	14197.58	**201419.95**
Superficie cultivada bajo riego	0.00	1969.25	10.90	313.22	1.03	104.61	**11332.68**
Superficie Cultivada a Temporal	8392.70	41988.38	1486.75	2008.24	287.63	13841.91	178910.18
Superficie de tierra en descanso	714.84	5937.75	18.52	493.50	25.64	146.45	**17353.67**
Superficie de pastoreo(monte)	23139.51	49762.91	1071.03	5574.54	6923.15	6757.77	**511391.76**
Superficie de Pastizales	540.10	34517.25	292.00	632.49	338.39	4602.81	**95207.95**
Nº de parcelas cultivadas	1069.61	6981.75	165.61	694.93	106.64	2510.63	**29185.34**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 23. Superficie cultivable por municipio/Región del Chaco (ha)

Superficie en hectáreas								
Departamento	**Chuquisaca**				**Tarija**			
Usos de la tierra	**Macharetí**	**Monteagudo**	**Muyupampa**	**Huacaya**	**Yacuiba**	**Caraparí**	**Villamontes**	**Entre Ríos**
Agrícola	9869.30	28638.50	17539.80	2497.80	58009.10	11621.80	11776.90	16593.00
Superficie cultivada de verano	2986.50	10530.20	9070.50	1339.20	53015.20	9390.20	4614.20	11249.00
= Superficie sin riego	2947.80	9931.40	8737.70	1260.70	52170.60	8078.00	3736.50	9085.50
= Superficie con riego	38.70	598.80	332.80	78.50	844.60	1312.10	877.80	2163.50
Superficie tierras en barbecho	2813.30	4264.40	3040.50	1.30	2341.50	646.10	3191.30	758.00
Superficie tierras en descanso	4069.50	13843.90	5428.80	1157.40	2652.40	1585.50	3971.40	4586.10
Ganadería	54983.30	21797.00	9532.10	6309.50	14503.10	8630.40	12271.50	9579.60
Pastos cultivados	4042.10	8397.40	4894.10	695.00	10979.20	3487.70	6458.00	1327.90
Pastos naturales	50941.30	13399.70	4638.00	5614.50	3523.90	5142.60	5813.50	8251.80
Forestal	357675.90	62903.40	81938.30	34596.10	214009.20	80107.90	662993.20	60340.90
Plantaciones forestales maderables	460.10	1197.40	736.40	7.30	240.20	389.10	147.50	51.10
Bosques o montes	357215.80	61706.00	81202.00	34588.80	213769.10	79718.80	662845.80	60289.80
No agrícola	3359.70	12491.70	2060.90	1059.60	9058.70	1781.10	4645.60	1838.20
Otras Tierras	3359.70	12491.70	2060.90	1059.60	9058.70	1781.10	4645.60	1838.20
Total	**425888.20**	**125830.60**	**111071.10**	**44462.90**	**295580.10**	**102141.10**	**691687.20**	**88351.80**

Continua de la **Tabla 23.**

Superficie en hectáreas							Total Has
Departamento	**Santa Cruz**						
Usos de la tierra	**Lagunillas**	**Cabezas**	**Cuevo**	**Camiri**	**Boyuibe**	**Charagua**	
Agrícola	11479.50	89904.50	6979.00	10177.10	4302.60	121948.20	401337.40
Superficie cultivada de verano	9255.90	57938.00	2114.20	2914.10	665.10	35105.10	210187.30
= Superficie sin riego	9040.90	56778.40	1975.70	2764.40	663.90	30223.30	197394.80
= Superficie con riego	215.00	1159.60	138.50	149.60	1.20	4881.80	12792.50
Superficie tierras en barbecho	1038.00	19963.50	1748.50	1499.30	2269.50	59122.00	102697.20
Superficie tierras en descanso	1185.60	12003.10	3116.30	5763.80	1368.00	27721.10	88452.90
Ganadería	3804.90	135684.10	8831.60	4143.70	2561.00	158949.50	451581.50
Pastos cultivados	804.40	120898.30	987.60	388.60	905.00	47614.60	211879.90
Pastos naturales	3000.50	14785.70	7844.00	3755.20	1656.00	111334.90	239701.60
Forestal	39881.40	201551.50	6917.00	12598.70	104529.20	1030148.40	2950191.60
Plantaciones forestales maderables	7.10	983.70	6.30	1124.30	0.00	113.00	5463.50
Bosques o montes	39874.30	200567.80	6910.80	11474.50	104529.20	1030035.40	2944728.10
No agrícola	758.00	31365.60	1072.00	309.60	635.20	40459.60	110895.50
Otras Tierras	758.00	31365.60	1072.00	309.60	635.20	40459.60	110895.50
Total	**55923.80**	**458505.70**	**23799.50**	**27229.10**	**112028.10**	**1351505.70**	**3914006.00**

Fuente: INE, censo agropecuario 2013.

Haciendo una comparación de datos sobre la superficie cultivable, según el trabajo de campo realizado se tienen 201419.95 has, mientras que el censo agropecuario tiene 210187.30 has, lo que hace que haya una diferencia del -4.16%, es decir que la superficie cultivable se redujo con respecto al trabajo de campo, esto se debe a la incidencia de los factores climáticos adversos a la producción de la región, lo que hace que se reduzca y/o pierda la producción por ende se reduce la superficie cultivable.

Por otra parte, analizando la superficie que se destina para el pastoreo y la producción pecuaria, en el trabajo de campo se tienen 606599.71 hectáreas y en los datos del censo agropecuario se tiene 451581.50 hectáreas, lo que hace una diferencia del 34.33%, esto se debe a que incrementaron las superficies destinadas para el pastoreo del ganado respecto a los datos del trabajo de campo realizado.

3.8.4 Superficies de cultivos actividad agrícola

La **Tabla 24**, detalla la distribución de las superficies de terrenos cultivables en los municipios pertenecientes a los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, que conforman la Región del Chaco. Esta tabla desglosa las superficies destinadas a cada cultivo identificado en el diagnóstico realizado, proporcionando una visión clara sobre las prácticas agrícolas y el uso de la tierra en esta región.

Esta tabla no solo proporciona un análisis cuantitativo de las superficies agrícolas, sino que también se convierte en una herramienta esencial para impulsar el desarrollo agrícola sostenible, mejorar la productividad y reforzar la seguridad alimentaria en la Región del Chaco.

En esta tabla se detalla la distribución de la superficie cultivable en la Región del Chaco, que alcanza un total de 82625.18 hectáreas. De acuerdo al tamaño de la superficie cultivable, destacan los cultivos como el maíz (59270.28 has), el maní (7295.54 has), la soya (4734.64 has), el poroto - frejol (2303.64 has), la papa (1646.05 has), el trigo (1429.17 has) y el sorgo (1352.08 has).

Para la producción de los cultivos más representativos, se requiere de factores como semillas, insumos, materiales, mano de obra entre otros, los cuales son necesarios, por otra parte, al tener una infraestructura de riego para irrigar los cultivos es importante con lo que se garantizaría la producción.

Tabla 24. Superficie cultivada (ha) por tipo de cultivo

Principales cultivos - Superficie en hectáreas								
Departamento	**Chuquisaca**				**Tarija**			
Cultivos	**Macharetí**	**Monteagudo**	**Muyupampa**	**Huacaya**	**Yacuiba**	**Caraparí**	**Villamontes**	**Entre Ríos**
Maíz	1418.19	3813.06	8852.46	427.10	5568.13	6153.22	1837.33	1499.58
Maní	41.02	876.19	634.79	61.85	3908.75	161.00	179.38	73.75
Papa	2.93	147.33	0.00	0.00	276.56	171.06	44.84	983.33
Anco	2.93	0.00	0.00	3.21	0.00	0.00	53.81	0.00
Acelga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.48	0.00
Cebolla	0.00	0.00	0.00	0.03	196.67	0.00	4.48	0.00
Soya	0.00	0.00	0.00	0.00	3995.83	0.00	412.56	0.00
Poroto - Frijol	61.53	0.00	865.63	61.01	0.00	0.00	35.88	0.00
Zapallo	17.58	0.00	0.00	19.27	0.00	0.00	17.94	0.00
Tomate	0.00	8.11	0.00	0.00	24.58	0.00	4.48	0.00
Yuca	17.58	24.34	11.54	6.42	0.00	0.40	22.42	0.00
Camote	0.00	0.00	0.00	3.21	0.00	0.00	8.97	0.00
Sandía	23.44	64.90	0.00	1.61	0.00	20.13	197.31	0.00
Lechuga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Repollo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00
Sésamo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Chía	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Arroz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Morrón - Pimiento	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Trigo	0.00	0.00	0.00	0.00	1429.17	0.00	0.00	0.00

Continua de la **Tabla 24.**

Principales cultivos - Superficie en hectáreas								
Departamento	**Chuquisaca**				**Tarija**			
Cultivos	**Macharetí**	**Monteagudo**	**Muyupampa**	**Huacaya**	**Yacuiba**	**Caraparí**	**Villamontes**	**Entre Ríos**
Sorgo	0.00	0.00	0.00	0.00	1352.08	0.00	0.00	0.00
Brócoli	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00
Estevia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.06	0.00	0.00
Maíz Choclero	0.00	64.90	0.00	8.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Ají	0.00	97.35	28.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pepino	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Perejil	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	**1585.20**	**5096.18**	**10393.27**	**591.74**	**16751.77**	**6516.85**	**2823.88**	**2556.66**

Principales cultivos - Superficie en hectáreas							Total has.
Departamento	**Santa Cruz**						
Cultivos	**Lagunillas**	**Cabezas**	**Cuevo**	**Camiri**	**Boyuibe**	**Charagua**	
Maíz	5239.48	15678.27	324.69	1102.00	253.79	7102.98	**59270.28**
Maní	1355.54	0.00	3.27	0.00	0.00	0.00	**7295.54**
Papa	0.00	0.00	0.00	20.00	0.00	0.00	**1646.05**
Anco	0.00	0.00	2.18	0.00	0.00	0.00	**62.13**
Acelga	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**4.48**
Cebolla	0.00	0.00	0.01	28.00	0.00	25.11	**254.30**

Continua de la **Tabla 24.**

Principales cultivos - Superficie en hectáreas							Total has.
Departamento	**Santa Cruz**						
Cultivos	**Lagunillas**	**Cabezas**	**Cuevo**	**Camiri**	**Boyuibe**	**Charagua**	
Soya	0.00	326.25	0.00	0.00	0.00	0.00	**4734.64**
Poroto - Frijol	108.55	65.25	48.51	92.00	13.33	951.95	**2303.64**
Zapallo	10.59	0.00	43.06	1.01	86.65	322.20	**518.30**
Tomate	0.00	32.63	0.00	14.00	0.00	0.00	**83.80**
Yuca	0.00	65.25	0.00	0.00	6.15	313.83	**467.93**
Camote	0.00	0.00	0.00	0.00	11.28	0.00	**23.46**
Sandía	0.00	65.25	0.00	5.00	0.41	41.84	**419.89**
Lechuga	0.00	0.00	0.54	0.00	0.00	0.00	**0.54**
Repollo	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	**0.49**
Sésamo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	585.81	**585.81**
Chía	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	627.66	**627.66**
Arroz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	271.98	**271.98**
Morrón - Pimiento	0.00	32.63	0.00	3.00	0.00	0.00	**35.63**
Trigo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1429.17
Sorgo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**1352.08**
Brócoli	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**0.50**
Estevia	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**10.06**
Maíz Choclero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	**72.93**
Ají	0.00	32.63	0.00	0.00	0.00	0.00	**158.83**
Pepino	0.00	978.75	0.00	0.00	0.00	0.00	**978.75**
Perejil	0.00	16.31	0.00	0.00	0.00	0.00	**16.31**
Total	**6714.16**	**17293.22**	**422.27**	**1265.01**	**371.61**	**10243.36**	**82625.18**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

3.8.5 Superficie de cultivos actividad frutícola

En los diferentes municipios de la Región del Chaco se cultivan una variedad de frutales, cuya producción depende de factores como la temporada (verano o invierno), las condiciones climáticas predominantes, las características económicas y espaciales, así como la capacidad productiva de cada área. En la **Tabla 25**, se detalla la superficie destinada a la producción frutícola en cada municipio, proporcionando un análisis claro de las áreas más representativas en términos de cultivo.

La tabla detalla la superficie destinada a la producción frutícola en la Región del Chaco, alcanzando un total de 846.48 hectáreas. Los cítricos constituyen el principal grupo de cultivos, con una superficie de 488.79 hectáreas, destacando productos como el limón (36.81 ha), la mandarina (8.11 ha), la lima (10.98 ha), y el pomelo (57.65 ha). Dentro de los cultivos más representativos también se encuentra la vid, con 138.50 hectáreas, consolidándose como un cultivo significativo en la región.

La amplia variedad de cultivos frutales en la región muestra la capacidad de adaptación de los agricultores a distintas condiciones climáticas y de suelo, aprovechando las ventajas comparativas de cada municipio.

La producción frutícola representa una fuente importante de ingresos para las familias rurales, contribuyendo al sustento local y al dinamismo económico de la región. La venta de frutas tanto frescas como procesadas permite acceso a mercados internos y, en algunos casos, oportunidades de exportación si fuera el caso.

El cultivo según la temporada refleja la necesidad de planificar la producción en función de las variaciones climáticas, asegurando rendimientos estables durante el año y reduciendo el impacto de fenómenos climáticos adversos.

Al diversificar los cultivos y utilizar prácticas agrícolas adecuadas, se fomenta un modelo productivo sostenible que protege los recursos naturales y contribuye a la seguridad alimentaria.

Este análisis es fundamental para que los tomadores de decisiones diseñen políticas y programas específicos de apoyo a la fruticultura, como el acceso a semillas mejoradas, capacitación técnica, implementación de sistemas de riego y facilidades para el transporte y comercialización.

La producción frutícola en la Región del Chaco es una actividad clave que combina aspectos económicos, sociales y ambientales. La información presentada en la **Tabla 25** no solo ayuda a entender la distribución de cultivos, sino que también sirve como herramienta estratégica para promover el desarrollo agrícola sostenible y fortalecer el bienestar de las comunidades locales.

Tabla 25. Producción frutícola de la Región del Chaco

Superficie de la producción frutícola en hectáreas								
Departamento	**Chuquisaca**				**Tarija**			
Principales Frutales	**Macharetí**	**Monteagudo**	**Muyupampa**	**Huacaya**	**Yacuiba**	**Caraparí**	**Villamontes**	**Entre Ríos**
Vid	0.00	0.00	0.00	0.00	107.18	10.06	8.97	12.29
Durazno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.64	0.00	27.09
Cítricos	63.29	71.07	23.31	2.05	49.86	46.11	84.57	37.00
Chirimoya	1.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pomelo	0.59	0.00	0.00	0.00	46.60	0.00	0.00	0.00
Mango	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.38	0.00
Manzana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.03	0.00	0.00
Palta	0.00	0.00	0.00	0.00	10.72	0.00	18.12	0.00
Papaya	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	17.94	0.00
Naranja	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mandarina	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Limón	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00
Plátano	0.00	3.25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lima	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	**65.33**	**74.32**	**23.31**	**2.13**	**214.36**	**66.84**	**134.98**	**76.38**

Continua de la **Tabla 25.**

Superficie de la producción frutícola en hectáreas							
Departamento	**Santa Cruz**						**Total**
Principales Frutales	**Lagunilla**	**Cabezas**	**Cuevo**	**Camiri**	**Boyuibe**	**Charagua**	
Vid	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	138.50
Durazno	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.73
Cítricos	2.65	91.35	0.92	0.00	0.00	16.61	488.79
Chirimoya	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17
Pomelo	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.46	57.65
Mango	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	9.21	14.87
Manzana	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.03
Palta	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.21	30.05
Papaya	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	17.96
Naranja	0.00	0.00	0.57	0.00	0.01	0.00	0.58
Mandarina	0.00	0.00	0.11	8.00	0.00	0.00	8.11
Limón	0.00	11.75	0.11	3.00	0.03	21.84	36.81
Plátano	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.25
Lima	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	10.88	10.98
Total	**2.65**	**103.10**	**1.73**	**12.10**	**0.04**	**69.21**	**846.48**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 26. Producción pecuaria de la Región del Chaco

Total de cabezas								
Departamento	**Chuquisaca**				**Tarija**			
Tipo de Ganado	**Macharetí**	**Monteagudo**	**Muyupampa**	**Huacaya**	**Yacuiba**	**Caraparí**	**Villamontes**	**Entre Ríos**
Bovinos de carne	12857.00	45367.00	20152.00	3186.00	31595.00	26827.00	21382.00	2006.00
Bovinos de leche	3235.00	195.00	2863.00	308.00	2237.00	1127.00	1087.00	1121.00
Caprinos	703.00	227.00	0.00	170.00	4287.00	1006.00	4664.00	0.00
Ovinos	902.00	325.00	416.00	491.00	727.00	96.00	2637.00	4769.00
Porcinos	4477.00	4413.00	923.00	751.00	25117.00	14007.00	11265.00	4818.00
Caballos	0.00	746.00	162.00	0.00	233.00	81.00	0.00	1278.00
Aves	11146.00	1165.00	57755.00	3224.00	53823.00	24633.00	22207.00	9293.00
Total	**33322.00**	**62924.00**	**8227.00**	**8131.00**	**124562.00**	**7728.00**	**73024.00**	**51428.00**

Total de cabezas							Total
Departamento	**Santa Cruz**						
Tipo de Ganado	**Lagunilla**	**Cabezas**	**Cuevo**	**Camiri**	**Boyuibe**	**Charagua**	
Bovinos de carne	7445.00	115884.00	1745.00	276.00	3714.00	35149.00	**348123.00**
Bovinos de leche	890.00	0.00	279.00	0.00	171.00	4435.00	**39359.00**
Caprinos	487.00	3067.00	200.00	252.00	250.00	14352.00	**29665.00**
Ovinos	0.00	261.00	427.00	0.00	205.00	159.00	**31242.00**
Porcinos	784.00	1175.00	586.00	1168.00	693.00	8704.00	**78881.00**
Caballos	0.00	1631.00	15.00	30.00	10.00	586.00	**4772.00**
Aves	9192.00	41108.00	1911.00	5479.00	1255.00	56405.00	309081.00
Total	**18798.00**	**165474.00**	**5164.00**	**9689.00**	**7839.00**	**121221.00**	**841123.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

3.8.6 Actividad pecuaria

En la **Tabla 26**, se detalla la cantidad total de ganado producido en cada municipio de la Región del Chaco. Esta tabla proporciona una visión clara de la distribución ganadera en la región, incluyendo cifras específicas por especie y municipio, lo que permite evaluar la importancia de la actividad ganadera en la economía local y su impacto en el desarrollo rural. La diversidad en la producción refleja la adaptabilidad de los sistemas agropecuarios a las condiciones climáticas, sociales y económicas predominantes en los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz.

La tabla detalla la cantidad de animales de diferentes especies que se crían en la Región del Chaco, alcanzando un total de 841123 ejemplares. Los bovinos de carne son la especie predominante, con 348123 cabezas, lo que refleja su importancia en la economía y el sustento de la región. Los bovinos de leche, con 39359 ejemplares, representan un componente significativo para la producción láctea. Entre los animales menores, los porcinos cuentan con una población considerable de 78881, mientras que los caprinos y ovinos tienen poblaciones de 29665 y 31242 respectivamente, desempeñando roles importantes en la diversificación de la actividad ganadera.

Los caballos, con 4772 ejemplares, son menos numerosos pero esenciales para actividades como transporte en áreas rurales. Las aves, con un total de 309081, conforman una parte fundamental de la producción avícola, especialmente en términos de carne y huevos para el consumo local y regional.

Esta tabla no solo detalla la distribución ganadera en la Región del Chaco, sino que también evidencia la importancia estratégica de estos sectores para la economía regional, la seguridad alimentaria y el desarrollo rural. Su análisis contribuye a identificar áreas prioritarias para intervenciones que potencien la productividad, fortalezcan el manejo sostenible y promuevan el bienestar de las comunidades rurales.

3.8.7 Actividad apícola

La apicultura es una actividad productiva que se lleva a cabo en todos los municipios de la Región del Chaco (**Tabla 27**), consolidándose como una fuente importante de ingresos y sustento para muchas familias locales. En la región, se cuenta con un total de 46989 cajas destinadas a la producción de miel, lo que evidencia el alcance de esta práctica en la zona.

El rendimiento promedio por caja es de 19 kilogramos de miel, lo que refleja un nivel productivo significativo, mientras que el precio promedio de comercialización de la miel se sitúa en 32 Bs/kg, posicionando este producto como una alternativa económica competitiva en los mercados locales y regionales.

Tabla 27. Producción apícola

Departamento	Municipio	Numero cajas	Producción promedio miel kg/caja	Precio bs/kg
Chuquisaca	Macharetí	3762.00	12.00	39.00
	Monteagudo	19925.00	6.00	34.00
	Muyupampa	6671.00	13.00	30.00
	Huacaya	1291.00	50.00	29.00

Departamento	Municipio	Numero cajas	Producción promedio miel kg/caja	Precio bs/kg
Tarija	Yacuiba	1631.00	13.00	31.00
	Caraparí	2457.00	6.00	30.00
	Villamontes	1804.00	12.00	30.00
	Entre Ríos	3048.00	19.00	20.00
Santa Cruz	Lagunilla	106.00	32.00	30.00
	Cabezas	1631.00	9.00	54.00
	Cuevo	802.00	20.00	36.00
	Camiri	423.00	6.00	37.00
	Boyuibe	174.00	27.00	23.00
	Charagua	3264.00	40.00	33.00
	Total	**46989.00**	**19.00**	**32.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La producción de miel no solo contribuye a la generación de ingresos directos para los apicultores, sino que también dinamiza la economía local a través de la comercialización en mercados locales y potencialmente en mercados más amplios. La apicultura promueve la conservación de los ecosistemas locales, ya que las abejas desempeñan un papel fundamental en la polinización, favoreciendo la biodiversidad y el rendimiento de otros cultivos agrícolas en la región.

Este sector tiene un alto potencial para el desarrollo de productos con valor agregado, como miel orgánica, jaleas reales, propóleos y cosméticos naturales, lo que podría incrementar los ingresos de los productores y diversificar las oportunidades económicas. los datos reflejan una buena capacidad productiva, la actividad podría beneficiarse de la incorporación de tecnología avanzada, capacitación en manejo apícola y estrategias de comercialización que permitan a los apicultores acceder a mercados nacionales e internacionales.

La **Tabla 27** evidencia la necesidad de implementar programas que fortalezcan la apicultura en la región, como el acceso a financiamiento, subsidios para insumos, apoyo técnico y generación de redes de productores para fomentar la cooperación y el intercambio de conocimientos. La apicultura en la Región del Chaco constituye una actividad clave tanto en términos económicos como ambientales.

Su desarrollo no solo garantiza una fuente de ingresos sostenible para los apicultores, sino que también contribuye a la conservación de los ecosistemas y al fortalecimiento del tejido económico local. Maximizar su potencial requerirá de esfuerzos conjuntos entre los productores, las instituciones locales y los mercados.

3.8.8 Otras actividades productivas

La **Tabla 28** que se presenta a continuación se describen diversas actividades productivas complementarias que se llevan a cabo en los municipios de la Región del Chaco, pertenecientes a los departamentos de Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz. Estas actividades incluyen la piscicultura, el uso de plantas con fines medicinales y, en menor medida, actividades industriales. Aunque estas prácticas tienen un impacto limitado en comparación con las actividades agrícolas y pecuarias predominantes, su desarrollo contribuye a la diversificación económica de la región y al aprovechamiento de recursos locales.

Tabla 28. Otras actividades productivas

Departamento	Municipio	Piscícola	Medicinal	Industrial
Chuquisaca	Macharetí	1	1	
	Monteagudo	1	1	
	Muyupampa		1	1
	Huacaya	1	1	
Tarija	Yacuiba	1	1	1
	Caraparí	1	1	1
	Villamontes	1	1	1
	Entre Ríos	1	1	
Santa Cruz	Lagunilla		1	
	Cabezas	1	1	1
	Cuevo		1	
	Camiri	1	1	
	Boyuibe	1		
	Charagua	1	1	

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La **actividad piscícola** se lleva a cabo en varios municipios, destacando el cultivo y manejo de peces como una opción estratégica para mejorar la seguridad alimentaria y generar ingresos adicionales. Este tipo de producción es particularmente relevante en áreas donde las fuentes de agua permiten su desarrollo sostenible, representando una alternativa productiva que puede integrarse fácilmente con otras prácticas agrícolas.

El uso de **plantas medicinales** es una práctica extendida en los municipios de la región, basada en el conocimiento ancestral de las comunidades locales. Esta actividad, además de contribuir al bienestar y la salud de la población, tiene potencial para ser desarrollada a mayor escala mediante su incorporación en mercados naturales o farmacéuticos. La riqueza en biodiversidad de la Región del Chaco proporciona una base sólida para esta práctica.

Aunque menos desarrollada en comparación con las otras actividades, el **sector industrial** está presente en algunos municipios, con prácticas vinculadas a la transformación de productos agrícolas y pecuarios. Estas actividades representan una oportunidad importante para agregar valor a los productos locales, aumentar su competitividad en el mercado y mejorar los ingresos de los productores. Esta tabla destaca la importancia de actividades productivas complementarias en los municipios de la Región del Chaco, que, aunque realizadas en menor escala, tienen el potencial de transformar positivamente la economía local y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Desarrollar estas actividades de manera sostenible y apoyada por políticas públicas específicas es esencial para maximizar su impacto.

Capítulo 4

4 Aspectos biofísicos

4.1 Criterios climáticos

La Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia, está expuesta a condiciones climáticas, edáficas y topográficas muy variadas, que determinan una diversificación agrícola y ganadera a nivel de regiones. Para tomar la decisión sobre el uso que se le debe dar a un determinado tipo de suelos, deben ser considerados varios factores, uno de ellos es el climático, que es el objeto de este acápite. El clima es un recurso natural, es uno de los factores que más influye en la adaptación, distribución y productividad de muchos cultivos que contribuyen a la seguridad alimentaria de los actores locales. Los diferentes procesos fisiológicos que presentan las plantas tienen mucha relación con el comportamiento de los diferentes parámetros climáticos, cuyos valores óptimos garantizan la mayor expresión genética de la planta. Entender la importancia de las condiciones climáticas que inciden directamente sobre el crecimiento y producción de los cultivos, permite valorar el potencial de los elementos del clima disponible, sus restricciones y sus efectos en los sistemas productivos.

Para el análisis climático, se utilizó la información del Balance Hídrico de Bolivia para el período histórico 1980 - 2020, acompañado de una grilla meteorológica con 40 años de registros, constituye una herramienta esencial para el análisis hidrológico y climático con datos actualizados (Ed. 2024). Para la regionalización espacial de parámetros como la precipitación y la temperatura, se empleó el método de interpolación del Gridded Meteorological Ensemble Tool (GMET). A partir de esta información, se generaron rásters con una resolución de 12.5 x 12.5 metros, lo que permitió desarrollar una climatología espacial detallada para las Regiones del Chaco y los Valles Mesotérmicos.

Los datos provenientes de las estaciones meteorológicas del SENAMHI, específicas para cada municipio del área de influencia, fueron obtenidos directamente de las oficinas departamentales del SENAMHI y complementados con información del Sistema de Información Nacional de Datos Hidrometeorológicos (INADHI), disponible en la página web del SENAMHI. Se seleccionaron un total de 22 estaciones, tanto climatológicas como pluviométricas, ubicadas en la zona de estudio.

Tabla 29. Estaciones analizadas para el estudio climático

N°	Estación	Longitud (Sur)	Latitud (Oeste)	Altitud (m)	Tipo de estación	Período de registro
1	Pajonal (Entre Ríos)	21° 30' 11.00"	64° 10' 14.00"	1260.00	Climatológica	1979 - 2019
2	Itaú (Capaparí)	21° 42' 15.12"	63° 52' 6.96"	970.00	Climatológica	1999 - 2020
3	Yacuiba (Aeropuerto)	21° 57' 56.16"	63° 39' 15.84"	654.00	Climatológica	1958 - 2018
4	Villamontes (Aeropuerto)	21° 15' 0.00"	63° 27' 0.00"	403.00	Climatológica	1998 - 2019
5	Aguaraycito (Villamontes)	21° 23' 24.00"	63° 24' 43.92"	396.00	Climatológica	1970 - 2020
6	Palmar Grande (Villamontes)	21° 31' 53.04"	63° 26' 30.84"	464.00	Climatológica	1981 - 2020
7	Macharetí	20° 48' 49.00"	63° 21' 36.00"	660.00	Climatológica	1986 - 2020
8	Monteagudo (El Bañado)	19° 49' 16.00"	63° 57' 47.00"	1117.00	Climatológica	1986 - 2020
9	Muyupampa	19° 52' 0.00"	63° 46' 0.00"	1090.00	Climatológica	1944 - 2008
10	Huacaya	20° 44' 38.04"	63° 39' 51.12"	898.00	Climatológica	2012 - 2021
11	Boyuibe	20° 26' 8.88"	63° 16' 37.92"	800.00	Pluviométrica	1977 - 2021
12	Cuevo	20° 27' 16.92"	63° 30' 53.99"	1033.00	Climatológica	2011 - 2023
13	Camiri - Aeropuerto	20° 0' 24.12"	63° 31' 32.88"	810.00	Climatológica	1946 - 2024
14	Charagua	19° 47' 3.84"	63° 11' 49.92"	735.00	Pluviométrica	1977 - 1996
15	Santiago de Chiquitos (Charagua)	18° 30' 0.00"	60° 20' 0.00"	624.00	Climatológica	1982 - 2017
16	Florida (Cabezas)	18° 33' 56.00"	63° 22' 45.00"	570.00	Pluviométrica	1977 - 2016
17	Puerto Camacho (Cabezas)	18° 52' 0.00"	63° 28' 0.00"	432.00	Climatológica	1947 - 1971
18	Vallegrande (Aeropuerto)	18° 28' 54.84"	64° 6' 29.16"	2030.00	Climatológica	1950 - 2024
19	Vallegrande (SENAMHI)	18° 28' 0.00"	64° 6' 0.00"	1998.00	Climatológica	1978 - 1994
20	Santa Ana (Pampagrande)	18° 4' 59.88"	64° 9' 0.00"	2400.00	Climatológica	1981 - 2010
21	Comarapa	17° 54' 48.96"	64° 31' 46.92"	1814.00	Climatológica	1963 - 2024
22	El Quiñe (Comarapa)	18° 4' 59.88"	64° 21' 0.00"	1930.00	Climatológica	2007 - 2019

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En el **Mapa 2**, se muestra la ubicación espacial de las 22 estaciones climáticas y pluviométricas, diseminadas en toda el área de estudio. La validación de los datos climáticos generados por el GMET se realizó mediante la comparación con los registros de las estaciones terrestres del SENAMHI, seleccionadas por regiones climáticas. Se aplicaron métodos estadísticos utilizando indicadores como el Índice de Nash - Sutcliffe (NS) y el Sesgo Estadístico (BIAS), con el propósito de calcular el coeficiente de correlación y validar los resultados. Toda la información recopilada y generada fue revisada minuciosamente, complementada y validada para su integración en el estudio. Las herramientas utilizadas en el análisis climatológico incluyeron ArcGIS 10.8, WEAP, PETP y Excel, lo que permitió evaluar parámetros clave como temperatura, precipitación, humedad relativa, radiación solar, vientos, heladas, evapotranspiración potencial, clasificación climática, balance hídrico y cultivos priorizados. Las estaciones incluidas en este análisis abarcan diferentes regiones, lo que permite entender mejor las variaciones térmicas locales, estas estaciones son las estaciones utilizadas del SENAMHI.

Tabla 30. Estaciones utilizadas del SENAMHI

N°	Estación	Latitud (Sur)	Longitud (Oeste)	Altitud (m)	Tipo de estación	Período de registro
1	Villamontes (Aeropuerto)	21° 15' 0.0"	63° 27' 0.0"	403.00	Climatológica	1998 - 2019
2	Vallegrande (Aeropuerto)	18° 28' 54.84"	64° 6' 29.16"	2030.00	Climatológica	1950 - 2024
3	Camiri (Aeropuerto)	20° 0' 24.12"	63° 31' 32.88"	810.00	Climatológica	1946 - 2024

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Al realizar la aplicación del programa Meteonorm 8 partiendo con los datos medidos de las estaciones meteorológicas. El software nos proyecta los escenarios climáticos futuros (**Mapa 3**).

4.1.1 Precipitación

El NSIDC (2006), define a la precipitación como el conjunto de partículas de agua, tanto líquidas como sólidas, que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.

4.1.1.1 Distribución espacial de la precipitación

Debido al relieve topografía de la región de Chaco y Valles, el comportamiento espacial de la precipitación es muy variado, entendida como el promedio multianual ajustado mediante series de tiempo, tomando como unidad de medida el milímetro de agua lluvia (un milímetro de agua de lluvia equivale a un litro por metro cuadrado) (**Mapa 4**).

Al analizar el comportamiento espacial de la precipitación total anual, se observa que las zonas con las precipitaciones más bajas, entre 500 y 700 mm, se encuentran al oeste del área de estudio. Estas áreas están representadas en el **Mapa 4** por una franja de color verde que abarca desde el departamento de Tarija, pasando por Chuquisaca, y extendiéndose hasta los valles cruceños, específicamente en el municipio de Comarapa.

Siguiendo en dirección oeste - este, se identifican dos franjas separadas de color rojo, con precipitaciones entre 700 y 900 mm. La primera franja es contigua a la anterior, mientras que la segunda se encuentra en medio de la llanura chaqueña beniana. Por otro lado, destaca una zona diferenciada de color crema, con precipitaciones entre 900 y 1100 mm, localizada en el noreste, abarcando gran parte de la llanura chaqueña cruceña.

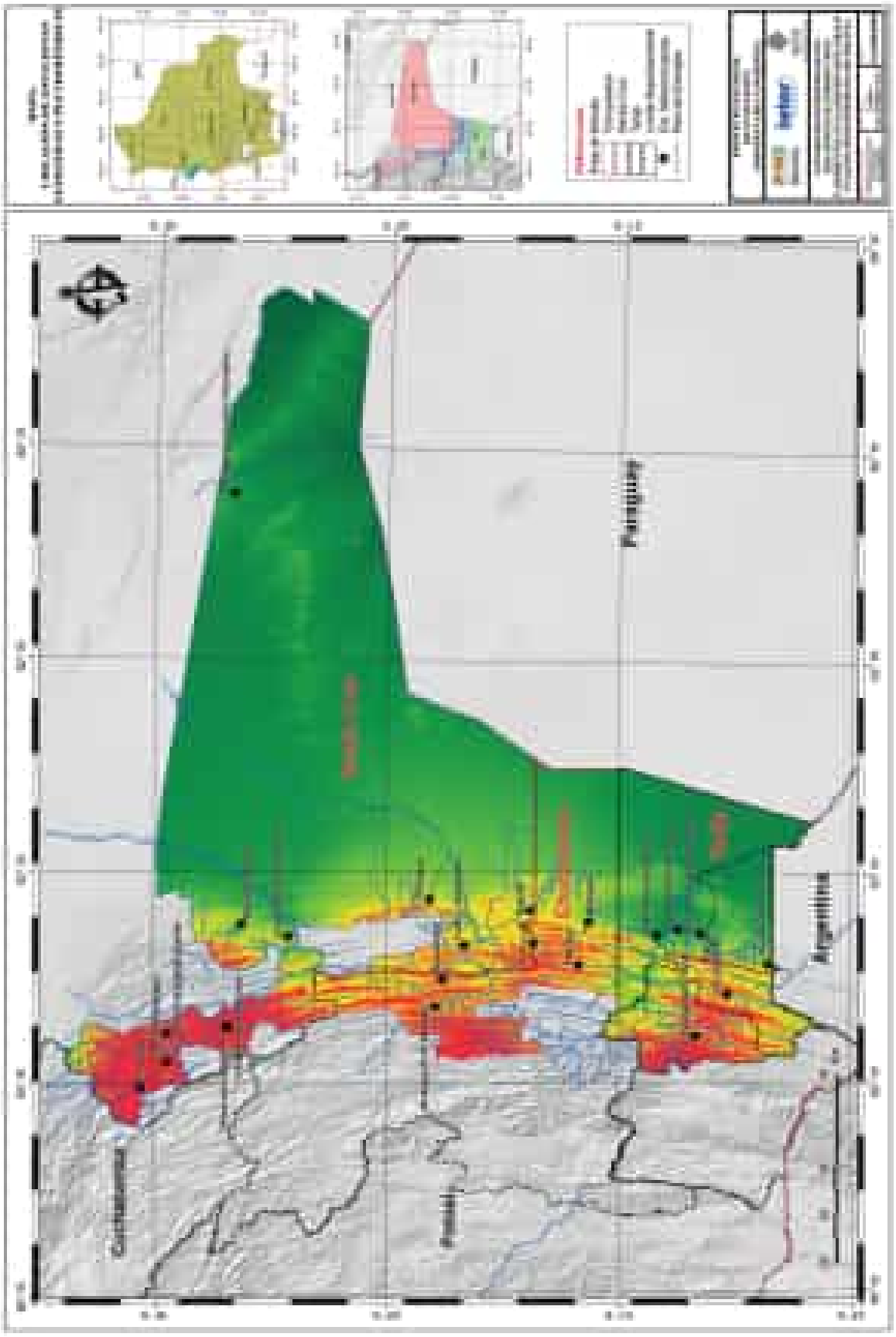
Estos valores pueden ser comparados con los rangos de precipitación definidos por el método de Holdridge, ajustado por el IAGC (1999), para obtener un análisis más detallado de las condiciones climáticas.

Tabla 31. Rangos de precipitación anual

Denominación precipitación	Rangos de precipitación anual (mm/año)
Árido	0 a 500
Muy Seco	501 a 1000
Seco	1001 a 2000
Húmedo	2001 a 3000
Muy Húmedo	3001 a 7000
Pluvial	> 7000

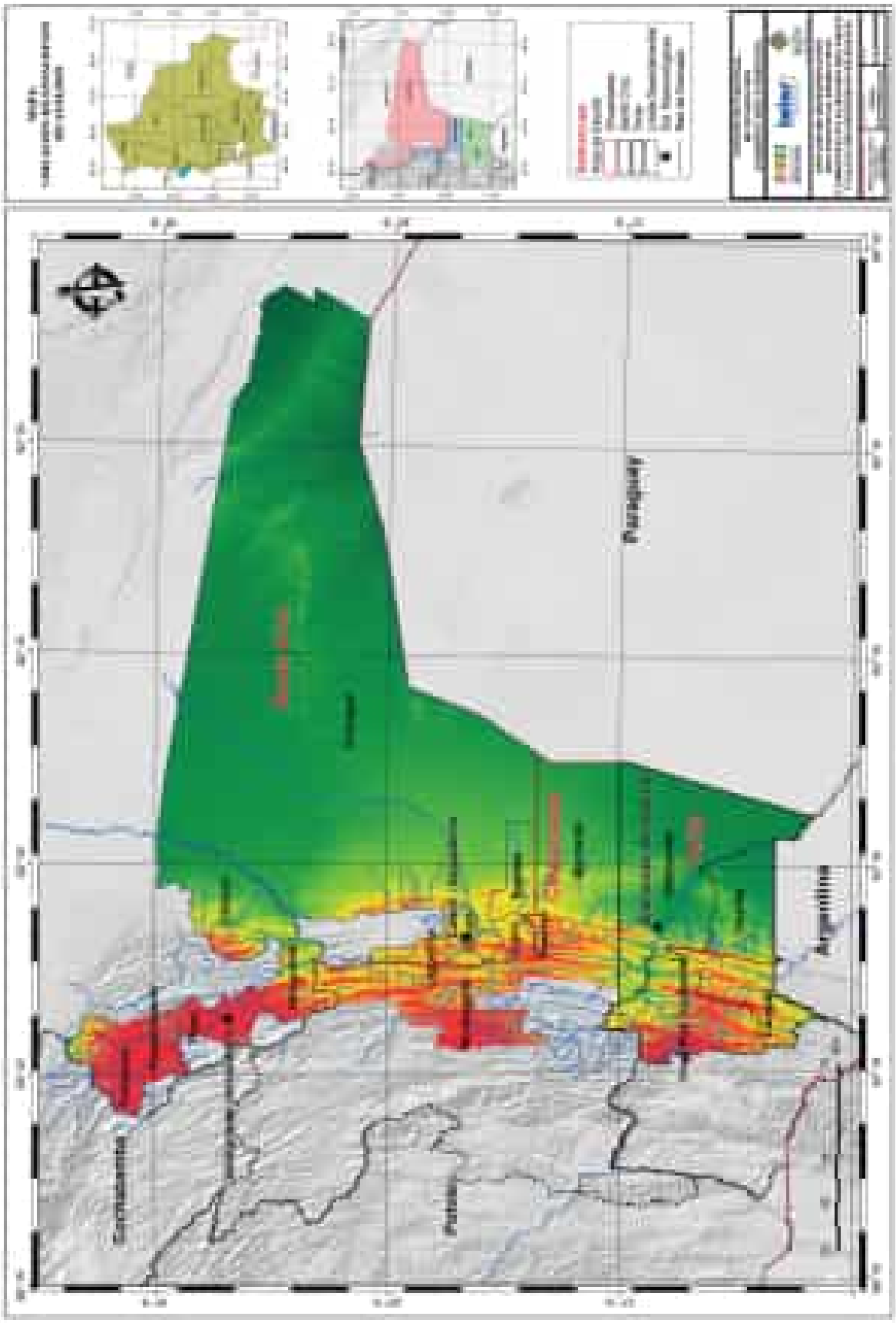
Fuente: IDEAM 2017.

Finalmente, según los rangos de precipitación pluvial descritos en la **Tabla 31**, toda el área de estudio se clasifica como muy seca o seca. En términos generales, las precipitaciones anuales en la región varían entre 500 y 1300 mm, con algunas excepciones puntuales que no representan un impacto significativo en el patrón climático predominante (**Mapa 5**).



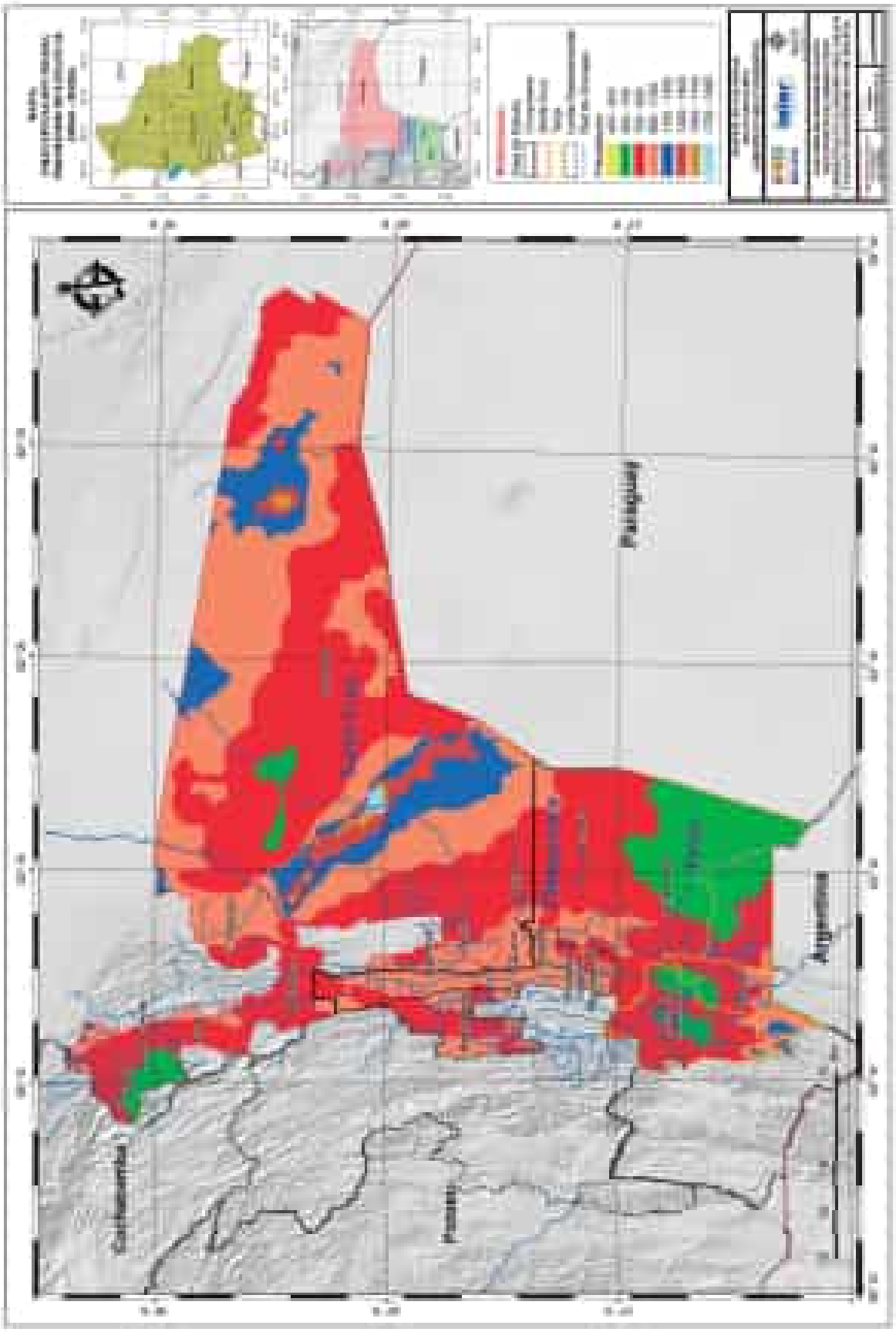
Mapa 2. Ubicación de estaciones climáticas y pluviométricas

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



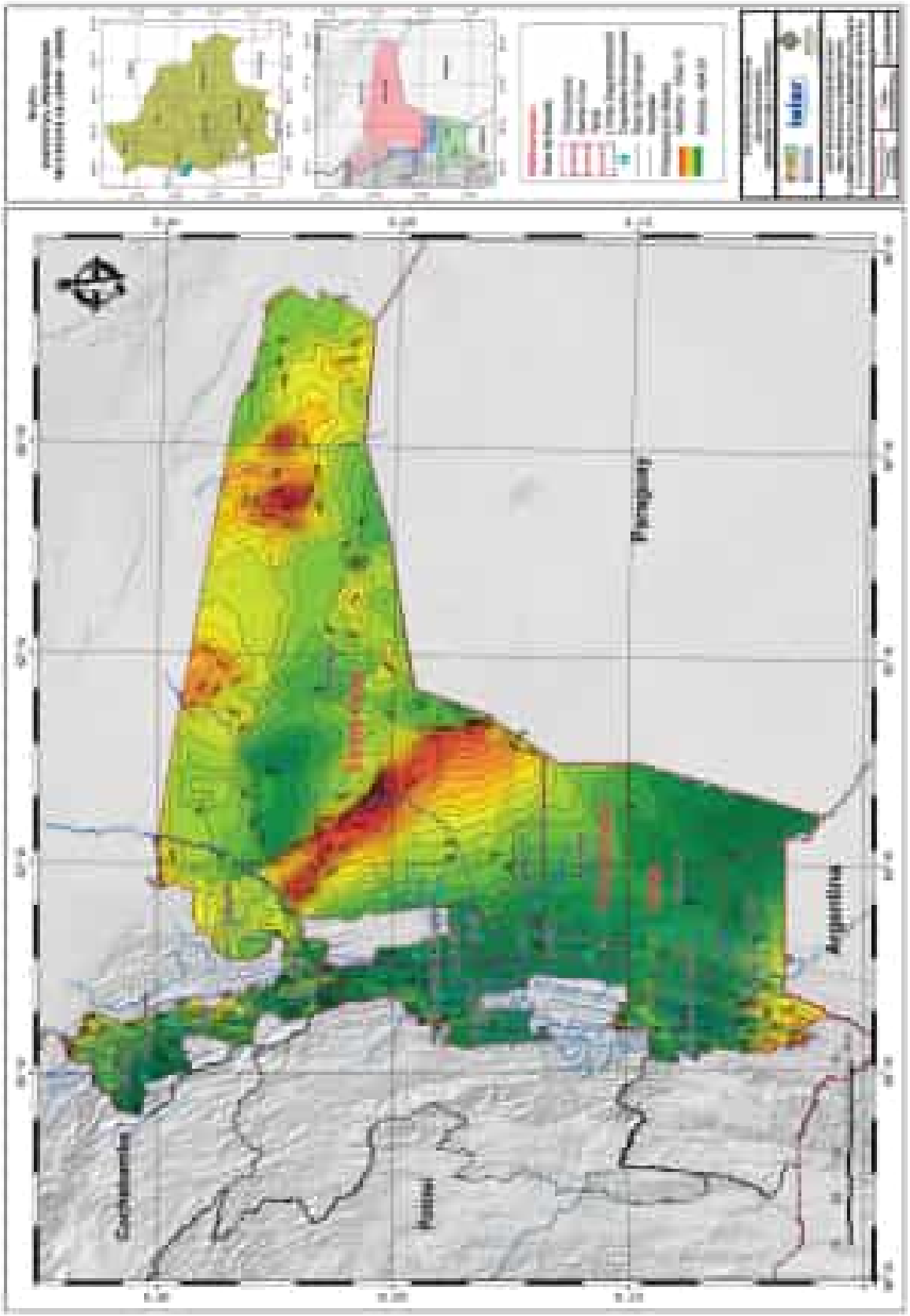
Mapa 3. Ubicación de estaciones de análisis

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 4. Precipitación media promedio multianual (1980 - 2020)

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



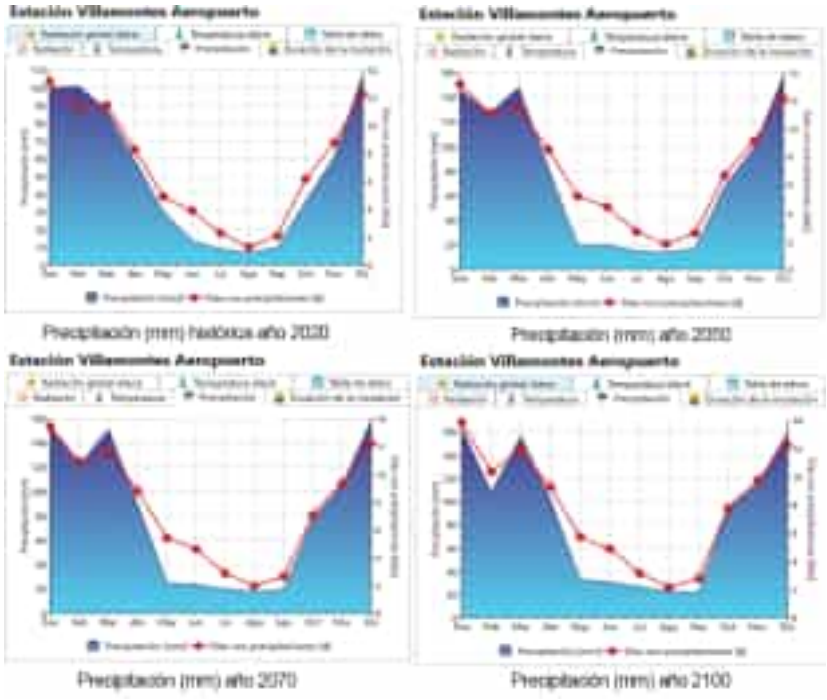
Mapa 5. Isoyetas, promedio multianual (1980 - 2020)

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.1.1.2 Efecto del cambio climático en la precipitación

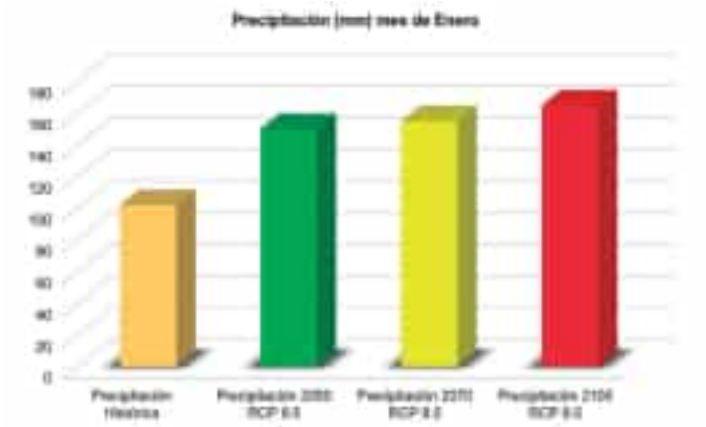
La precipitación en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos varia para el mes más lluvioso de la **Estación Villamontes** para el período histórico y los escenarios de cambio climático, dónde hay un incremento de precipitación en todos los escenarios. Para el año 2050 incrementa un 48 mm, para el 2070 aumenta 53 mm y para el año 2100 se incrementa aproximadamente 63 mm con respecto al año histórico.

Figura 1. Análisis de precipitación (mm) est. Villamontes Aeropuerto



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Gráfico 54. Precipitación estación de Villamontes



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

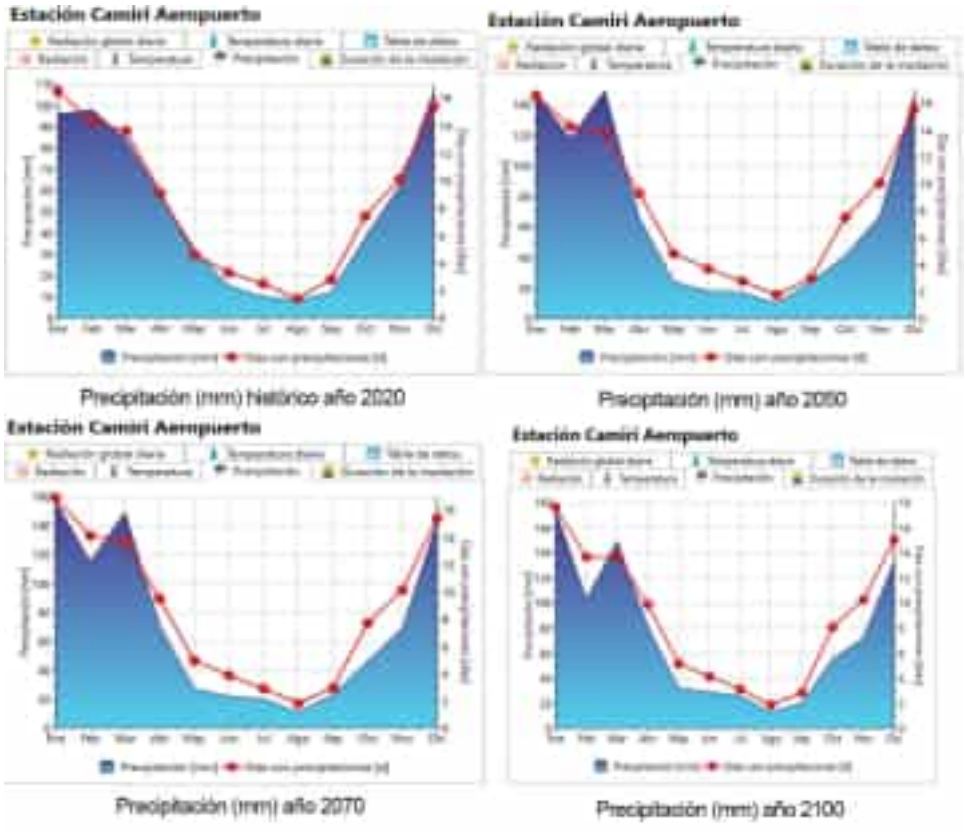
Tabla 32. Precipitación mes de enero en estación Villamontes escenarios

Escenario	Precipitación (mm)
Precipitación Histórica	102.00
Precipitación 2050 RCP 8.5	150.00
Precipitación 2070 RCP 8.5	155.00
Precipitación 2100 RCP 8.5	165.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

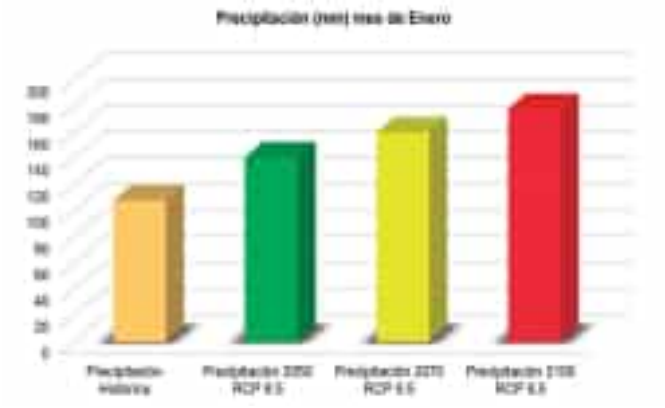
Para la estación de Camiri la precipitación en el mes más lluvioso aumenta 48 mm desde el año histórico al 2050, se incrementa 53 mm hasta el año 2070 y 63 mm hasta el 2100 respecto al año histórico.

Figura 2. Análisis de precipitación (mm) est. Camiri Aeropuerto



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Gráfico 55. Precipitación estación Camiri Aeropuerto



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

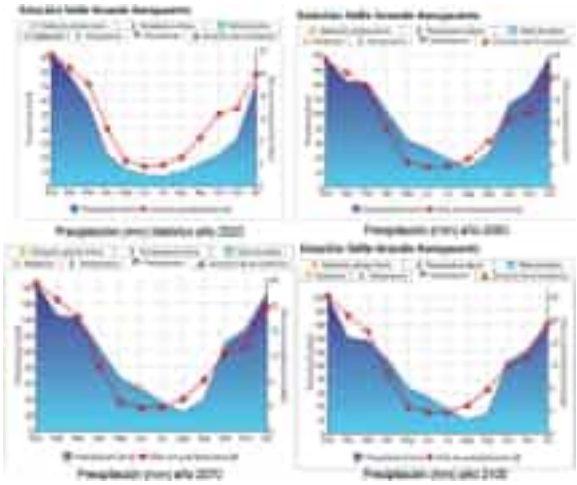
Tabla 33. Precipitación mes de enero estación Camiri escenarios

Escenario	Precipitación (mm)
Precipitación Histórica	108.00
Precipitación 2050 RCP 8.5	141.00
Precipitación 2070 RCP 8.5	160.00
Precipitación 2100 RCP 8.5	178.000

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

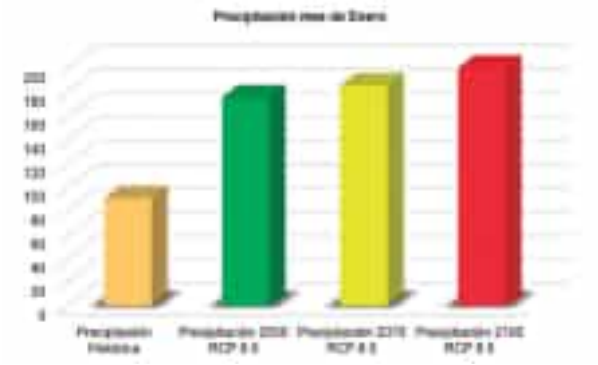
Para la estación de Vallegrande la precipitación en el mes más lluvioso aumenta 85 mm desde el año histórico al 2050, se incrementa 95 mm hasta el año 2070 y 110 mm hasta el 2100. El delta de incremento promedio de los escenarios es de aproximadamente 96 mm.

Figura 3. Análisis de precipitación (mm) est. Vallegrande



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Gráfico 56. Precipitación estación Vallegrande



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 34. Precipitación mes de enero estación Vallegrande escenarios

Escenario	Precipitación (mm)
Precipitación Histórica	90.00
Precipitación 2050 RCP 8.5	175.00
Precipitación 2070 RCP 8.5	185.00
Precipitación 2100 RCP 8.5	200.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

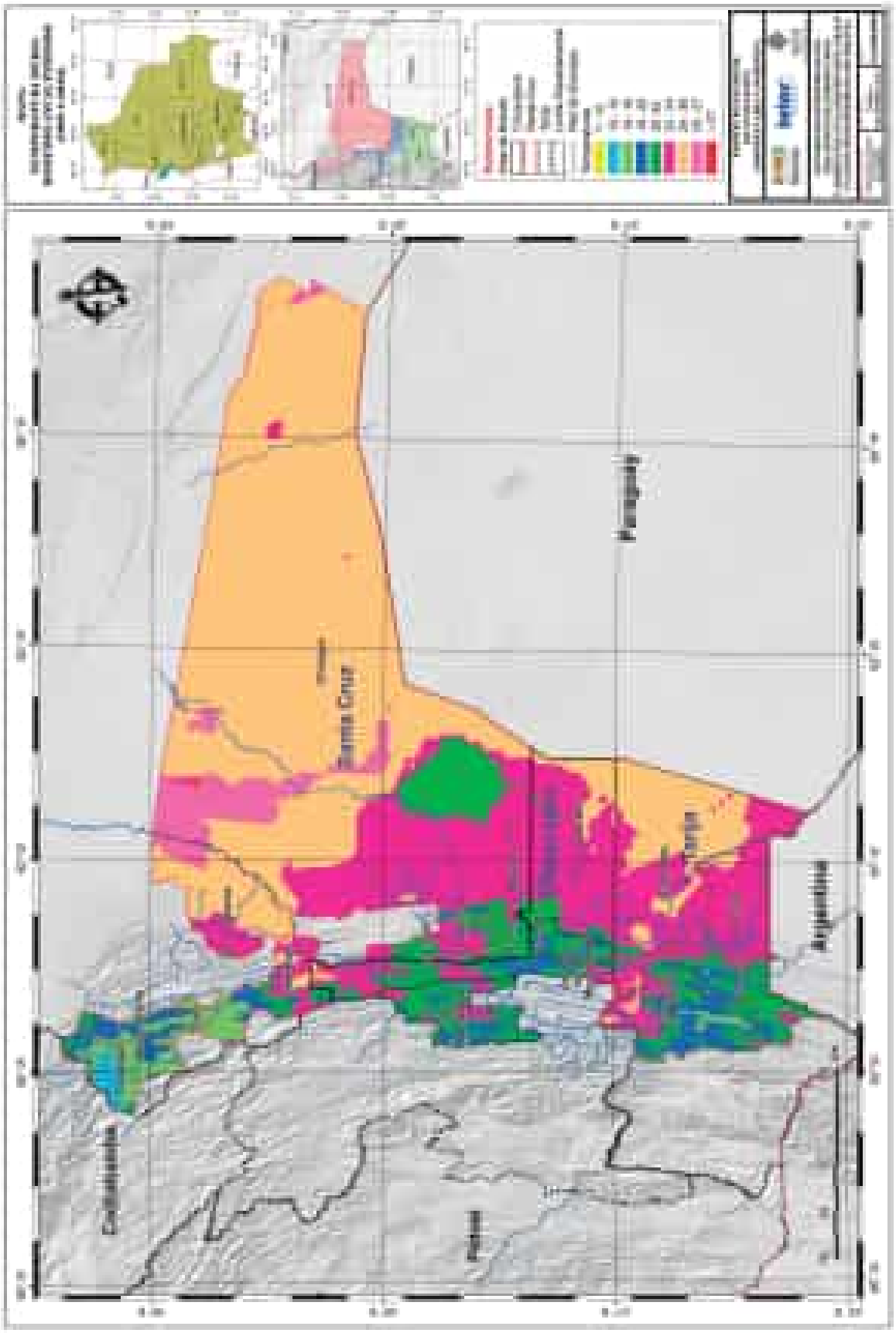
4.1.2 Temperaturas

Se propone entender la temperatura como el estado térmico de la atmósfera, medido en una caseta de observación meteorológica a 2 m de altura. Este estado se caracteriza por la cantidad de calor o energía térmica disponible en el aire para interactuar con el medio ambiente en una posición geográfica específica. En el caso particular de los mapas climáticos, la temperatura se entenderá como el promedio multianual ajustado mediante series de tiempo, tomando como referencia el sistema de unidades de la escala de temperatura en grados Celsius.

Las investigaciones indican que los gradientes altitudinales de temperatura son mayores en los Valles Mesotérmicos y el Altiplano (0.6 a 0.7 °C por cada 100 metros de elevación) en comparación con el Subandino y la Llanura Chaqueña (0.5 a 0.6 °C). Rosillo J. (2020) señala que la temperatura desciende en promedio 0.65 °C por cada 100 metros de altitud, mientras que Castillo F. (2001) menciona una disminución de aproximadamente 6 °C por cada 1000 metros en la tropósfera. León R. (2018) destaca que la temperatura varía entre 1 y 1.2 °C por cada 200 metros, influenciando los climas de las regiones. El área de estudio comprende 128854.86 km^2, abarcando municipios de Tarija (4), Chuquisaca (4) y Santa Cruz (10), con un gradiente altitudinal de 150 a 3500 m y temperaturas promedio entre 10 y 27 °C, caracterizando un paisaje diverso.

4.1.2.1 Distribución espacial de la temperatura media

El régimen térmico de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia, presenta una alta variabilidad espacial como consecuencia de su fisiografía existente. El análisis de la distribución de la temperatura media se realizó en base al **Mapa 6**.



Mapa 6. Temperatura media, promedio anual período (1980 a 2020)

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

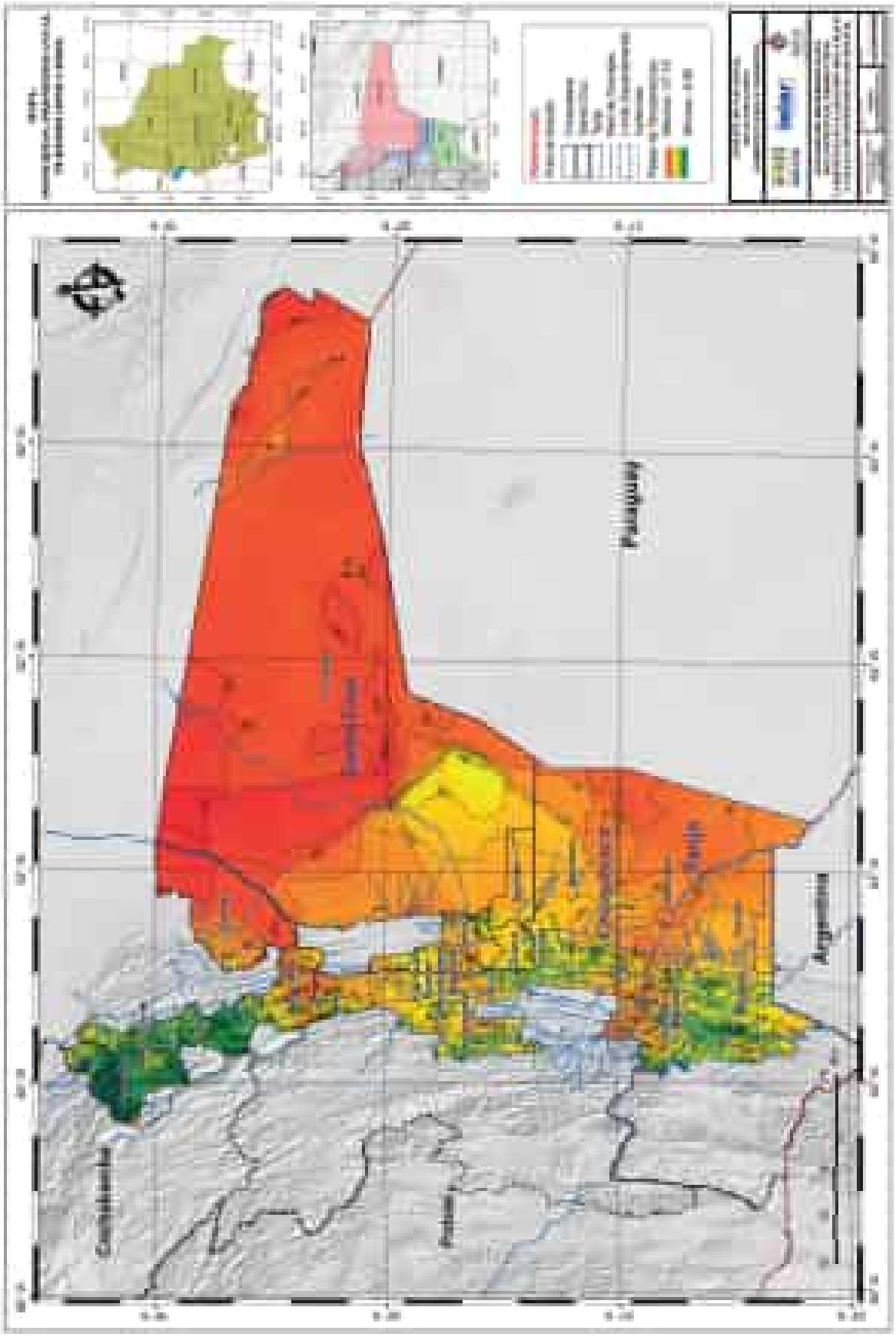
Analizando el **Mapa 6**, y siguiendo los puntos cardinales, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Analizando desde el Este (departamento de Santa Cruz): La temperatura media en esta zona oscila entre 24 y 27 °C. Esta franja, representada en color crema, incluye a los municipios de Cabezas y Charagua hacia el norte y una parte de Villamontes hacia el sur. Corresponde a la planicie chaqueña, con altitudes inferiores a 400 m. Es un área con alto potencial para el desarrollo agrícola y ganadero debido a sus características geográficas. La superficie que presenta estas condiciones abarca 69418.16 km^2, representando el 53.87 % del área total analizada
- Transición hacia el Oeste: En esta dirección, las temperaturas medias varían entre 22 y 24 °C, cubriendo los municipios de Yacuiba, Villamontes, Macharetí, Boyuibe, Camiri, Charagua y parte de Cabezas. El rango altitudinal de esta región se sitúa entre 400 y 800 m, abarcando mayoritariamente la llanura chaqueña y, en menor medida, la zona de transición entre el subandino y la llanura. Sus extensas planicies también la hacen apta para la agricultura y la ganadería. Esta área comprende 34311.11 km^2, equivalente al 26.63 % del área estudiada
- Oeste: Una extensa franja con temperaturas medias entre 18 y 22 °C se extiende desde el sur hasta el norte, incluyendo municipios como Entre Ríos, Caraparí, Huacaya, Cuevo, Muyupampa, Monteagudo y Lagunillas. La altitud de esta región oscila entre 800 y 1600 m y corresponde al subandino, caracterizado por terrenos accidentados, terrazas y valles estrechos. Aunque tiene un menor alcance para grandes proyectos agrícolas, posee potencial para pequeños y medianos productores agrícolas y ganaderos. Esta región cubre 20711.70 km^2, que representan el 16.07 % del área total
- Norte: En esta dirección, las temperaturas medias varían entre 10 y 18 °C, abarcando municipios como Vallegrande, El Trigal, Pampagrande y Comarapa. Con altitudes entre 1800 y 2800 m, esta zona pertenece a los Valles Mesotérmicos. Las condiciones climáticas, con fríos y vientos de altura, son favorables para el cultivo de hortalizas y frutales caducifolios. Esta región más reducida ocupa 4413.88 km^2, lo que equivale al 3.34 % del área analizada.

El **Mapa 7** de isotermas refleja patrones similares al **Mapa 6** de temperatura media. En este, las zonas en rojo representan las áreas de mayor temperatura, ubicadas al noreste y este de los departamentos de Santa Cruz y Tarija, con valores que oscilan entre 24 y 26 °C. A medida que se avanza hacia el oeste, el color rojo disminuye, dando paso a tonalidades naranjas que indican temperaturas entre 22 y 23 °C. Continuando en esta dirección, las tonalidades cambian a amarillo, representando temperaturas entre 20 y 22 °C. Finalmente, se observan áreas en verde claro con temperaturas entre 18 y 20 °C, y en verde oscuro, con valores inferiores a 18 °C, correspondientes a los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz (al norte) y de Tarija (al sur).

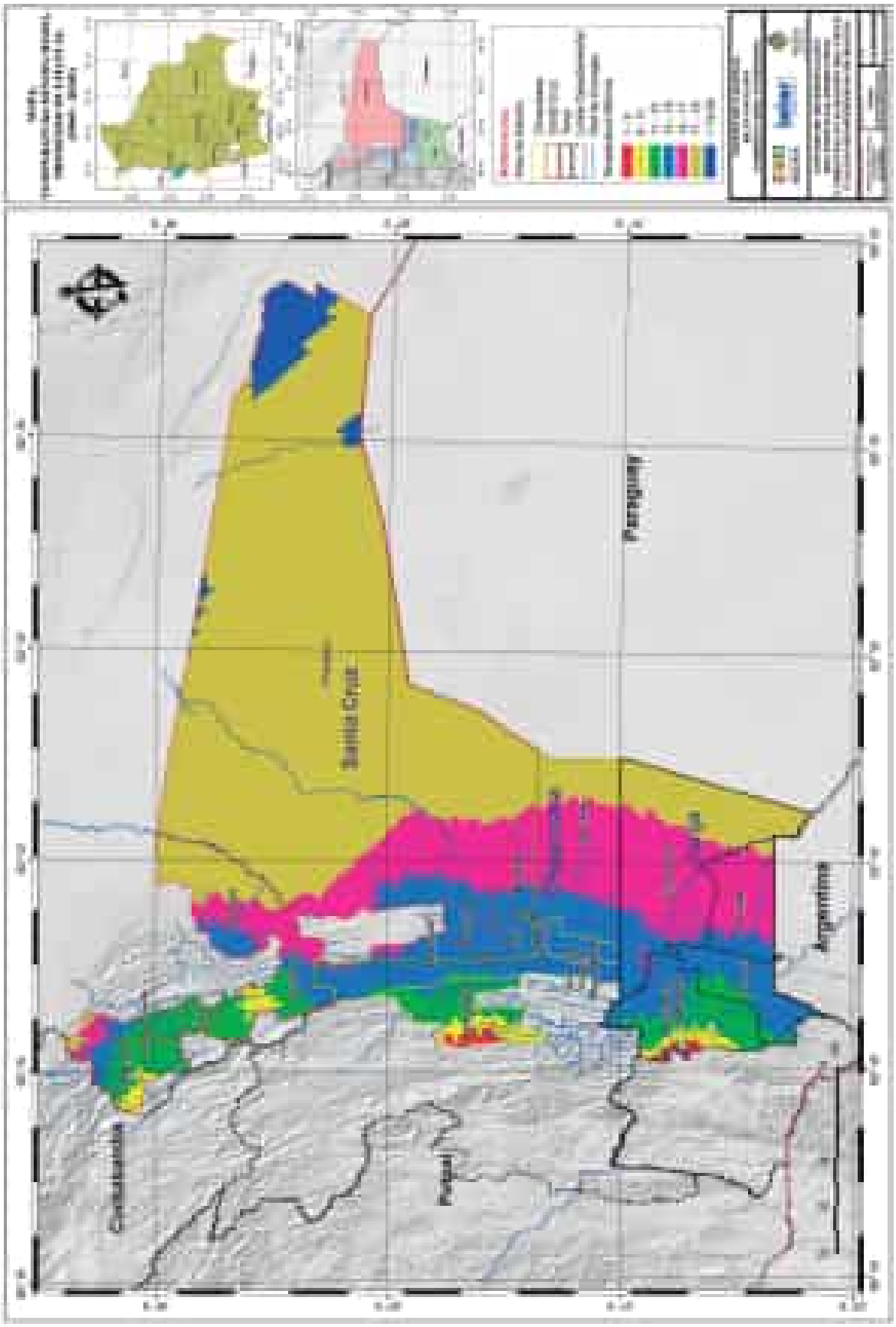
4.1.2.2 Distribución espacial de la temperatura mínima media

La temperatura mínima media, corresponde al promedio aritmético de los valores de temperatura mínima registrados durante determinado período de tiempo. Las temperaturas mínimas medias más altas están al noreste del municipio de Charagua con rangos entre 17 y 19 °C de color mostaza, seguido de una franja color morado con temperaturas de 15 y 17 °C, le sigue una franja de color azul con temperaturas entre 13 y 15 °C, le sigue una franja color verde con temperaturas entre 11 y 13°C, se identifica también una franja color amarillo con temperaturas entre 9 y 11 °C y finalmente unas pequeñas áreas color rojo con temperaturas entre 7 y 9 °C de temperaturas mínimas medias.



Mapa 7. Isotermas, promedio anual período (1980 a 2020)

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 8. Temperatura mínima media, promedio multianual (1980 - 2020)

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.1.2.3 Distribución espacial de la temperatura máxima media

La temperatura máxima media, corresponde al promedio aritmético de los valores de temperatura máxima registrados durante un determinado período de tiempo.

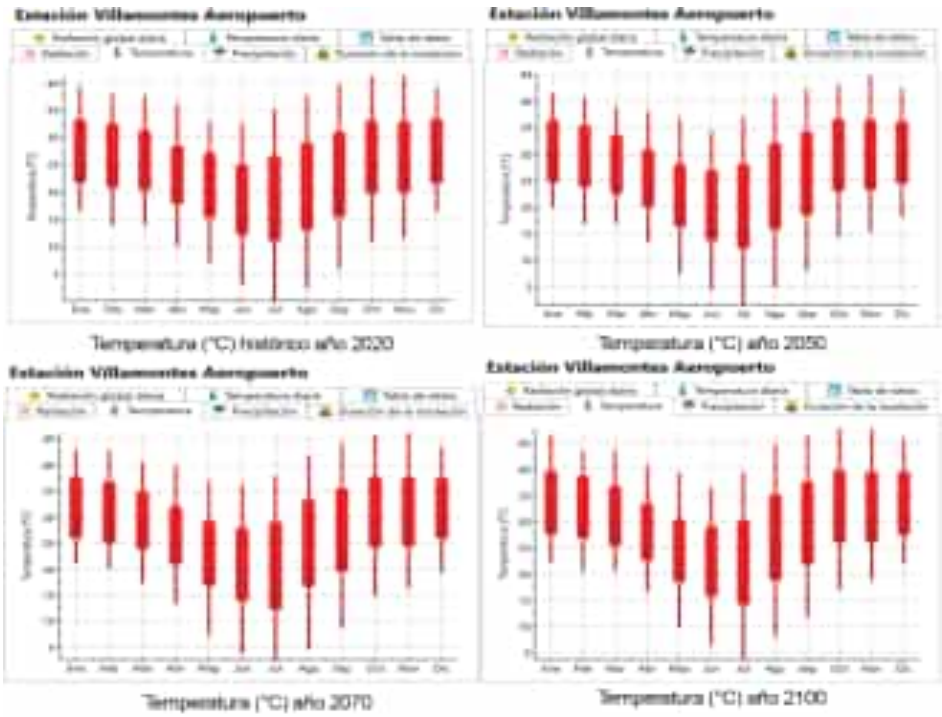
Las temperaturas máximas medias más elevadas se encuentran al noreste del municipio de Charagua, con rangos que varían entre 31 y 34 °C, representadas en el **Mapa 9** con un color verde oscuro. Esta zona es seguida por una franja de color crema que abarca temperaturas entre 29 y 31 °C. Continuando hacia áreas de menor temperatura, aparece una franja de color morado con rangos de 27 a 29 °C, seguida de una franja en verde claro con temperaturas de 25 a 27 °C. Finalmente, una franja de color amarillo, que corresponde a los Valles Mesotérmicos, presenta temperaturas máximas medias entre 23 y 25 °C.

4.1.2.4 Efecto del cambio climático en la temperatura

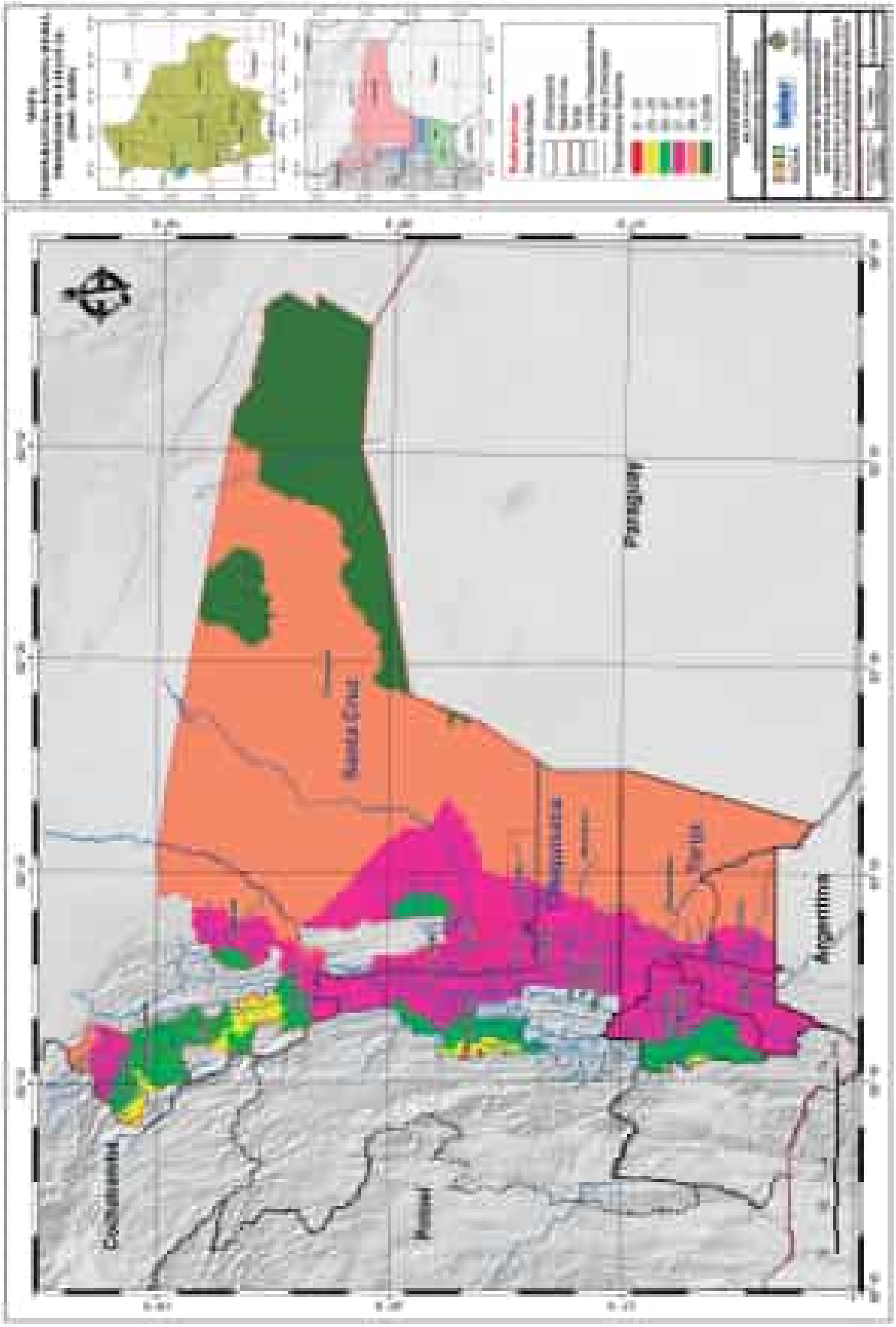
Un efecto grande producido por los gases invernaderos es el calentamiento global, esto se ve reflejado hoy en día en el incremento de las mismas. A continuación, se muestra las gráficas de las temperaturas medias proyectadas.

Analizando las figuras para la estación de Villamontes, para el mes con mayor temperatura (media máxima noviembre), se tiene un incremento de 3 ºC para el año 2050, un incremento de 4 ºC para el año 2070 y un aumento de 5 ºC para el año 2100. El gradiente de incremento de temperatura entre cada escenario es de 1.3 ºC cada 20 años por efecto de los gases invernaderos que ocasionan el calentamiento global.

Figura 4. Análisis de temperatura (°C) est. Villamontes Aeropuerto



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 9. Temperatura máxima media, promedio multianual (1980 - 2020)

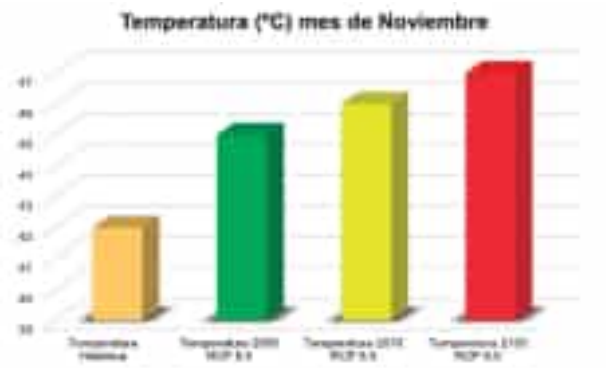
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 35. Temperatura mes de noviembre estación Villamontes escenarios

Escenario	Temperatura (ºC)
Temperatura Histórica	42.00
Temperatura 2050 RCP 8.5	45.00
Temperatura 2070 RCP 8.5	46.00
Temperatura 2100 RCP 8.5	47.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

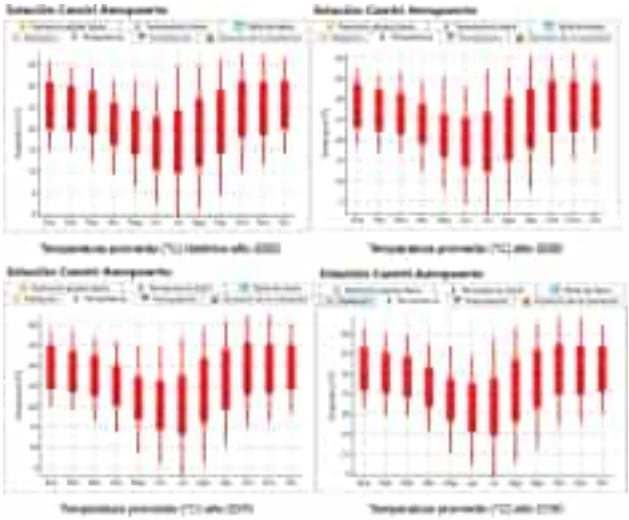
Gráfico 57. Temperatura estación Villamontes



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En la estación de Camiri se tiene un aumento de temperatura de 4 ºC hasta el año 2050, luego aumenta un gradiente de 6 ºC hasta el año 2070 y otros 8 ºC hasta el año 2100. El gradiente de incremento de temperatura cada 20 años es de 2.1 ºC por efecto de los gases invernaderos que ocasionan el calentamiento global.

Figura 5. Temperatura promedio (°C) Camiri Ap. año 2050, 2070 y 2100



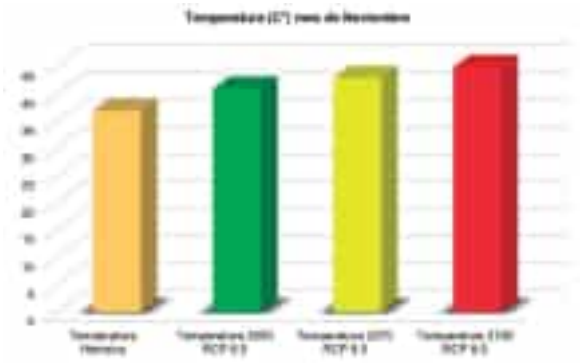
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 36. Temperatura mes de noviembre estación Camiri escenarios

Escenario	Temperatura (ºC)
Temperatura Histórica	37.00
Temperatura 2050 RCP 8.5	41.00
Temperatura 2070 RCP 8.5	43.00
Temperatura 2100 RCP 8.5	45.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

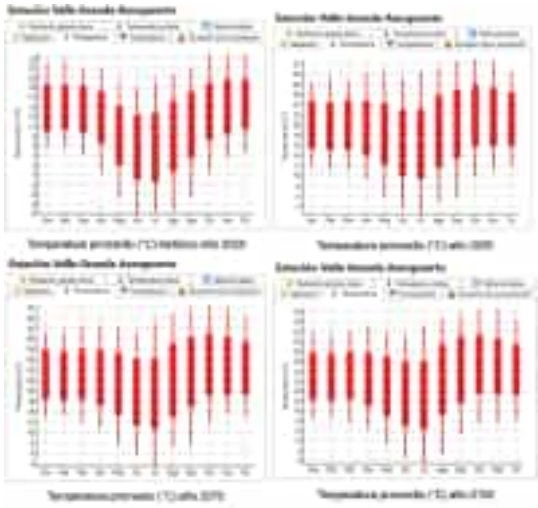
Gráfico 58. Temperatura estación Camiri



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

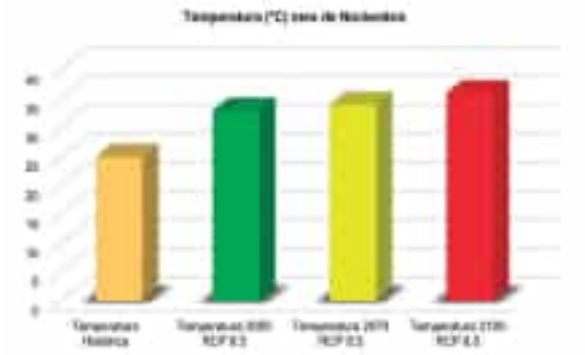
Analizando la figura para la estación de Vallegrande Aeropuerto, se tiene un incremento de 8 ºC para el año 2050, un incremento de 9 ºC hasta el año 2070 y un aumento de 11 ºC hasta el año 2100. En la estación de Vallegrande es dónde se producen los mayores incrementos de temperatura al analizar todas las estaciones. El gradiente de incremento de temperatura cada 20 años es de 2.8 ºC.

Figura 6. Temperatura promedio (°C) Vallegrande año 2050, 2070 y 2100



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Gráfico 59. Temperatura estación de Vallegrande



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 37. Temperatura mes de octubre estación Vallegrande escenarios

Escenario	Temperatura (ºC)
Temperatura Histórica	25.00
Temperatura 2050 RCP 8.5	33.00
Temperatura 2070 RCP 8.5	34.00
Temperatura 2100 RCP 8.5	36.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

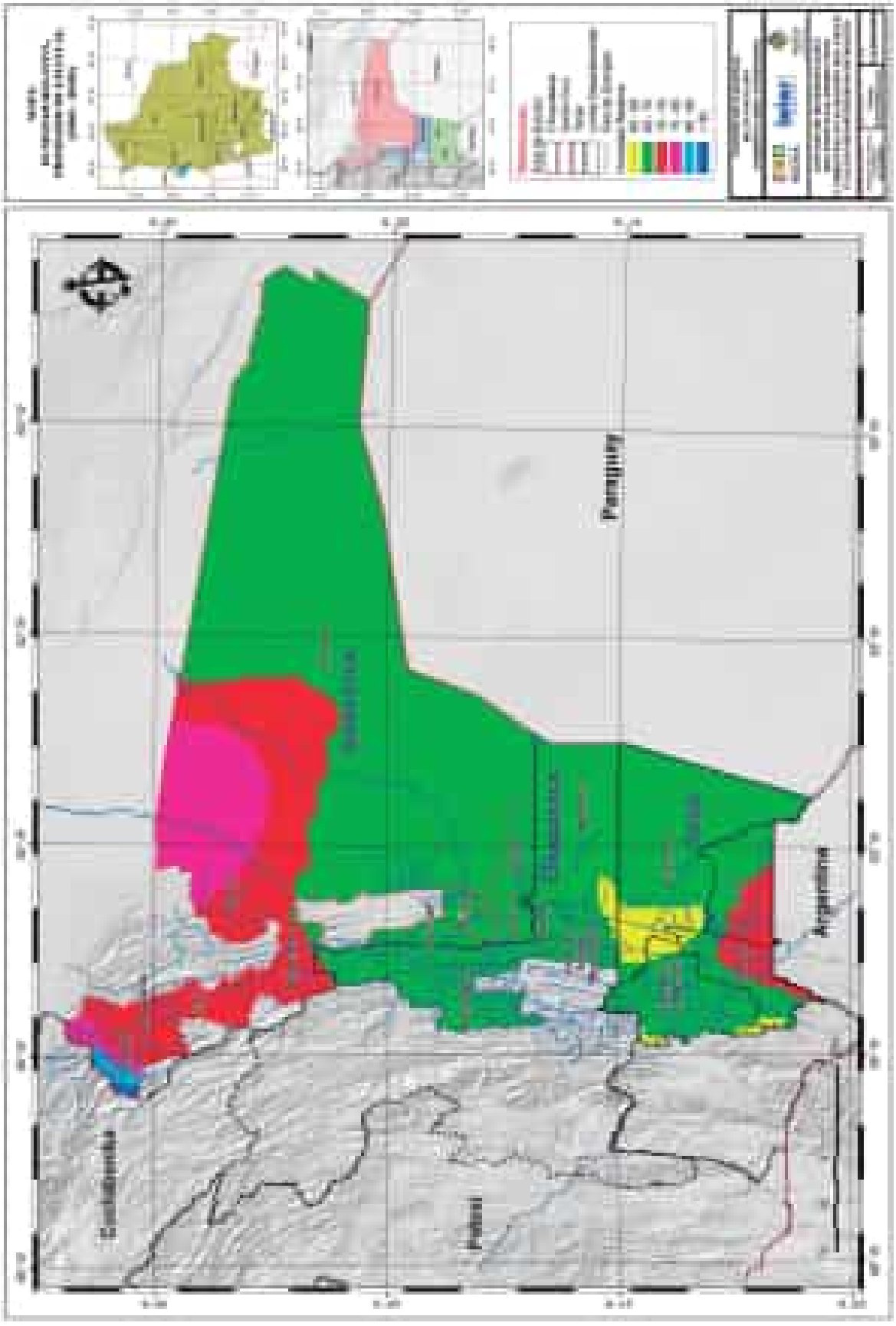
4.1.3 Variación espacial de la humedad relativa

Por lo general, la humedad relativa disminuye a medida que aumenta la temperatura. Este comportamiento suele iniciar con un valor máximo durante las primeras horas de la mañana, cuando la temperatura del aire es más baja, y alcanza su punto mínimo después del mediodía, cuando la temperatura es más alta. Un patrón similar se observa en la variación anual, la humedad relativa es mayor en invierno, cuando la atmósfera es más fría, y menor en verano, cuando la atmósfera es más cálida (**Mapa 10**).

Al analizar el **Mapa 10**, que muestra la humedad relativa media multianual de toda el área de estudio, se observa que los valores más bajos, entre 60% y 70%, se concentran en una franja de color verde con pequeñas áreas en amarillo, que representa la temperatura media multianual, se confirma que estas zonas de baja humedad relativa coinciden con las áreas de mayor temperatura del aire. Por otro lado, las franjas de color rojo y rosado, que presentan una humedad relativa media entre 70% y 80%, respaldan la regla general, a medida que la temperatura disminuye, la humedad relativa aumenta. Finalmente, en el municipio de Comarapa se encuentra la franja con los niveles de humedad relativa más altos de toda la región, alcanzando valores entre 80% y 90%. Esta área corresponde a las zonas con las temperaturas más bajas del área de estudio.

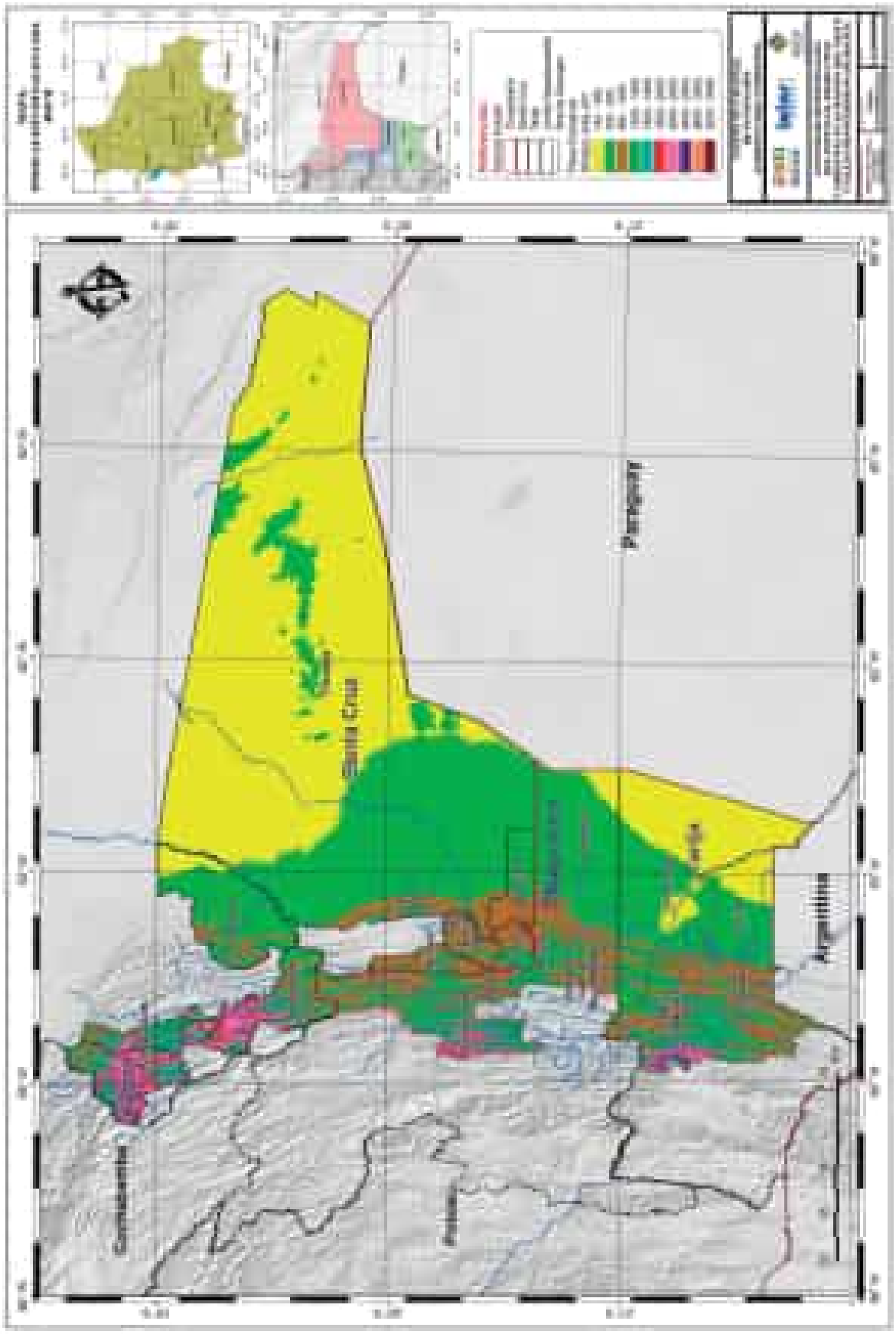
4.1.4 Altitud

La zona de estudio abarca un área de 128854.86 km^2 que aglutina a gran parte de los departamentos de Tarija (4 municipios), Chuquisaca (4 municipios) y Santa Cruz (10 municipios) y representan un paisaje muy diversificado con un gradiente altitudinal que oscila entre los 150 y 3500 m y con temperaturas medias que oscilan entre 10 y 27 °C (**Mapa 11**).



Mapa 10. Humedad relativa, promedio multianual (1980 - 2020)

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 11. Pisos altitudinales cada 400 m

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Analizando el gradiente de altitud, siguiendo la metodología propuesta por Caldas para el trópico americano, bajo los siguientes rangos altitudinales.

Tabla 38. Rangos altitudinales propuestos por caldas y ajustado por IDEAM

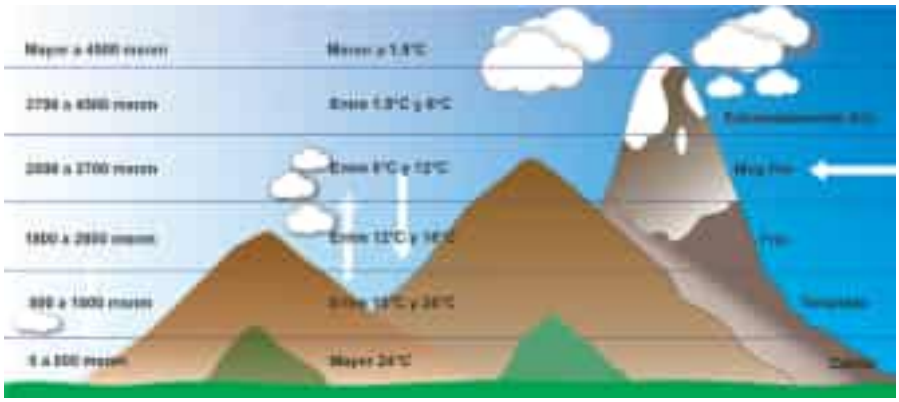
Denominación termal	Rangos altitudinales (m)	Rangos de temperatura (°C)
Cálido	0 a 800	> 24
Templado	800 a 1800	18 a 24
Frío	1800 a 2800	12 a 18
Muy frío	2800 a 3700	6 a 12
Extremadamente frío	3700 a 4500	1.5 a 6
Nival	> 4500	< 1.5

Fuente: IDEAM 2017.

Con base en este análisis altitudinal, el área de estudio presenta tres regiones climáticas claramente diferenciadas:

- Clima cálido: Se extiende desde los 142 hasta los 800 m y abarca casi la totalidad de los municipios de Yacuiba, Macharetí, Boyuibe, Charagua y Cabezas. Esta zona cubre una superficie de 97917.66 km^2, representando el 75.99 % del área en estudio. Correlacionando con los rangos de temperatura, esta región presenta valores superiores a 22 °C y pertenece a la región fisiográfica del Chaco Beniano (llanura chaqueña).
- Clima templado: Comprende altitudes entre 800 y 1800 m. Incluye la totalidad de los municipios de Entre Ríos y Caraparí, una pequeña parte de Yacuiba, Villamontes, Macharetí, Boyuibe y Charagua, además de todos los municipios de Huacaya, Cuevo, Camiri, Muyupampa, Monteagudo y Lagunillas. Esta zona ocupa una superficie de 25901.07 km^2, equivalente al 20.10 % del área en estudio. Sus temperaturas oscilan entre 18 °C y 22 °C, y corresponde a la región fisiográfica del subandino.
- Clima frío: Abarca altitudes de 1800 a 2800 m, con algunas excepciones superiores que son insignificantes. Esta región incluye la totalidad de los municipios de Vallegrande, El Trigal, Pampagrande y Comarapa, con una superficie de 5036.13 km^2, lo que representa el 3.91 % del área en estudio. Las temperaturas en esta zona varían entre 10 °C y 18 °C, correspondiendo a la región fisiográfica de los Valles Mesotérmicos.

Figura 7. Esquema de pisos altitudinales y su relación con la temperatura



Fuente: IDEAM 2017.

4.1.5 Viento

García P. (1963) señala que el viento es un factor clave para la agricultura, ya que influye directa o indirectamente en las características climatológicas de una región. Está relacionado con numerosos fenómenos meteorológicos que pueden ser beneficiosos o perjudiciales para la agricultura, además de jugar un papel en la formación de suelos debido a los efectos de la erosión. La velocidad del viento es un parámetro que varía considerablemente en el tiempo y el espacio; sin embargo, los promedios multianuales ayudan a suavizar las influencias de valores extremos y a resaltar el comportamiento más representativo del área de estudio, como se muestra en el **Mapa 12**.

Los vientos más bajos, con velocidades inferiores a 1 m/s (color amarillo), se distribuyen en todo el municipio de Camiri y partes de Cuevo, Boyuibe y Muyupampa. Los vientos de 1 a 2 m/s (color verde) abarcan una amplia área que incluye los municipios de Entre Ríos, Caraparí, Yacuiba, Villamontes, Macharetí, Huacaya, Monteagudo, Lagunillas, y partes de Vallegrande y Charagua.

Las velocidades de 2 a 3 m/s se concentran en el noreste de Charagua, las zonas altas de Vallegrande, El Trigal, Pampagrande y Comarapa. Finalmente, los vientos más fuertes, entre 3 y 4 m/s, se encuentran en áreas reducidas de los municipios de Cabezas y el norte de Charagua. Al comparar las velocidades del viento con referencias como la escala de Beaufort y su impacto en el uso de aspersores para riego en hortalizas, se concluye que más del 50% del área de estudio, donde los vientos son inferiores a 2 m/s, es ideal para riego por aspersión, logrando un excelente radio de mojamiento. En las zonas con vientos de hasta 3.5 m/s, aunque el radio de mojamiento será menor, el riego sigue siendo viable sin mayores inconvenientes, lo que evidencia la influencia directa de la velocidad del viento en la eficiencia de las actividades agrícolas.

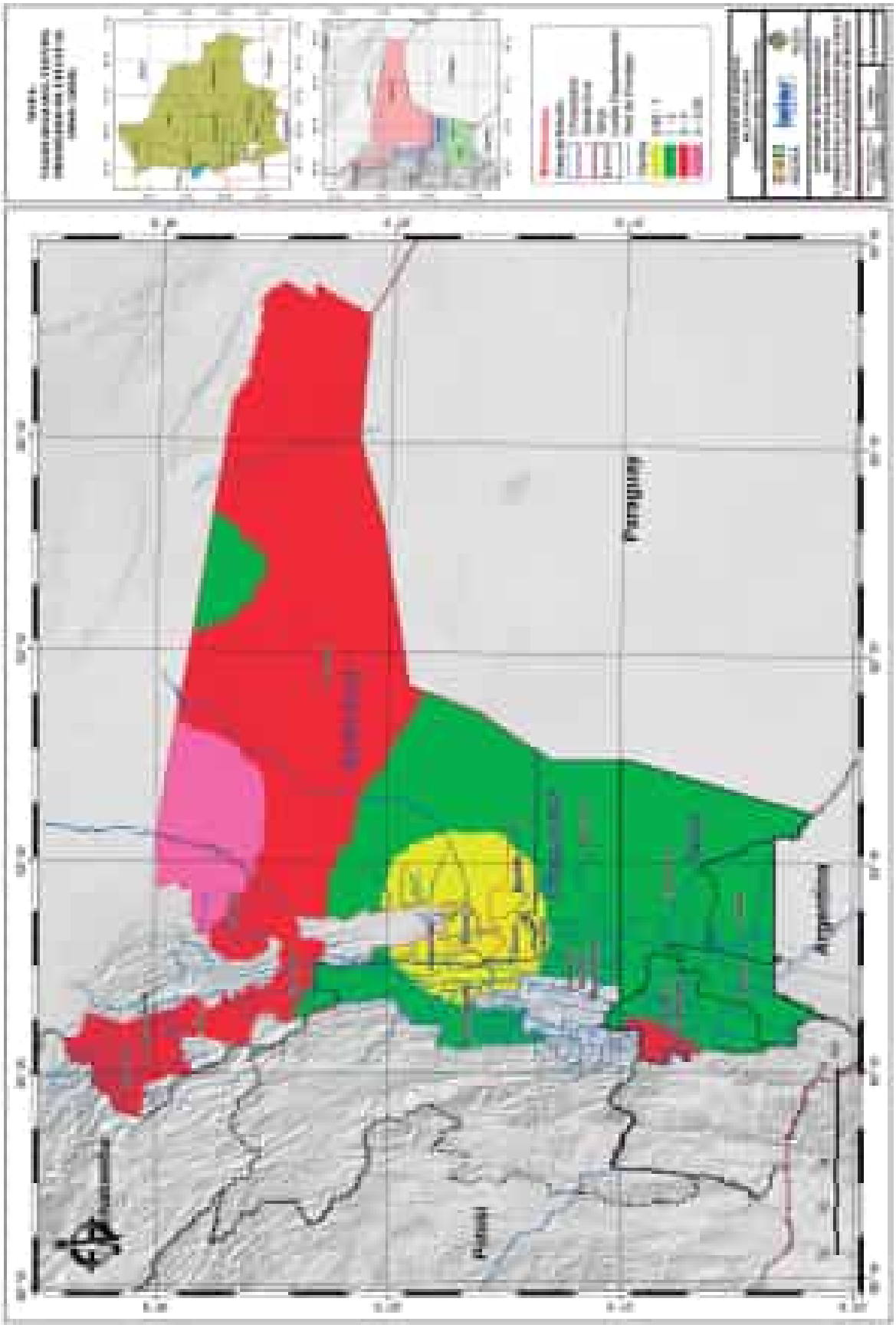
4.1.6 Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración de referencia (ETo) mide el poder evaporante de la atmósfera en una región y época específicas, dependiendo únicamente de factores climáticos (FAO 2006). También conocida como evapotranspiración potencial, representa el agua transferida del suelo a la atmósfera por evaporación y la transpiración de las plantas. El cálculo del ráster de evapotranspiración potencial se realizó utilizando la metodología propuesta por Holdridge (**Mapa 13**).

Los valores máximos de evapotranspiración acumulada anual, entre 1400 y 1600 mm, se concentran en el noreste del área de estudio, abarcando municipios como Cabezas, Charagua, Yacuiba, Villamontes y Macharetí. Les sigue una extensa zona con rangos de 1200 a 1400 mm, que incluye casi todos los municipios estudiados, excepto partes de Vallegrande, El Trigal, Pampagrande y Comarapa. Finalmente, los valores más bajos, entre 800 y 1200 mm, se encuentran en áreas más reducidas al suroeste (Entre Ríos) y al norte (El Trigal, Pampagrande y Comarapa).

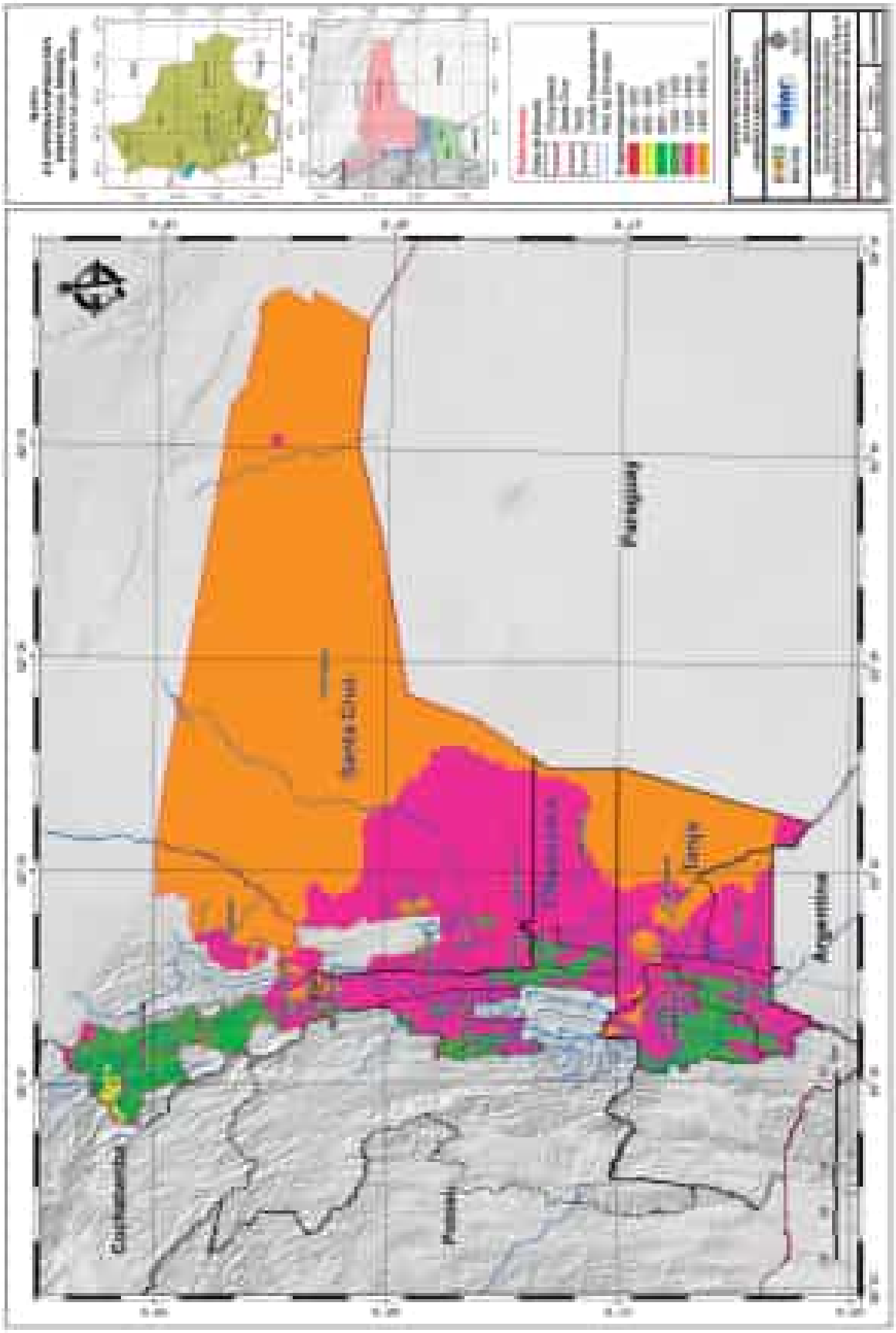
4.1.7 Aptitud agroclimática para labores agrícolas

El índice de aridez (I = Prec/ETP) es una herramienta sencilla para evaluar las características agroclimáticas de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, representando el estado de humedad del suelo. Valores mayores a 1 indican niveles adecuados o excesivos de humedad, mientras que valores menores a 1 reflejan déficit hídrico. Este índice permite establecer el manejo agrícola adecuado para cada rango de humedad, relacionando directamente el estado hídrico del suelo con la aptitud agroclimática para actividades agrícolas (**Mapa 14**).



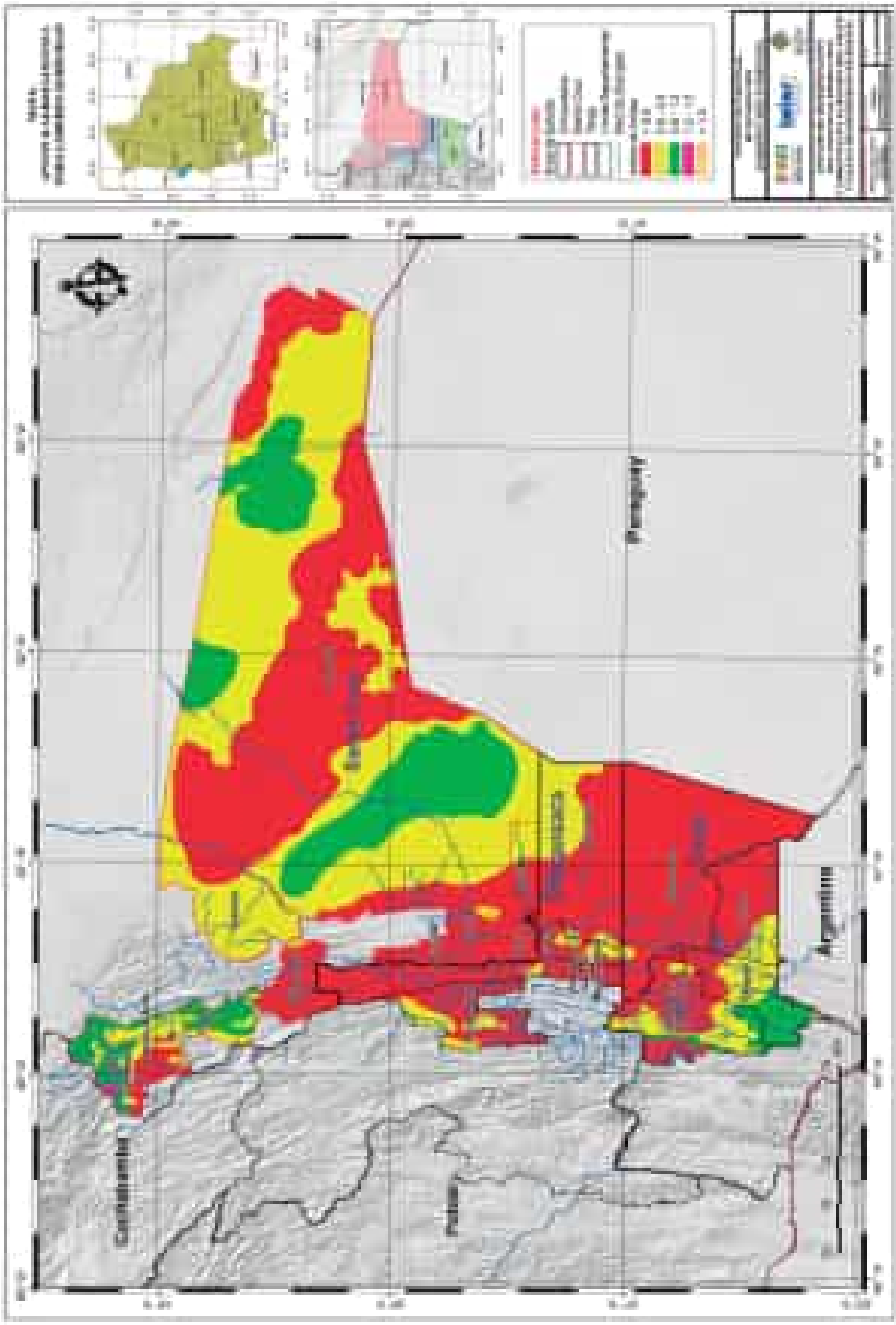
Mapa 12. Velocidad del viento, promedio multianual (1980 - 2020)

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 13. Evapotranspiración potencial media, multianual (1980 - 2020)

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 14. Aptitud agroclimática para labores agrícolas

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La mayor parte del área de estudio presenta un índice de aridez inferior a 0.6 (color rojo), clasificándose como extremadamente seco, con aptitud para labores de cosecha y secado de grano, y desarrollo de cultivos únicamente bajo riego.

Esta zona incluye la parte central de Charagua y Cabezas, gran parte de Entre Ríos, Caraparí y Yacuiba, y la totalidad de Villamontes, Macharetí, Huacaya, Cuevo, Boyuibe, Camiri, Monteagudo, Muyupampa, Lagunitas y Vallegrande.

Una extensa área (color amarillo), con un índice entre 0.6 y 0.8, es moderadamente seca, apta para cosecha, secado de grano y preparación de terreno, también limitada al cultivo bajo riego, abarcando gran parte de Charagua, Cabezas, Macharetí, Caraparí, Entre Ríos y sectores de Vallegrande, El Trigal, Pampagrande y Comarapa. Finalmente, una pequeña área (color verde), con un índice entre 0.8 y 1.2, es ligeramente húmeda, adecuada para el inicio de siembras y germinación, aunque requiere riegos complementarios; esta se encuentra en las zonas más altas de Charagua, Entre Ríos, El Trigal, Pampagrande y Comarapa.

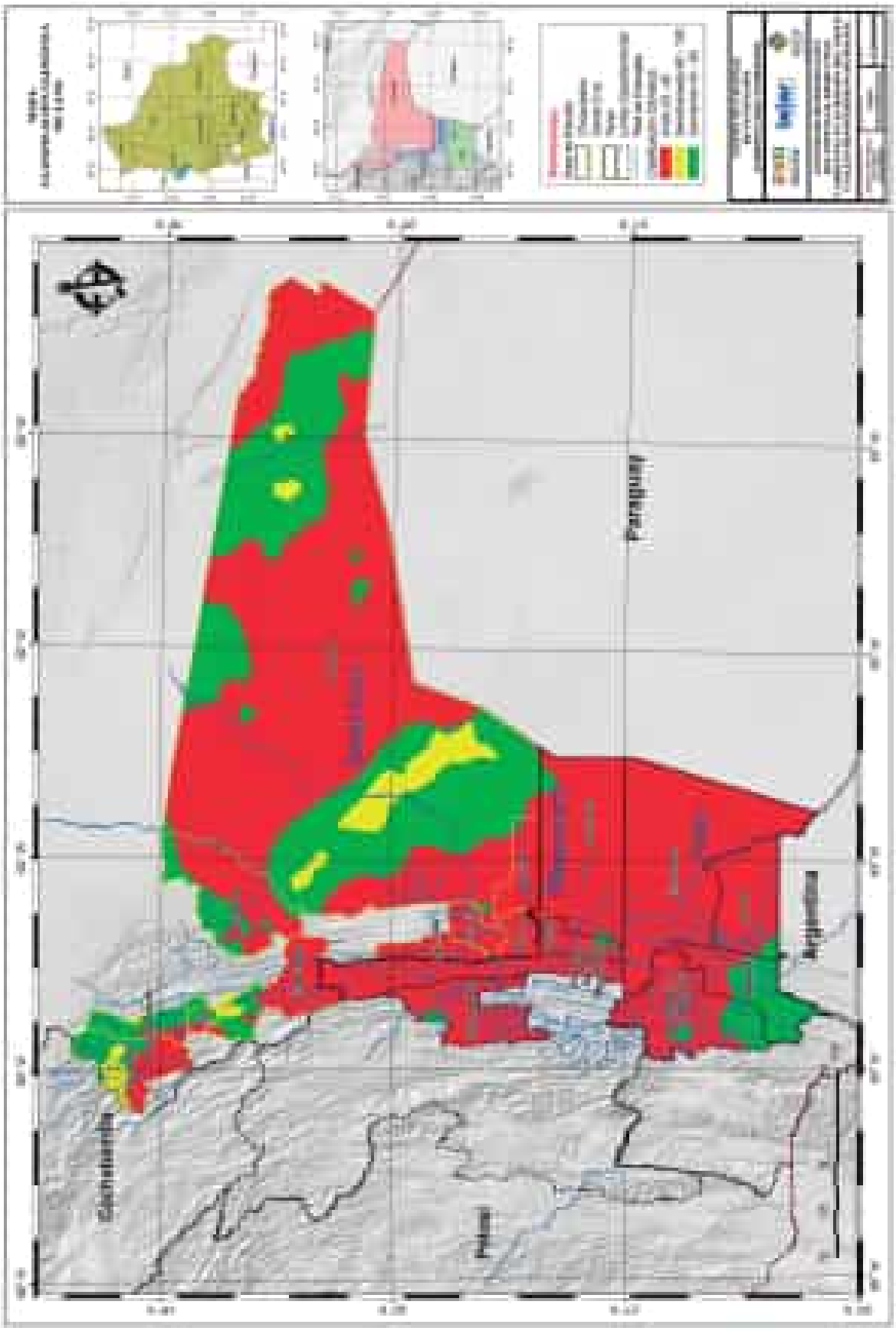
4.1.8 Clasificación climática

El clima es un conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie terrestre Terron U, (2001), Existen varios tipos de clasificaciones climáticas propuestos por diferentes investigadores para identificar zonas climatológicamente homogéneas, como la de Koppen, Thornthwaite, Caldas - Lang, etc. Son los más recomendados y usados.

Para este trabajo se utilizó la clasificación climática de Lang. La clasificación de Lang utiliza como variables de entrada la precipitación media anual, expresada en milímetros, y la temperatura media anual en °C. Estos parámetros se relacionan mediante el cociente entre la precipitación y la temperatura, llamado Factor de Lang, el cual describe las condiciones de humedad. De acuerdo con este factor se obtienen 6 categorías de clima.

Según la clasificación climática de Lang para la región en estudio (**Mapa 15**), se tiene tres zonas climáticas muy bien diferenciadas:

- La primera zona climática más importante es clasificada como **ARIDO** (color rojo) que tiene un índice de Lang que está dentro de los rangos de 20 a 40, aglutinando en su totalidad a todos los municipios del área estudiado, excepto en partes municipales de mayor altitud.
- La segunda zona climática es clasificada como **SEMIARIDO** (color verde) que tiene un índice de Lang que está dentro de los rangos de 40 a 60, es mucho más pequeña que la anterior, aglutinando a parte de los municipios situados a mayor altura como Entre Ríos, Capaparí, Parte de Charagua y parte de El Trigal, Pampagrande y Comarapa.
- La tercera zona climática es muy reducida (color amarillo) clasificada como **SEMIHUMEDO**, tiene un índice de Lang dentro de los rangos de 60 a 100, es prácticamente insignificante, identificándose en una pequeñísima parte del municipio de Charagua, El Trigal y Comarapa.



Mapa 15. Clasificación climática de Lang

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.2 Criterios hidrológicos

La Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos disponen de diversas fuentes de agua que varían en función de la disponibilidad, así como de las características geográficas y climáticas. Estas fuentes son esenciales para las actividades agrícolas, ganaderas y el consumo humano, siendo las principales los ríos, arroyos, quebradas, vertientes, lagunas, pozos subterráneos, cisternas y aguas pluviales. Se ha llevado a cabo un exhaustivo análisis hidrológico de las cuencas hidrográficas de la región en estudio. Es crucial considerar todos los elementos y niveles implicados en el proceso de formación del escurrimiento; los caudales dependen no solo de la magnitud de las precipitaciones, sino también de la estructura y estado de la cuenca. Las cuencas representan espacios geográficos donde las lluvias se concentran, escurren, infiltran y forman lagunas, riachuelos, ríos y manantiales.

Para identificar las fuentes potenciales de agua en los 18 municipios de estudio, se aplicó el Manual de Inventario y Planificación del uso de fuentes de Agua en microcuencas (IPFA) desarrollado por el Ministerio de Medioambiente y agua de Bolivia (MMAyA). Que en resumen consiste en realizar un inventario de las fuentes principales de agua, identificando las potencialidades de uso (consumo o productivo) con la participación de los productores de las zonas priorizadas. Se tiene como fuentes principales en el área de estudio a 55 ríos, 25 quebradas, 9 lagunas y 3 vertientes.

Para cuantificar los volúmenes de oferta de agua, se aplicó el modelo hidrológico WEAP[1] del S.E.I. mediante el método escurrimiento de lluvia (método de humedad del suelo), este método comprende dos reservorios verticales, a través de aquello el flujo total se cuantifica mediante el análisis del flujo superficial, las pérdidas por evaporación, la infiltración, la percolación y el flujo base. Los estudios realizados han permitido identificar 46 cuencas potenciales del área de estudio que cuentan con flujo permanente todo el año evaluando tanto la cantidad como la calidad del recurso hídrico.

Con la grilla climática GMET (1980 - 2020) y con registros del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología (SENAMHI) se realizó la caracterización de las variables climáticas del modelo. En cuanto a la información de cobertura y textura de suelos se utilizó la información del Balance Hídrico Nacional de Bolivia 2018 y 2023 realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia (MMAyA). Estas variables juegan un papel importante en la modelación hidrológica en WEAP y son el coeficiente de cultivo (kc), capacidad de agua en el suelo (Sw), capacidad de agua profunda (Dw), factor de resistencia a escorrentía (RRF), conductividad de zona radicular (ks), conductividad profunda (kd), dirección de flujo (kd), porcentaje de humedad en la zona de raíces (Z1) y porcentaje de humedad en la zona profunda (Z2). La calibración del modelo fue realizada a partir de las estaciones hidrométricas de Villamontes y Abapo, mismas que cuentan con datos de mediciones de caudales desde el año 1980 hasta 2020.

También se utilizaron los datos de los aforos realizados en los puntos de control de las cuencas potenciales identificadas, que son importantes para comparar con las series de datos de caudales medidos versus simulados. Finalmente se llevó a cabo el balance hídrico, cuantificando tanto las ofertas como las demandas existentes, lo que permitió determinar el potencial hídrico disponible en los 18 municipios de estudio para poder sustentar la posibilidad de planificar proyectos de aprovechamiento hídrico para el desarrollo del potencial productivo determinado.

1 WEAP es un modelo forzado por variables climáticas y está diseñado para distribuir el agua entre los diferentes usos, es por eso que tiene las condiciones para incluir en el modelamiento el cambio climático, así como la oferta y demanda condicionada por éste. Otra ventaja de usar este programa es que cuenta con datos climáticos del GMET y datos de cobertura y suelo

4.2.1 Fuentes de agua superficial

En la región de estudio se tienen como fuentes superficiales permanentes (perenne) a 35 ríos, 17 quebradas y 3 vertientes con escurrimiento de caudales durante todo el año y como fuentes estacionarias a 20 ríos y 8 quebradas que solo presentan escurrimiento únicamente durante la época de lluvia y en algunos casos existen quebradas que solo tienen caudal cuando llueve son afluentes secos. Toda esta información fue contrastada con la información espacial de Geo Bolivia, Planes Territoriales de Desarrollo Integral Municipales e imágenes Satelitales de alta resolución.

Tabla 39. Fuentes de agua superficiales

N°	Fuente de agua	Tipo	Municipio
1	Río Salinas	Río (Perenne)	Entre Ríos
2	Río Chiquiaca	Río (Perenne)	Entre Ríos
3	Río Salado	Río (Perenne)	Entre Ríos
4	Río Suaruro	Río (Perenne)	Entre Ríos
5	Río Palos Blancos	Río (Perenne)	Entre Ríos
6	Quebrada Morterito	Quebrada (Estacionario)	Entre Ríos
7	Río Pescado	Río (Estacionario)	Entre Ríos
8	Río Negrillos	Río (Estacionario)	Entre Ríos
9	Río Naranjos	Río (Estacionario)	Entre Ríos
10	Río Hoyadas	Río (Estacionario)	Entre Ríos
11	Río Saladillo	Río (Perenne)	Capaparí
12	Río Capaparí	Río (Perenne)	Capaparí
13	Río Itau	Río (Perenne)	Capaparí
14	Río Agua Blanca	Río (Perenne)	Capaparí
15	Río Palos Blancos bajo	Río (Perenne)	Capaparí
16	Río Isiri	Río (Estacionario)	Capaparí
17	Quebrada Caiza	Quebrada (Perenne)	Yacuiba
18	Quebrada Huarisuti	Quebrada (Perenne)	Yacuiba
19	Río Zanja Honda	Río (Estacionario)	Yacuiba
20	Quebrada El Gritado	Quebrada (Estacionario)	Yacuiba
21	Quebrada Arenales	Quebrada (Estacionario)	Villamontes
22	Quebrada Ipa	Quebrada (Perenne)	Villamontes
23	Quebrada Chimeo	Quebrada (Perenne)	Villamontes
24	Quebrada Caigua	Quebrada (Perenne)	Villamontes
25	Río Pilcomayo	Río (Perenne)	Villamontes
26	Río Caipipendi	Río (Estacionario)	Villamontes
27	Río Tiguipa	Río (Perenne)	Macharetí
28	Río Macharetí	Río (Perenne)	Macharetí
29	Quebrada Huacaya	Quebrada (Perenne)	Huacaya
30	Río Iguembe	Río (Perenne)	Muyupampa
31	Río Ñancahuazú	Río (Perenne)	Muyupampa
32	Quebrada Mortero	Quebrada (Perenne)	Muyupampa

N°	Fuente de agua	Tipo	Municipio
33	Río Cañón Verde	Río (Estacionario)	Muyupampa
34	Río El Bañado	Río (Perenne)	Monteagudo
35	Río Capilla	Río (Perenne)	Monteagudo
36	Río San Lorenzo	Río (Perenne)	Monteagudo
37	Río Azero	Río (Perenne)	Monteagudo
38	Quebrada Tacuarandi	Quebrada (Perenne)	Lagunillas
39	Quebrada Cañón Iviyeca	Quebrada (Perenne)	Lagunillas
40	Quebrada Terraza	Quebrada (Perenne)	Lagunillas
41	Río Moroco	Río (Perenne)	Cabezas
42	Río Parabanosito	Río (Perenne)	Cabezas
43	Río Grande Guacay	Río (Perenne)	Cabezas
44	Río Suspiros	Río (Estacionario)	Cabezas
45	Quebrada Seca	Quebrada (Estacionario)	Cabezas
46	Quebrada Cuevo	Quebrada (Perenne)	Cuevo
47	Quebrada Yuti	Quebrada (Perenne)	Camiri
48	Quebrada Camiri	Quebrada (Estacionario)	Camiri
49	Quebrada Cañón Largo	Quebrada (Estacionario)	Camiri
50	Quebrada Caipipendi	Quebrada (Estacionario)	Camiri
51	Quebrada Piriti	Quebrada (Perenne)	Charagua
52	Quebrada Taputa	Quebrada (Perenne)	Charagua
53	Quebrada Vertiente	Quebrada (Perenne)	Charagua
54	Río Grande de Abapo	Río (Perenne)	Charagua
55	Río Parapetí	Río (Perenne)	Charagua
56	Río San Miguel 2	Río (Estacionario)	Charagua
57	Quebrada Sabucal	Quebrada (Perenne)	El Trigal
58	Vertiente la Ruda	Vertiente (Perenne)	El Trigal
59	Vertiente Quirusillar	Vertiente (Perenne)	El Trigal
60	Río Piraimiri	Río (Perenne)	Vallegrande
61	Río Pesca	Río (Estacionario)	Vallegrande
62	Río Tullo	Río (Estacionario)	Vallegrande
63	Río Piraypani	Río (Estacionario)	Vallegrande
64	Río Vilcas	Río (Estacionario)	Vallegrande
65	Vertiente Kallana	Vertiente (Perenne)	Vallegrande
66	Río Yapacaní	Río (Perenne)	Pampagrande
67	Río Los Negros	Río (Perenne)	Pampagrande
68	Quebrada La Cienega	Quebrada (Perenne)	Pampagrande
69	Río Ichilo	Río (Perenne)	Pampagrande
70	Río San Mateo	Río (Estacionario)	Pampagrande
71	Río San Juan	Río (Estacionario)	Pampagrande
72	Río Quirusillas	Río (Estacionario)	Pampagrande
73	Río El Salto	Río (Estacionario)	Pampagrande
74	Río San Isidro	Río (Perenne)	Comarapa

N°	Fuente de agua	Tipo	Municipio
75	Río Comarapa	Río (Perenne)	Comarapa
76	Quebrada San Mateo Chico	Quebrada (Perenne)	Comarapa
77	Río Mamorecillo	Río (Estacionario)	Comarapa
78	Río Cristal Mayu	Río (Estacionario)	Comarapa
79	Río Pulquina	Río (Perenne)	Comarapa
80	Río San Mateo	Río (Perenne)	Comarapa
81	Río Chontal	Río (Perenne)	Comarapa
82	Río Alizar	Río (Estacionario)	Comarapa
83	Río Alto Ichilo	Río (Estacionario)	Comarapa

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La mayor parte de las fuentes hídricas se encuentran hidrográficamente dentro de la cuenca del río de la Plata y en un porcentaje menor pertenecen a la cuenca del río Amazonas. Los ríos principales que generan mayor cantidad de aporte hídrico son el río Pilcomayo, río Grande de Abapo y río Parapetí, aportando más 88 % del aporte total del área de estudio.

El río Pilcomayo es un río de tipo montañoso, recibe como Afluentes principales al río Tumusla, río San Juan del Oro, río Pilaya, río Hoyadas, río, Pescado, río Negrillo, Naranjos, río Salado, río Suaruro, río Palos Blancos, río Isiri y quebrada Morterito. Este río es notablemente caudaloso, con registros en su estación hidrométrica que superan los 1100 m³/s. Por su parte el río Grande de Abapo también es un río caudaloso, nace de la confluencia del río Caine y San Pedro. Sus principales afluentes son el río Yapacaní, río Surutu, río Mizque, río Moroco, río Piraimiri, río San Isidro, río Comarapa, río San Lorenzo, quebrada Mortero, quebrada Ñancachuaso y quebrada Terrazas. Al igual que el río Pilcomayo cuenta con una estación hidrométrica, en la cual se tienen registros con mediciones de más de 800 m³/s. El río Parapetí tiene su naciente en la región de los valles interandinos y atraviesa el Chaco Boliviano. Tienen como afluentes principales al río Capilla, río El Bañado, quebrada Yuti, quebrada Tacuarandi, quebrada Cañón Iviyeca y quebrada Camiri.

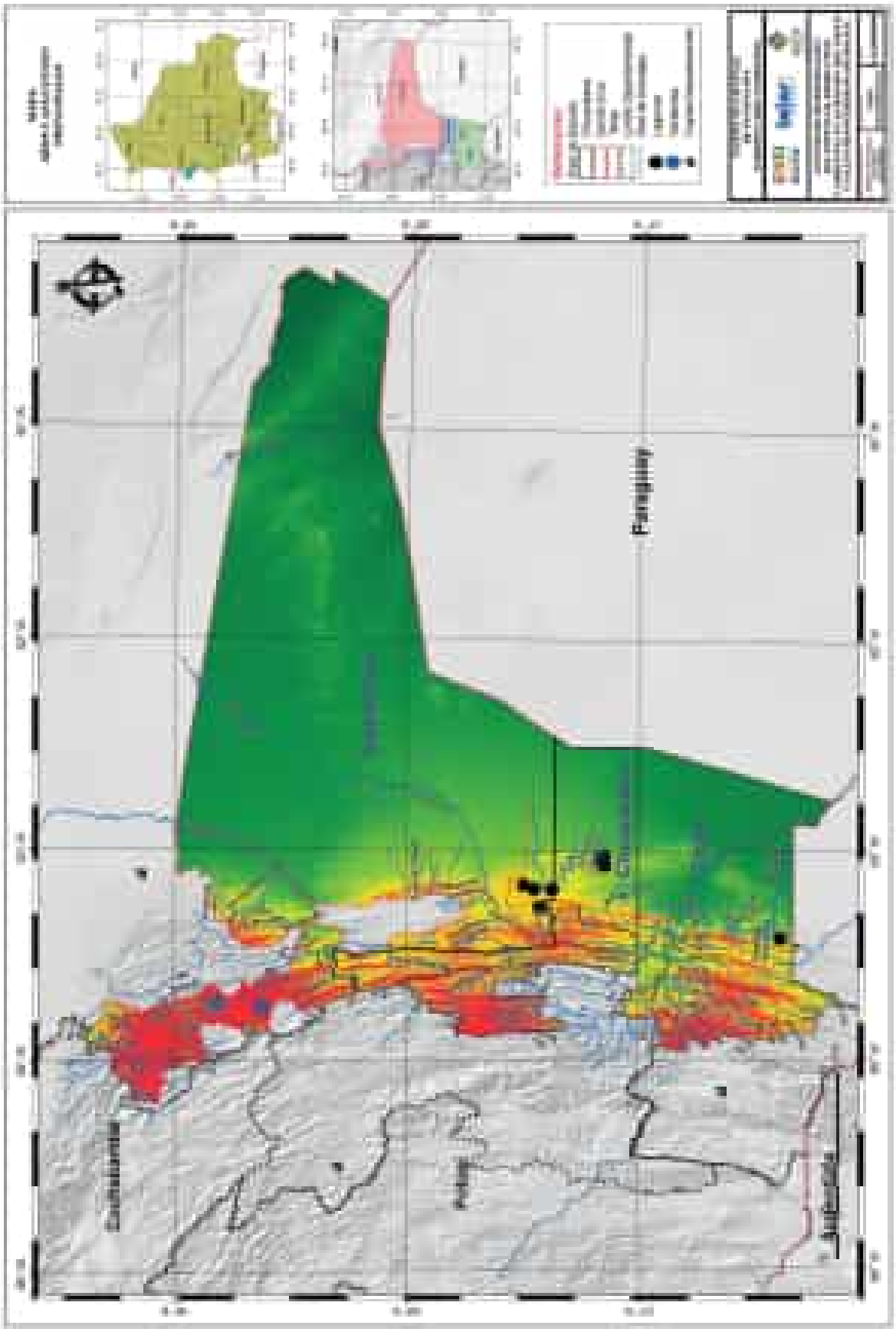
En base a los ríos con mayor potencial hídrico, se llevó a cabo la delimitación de unidades hidrográficas priorizadas para cada municipio. En total, se identificaron 46 cuencas potenciales, ubicadas en áreas con las mejores condiciones productivas, considerando factores como disponibilidad de agua, superficies aptas para riego y número de beneficiarios.

Tabla 40. Fuentes de agua con potencial hídrico

N°	Fuentes hídricas	Cuenca de aporte	Longitud del río principal (km)
1	Río Salinas	Río Salinas	88.72
2	Río Chiquiaca	Río Chiquiaca	47.65
3	Río Saladillo	Río Saladillo	5.34
4	Río Capaparí	Río Capaparí	26.24
5	Río Itau	Río Itau	31.31
6	Río Agua Blanca	Río Agua Blanca	14.44
7	Quebrada Caiza	Qda. Caiza	21.48
8	Quebrada Huarisuti	Qda. Huarisuti	4.78

N°	Fuentes hídricas	Cuenca de aporte	Longitud del río principal (km)
9	Quebrada Arenales	Qda. Arenales	31.35
10	Quebrada Ipa	Qda. Ipa	5.83
11	Quebrada Chimeo	Qda. Chimeo	6.01
12	Quebrada Caigua	Qda. Caigua	11.22
13	Río Pilcomayo	Río Pilcomayo	548.37
14	Río Tiguipa	Río Tiguipa	10.93
15	Río Macharetí	Río Macharetí	57.55
16	Quebrada Huacaya Alto	Qda. Huacaya Alto	4.46
17	Quebrada Huacaya Centro	Qda. Huacaya Centro	5.86
18	Quebrada Huacaya Bajo	Qda. Huacaya Bajo	28.43
19	Río Iguembe	Río Iguembe	13.18
20	Río Ñancahuazú	Río Ñancahuazú	162.38
21	Quebrada Mortero	Qda. Mortero	6.72
22	Río El Bañado	Río El Bañado	94.00
23	Río Capilla	Río Capilla	32.94
24	Río San Lorenzo	Río San Lorenzo	17.39
25	Quebrada Tacuarandi	Qda. Tacuarandi	7.42
26	Quebrada Cañón Iviyeca	Qda. Cañón Iviyeca	9.09
27	Quebrada Terraza	Qda. Terraza	22.33
28	Río Moroco	Río Moroco	46.63
29	Río Parabanosito	Río Parabanosito	25.18
30	Quebrada Cuevo	Qda. Cuevo	15.20
31	Quebrada Yuti	Qda. Yuti	12.74
32	Quebrada Camiri	Qda. Camiri	5.23
33	Río Parapetí Cabecera	Río Parapetí Cabecera	252.15
34	Quebrada Piriti	Qda. Piriti	3.16
35	Quebrada Taputa	Qda. Taputa	19.33
36	Quebrada Vertiente	Qda. Vertiente	5.02
37	Río Grande de Abapo	Río Grande	639.04
38	Río Parapetí	Río Parapetí	72.76
39	Quebrada Sabucal	Qda. Sabucal	1.74
40	Río Piraimiri	Río Piraimiri	23.87
41	Río Yapacaní	Río Yapacaní	32.27
42	Río Los Negros	Río Los Negros	24.18
43	Quebrada La Cienega	Qda. La Cienega	60.79
44	Río San Isidro	Río San Isidro	21.06
45	Río Comarapa	Río Comarapa	18.84
46	Quebrada San Mateo Chico	Qda. San Mateo Chico	6.99

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 16. Ríos y afluentes principales

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.2.2 Lagos y lagunas

En el área de estudio se cuenta con 9 lagunas identificadas como las principales y las que tienen mayor volumen de almacenamiento. Disponen de agua durante todo el año y son utilizadas principalmente para el consumo ganadero.

Determinamos el volumen de almacenamiento de los cuerpos de agua con la ecuación que nos recomienda el Manual de Inventario y Planificación del uso de fuentes de Agua en microcuencas (IPFA).

Ecuación para determinar el Volumen de almacenamiento es.

$$V = \frac{(A - estiaje + L * B)}{2} * h * 0.75$$

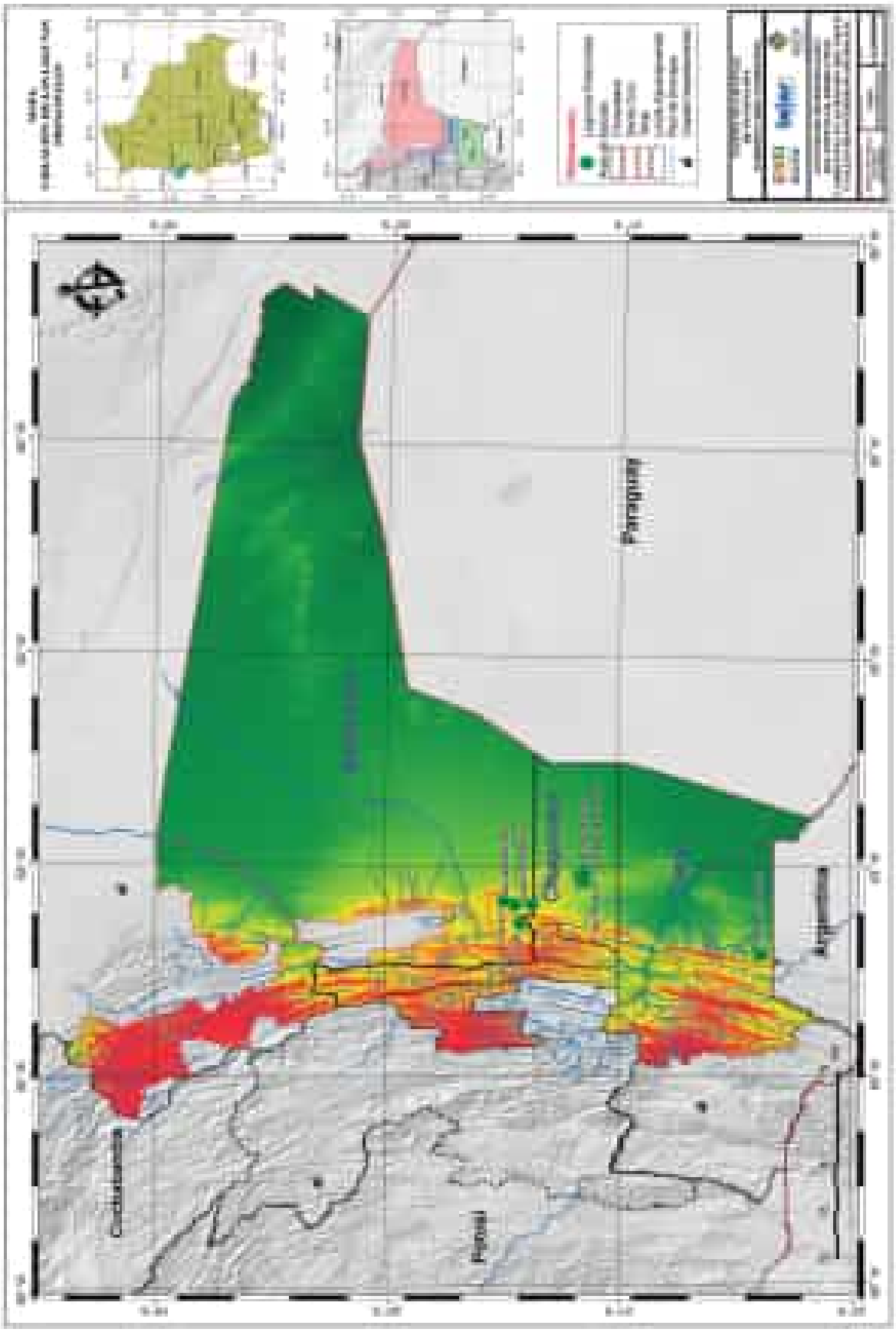
Dónde:

V = Volumen
A = Área (en época de estiaje) m²
L = Longitud del vaso inundable m
B = Ancho promedio del vaso inundable m
h = Altura de agua aprovechable m.

Tabla 41. Lagunas principales

N°	Fuente de agua	Municipio	Volumen de aporte (m^3)	UTM Zona 20 S		
				X	Y	Z
1	Laguna Santa Martha	Yacuiba	239988.60	435043.00	7575937.00	616.00
2	Laguna Ipauzo	Macharetí	2744.19	488738.00	7701552.00	657.00
3	Laguna Carandayti	Macharetí	2195.50	492368.00	7704425.00	643.00
4	Laguna Bordo Alto	Macharetí	28495.13	495133.00	7702057.00	639.00
5	Laguna Yaperenda	Huacaya	507227.40	449184.00	7734850.00	1019.00
6	Laguna Ivicuaty	Cuevo	4465.53	457137.00	7747838.00	897.00
7	Laguna de Yuqueriti	Boyuibe	15573.94	474037.00	7759278.00	867.00
8	Laguna Cumbaruty	Boyuibe	1973.60	471047.00	7739008.00	814.00
9	Laguna Camatindy	Boyuibe	253613.70	471347.00	7751837.00	802.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 17. Ubicación de las lagunas principales

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.2.3 Pozos subterráneos

Nuestro país cuenta con un gran potencial de aguas subterráneas, que es aprovechado por los sectores agrícolas, ganaderos, urbanos e industriales. De acuerdo al Sistema de Información de Aguas Subterráneas de Bolivia (SIASBO) desarrollado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), en la región de estudio se cuenta con 722 pozos en funcionamiento.

Tabla 42. Inventario de pozos subterráneos

N°	Municipio	Total de pozos subterráneos
1	Entre Ríos	0.00
2	Capaparí	0.00
3	Yacuiba	151.00
4	Villamontes	483.00
5	Macharetí	20.00
6	Huacaya	2.00
7	Muyupampa	1.00
8	Monteagudo	0.00
9	Lagunillas	5.00
10	Cabezas	8.00
11	Cuevo	5.00
12	Camiri	0.00
13	Boyuibe	3.00
14	Charagua	7.00
15	El Trigal	5.00
16	Vallegrande	13.00
17	Pampagrande	14.00
18	Comarapa	5.00
Total		**722.00**

Fuente: Sistema de información de aguas subterráneas de Bolivia (SIASBO).

Los municipios de Villamontes y Yacuiba son los que cuentan con mayor potencial de aguas subterráneas, abarcando el 87 % del total. A continuación, en la **Tabla 43** se muestran los datos técnicos de los pozos subterráneos principales identificados en las áreas priorizadas.

Tabla 43. Pozos de agua subterránea principales

N°	Municipio	Comunidad	Datos generales del pozo					Características
			Profundidad			Diámetro (pulg.)	Caudal (l/s)	
			Program.	Perfor.	Entubado			
1	Villamontes	Tiguipa Estación	150.00	292.00	284.00	6”	13.00	En producción.
2	Villamontes	Nueva Esperanza	130.00	150.00	150.00	6”	15.00	En producción.
3	Villamontes	Bolívar	150.00	200.00	195.00	6”	9.50	Improductivo. Mucho arrastre de arena

N°	Municipio	Comunidad	Datos generales del pozo					Características
			Profundidad			Diámetro (pulg.)	Caudal (l/s)	
			Program.	Perfor.	Entubado			
4	Villamontes	Reconquista	225.00	285.00	285.00	6”	0.25	Improductivo, puesto ganadero
5	Villamontes	Pozo Redondo	300.00	351.00	351.00	6”	8.50	En producción, puesto ganadero
6	Villamontes	Unificada - Las Guaguas	400.00	261.00	261.00	6”	9.50	En producción, puesto ganadero
7	Villamontes	Reconquista 2	300.00	414.00	393.00	6”	1.25	En producción, puesto ganadero
8	Villamontes	Cototo Norte	150.00	140.00	108.00	6”	20.00	Perforado sin implementación.
9	Villamontes	Samayhuate	120.00	114.00	105.00	6”	20.00	Datos de ensayo de bombeo.
10	Villamontes	El Alambrado	182.00	156.80	156.80	6”	1.70	Con cargo al Proyecto JICA.
11	Villamontes	El Chañar		182.00	180.90	6”	10.00	Con cargo al Proyecto JICA.
12	Villamontes	Cutaiqui	100.00	110.00	110.00	6”	10.00	Con cargo al Proyecto JICA.
13	Villamontes	Samuguate	110.00	120.20	119.20	6”	20.00	Con cargo al Proyecto JICA.
14	Villamontes	Puesto Uno	120.00	135.00	134.50	6”	20.00	Proceso de perforación concluido.
15	Yacuiba	El Bagual	180.00	284.50	282.00	6”	13.00	En producción.
16	Yacuiba	El Pelicano	200.00	304.00	304.00	6”	18.00	En producción, puesto ganadero
17	Yacuiba	Palo Marcado	250.00	302.00	302.00	6”	12.00	En producción, puesto ganadero
18	Yacuiba	La Estrella	350.00				10.00	En producción, puesto ganadero
19	Yacuiba	Caiza Villa Ingavi	250.00	230.00	225.00	6”	7.50	En producción.
20	Yacuiba	San Isidro	250.00	210.00	208.00	6”		Improductivo, agua contaminada.
21	Yacuiba	Cañón Oculto	252.00	202.00	202.00	6”	7.50	Improductivo. Se seco.
22	Yacuiba	Cañitas	270.00	285.00	150.00	6”	0.50	Improductivo
23	Yacuiba	Abra de Cañón Oculto	270.00	275.00	267.50	6”	15.00	En uso y producción
24	Yacuiba	Palmar Grande Estación	270.00	272.00	269.50	6”	30.00	Perforado sin implementar.
25	Yacuiba	Retiro	120.00	123.00	121.00	6”	20.00	Con cargo al Proyecto JICA
26	Yacuiba	Campo Grande	120.00	131.50	131.00	6” y 8”	20.00	Con cargo al Proyecto JICA
27	Yacuiba	San Isidro	140.00	135.00	133.00	6” y 8”	20.00	Con cargo al Proyecto JICA
28	Yacuiba	La Mora	140.00	137.00	130.50	8”	7.00	Con cargo al Proyecto JICA
29	Yacuiba	*Crevaux	120.00	140.00	100.00	6”	10 - 12	El pozo está en servicio.
30	Yacuiba	Campo de Núñez	250.00	278.00	272.00	6”	7.00	El pozo está en servicio.
31	Yacuiba	*Guazurenda		178.00	164.00	6”	1.5 - 2.5	En proceso de implementación.
32	Yacuiba	Tierras Nuevas	180.00	178.00	173.50	6”	6.50	En proceso de implementación.
33	Yacuiba	*El Cercado Las Lomas	180.00	170.00	154.00	6”	8 - 10	En proceso de implementación.
34	Yacuiba	*La Palma II	200.00	212.00	207.00	6”	8 - 10	Pozo concluido, en servicio.
35	Yacuiba	*El Chivil	200.00	212.00	210.00	6”	8 - 10	Pozo concluido, en servicio.
36	Yacuiba	*La Salada	300.00	263.00	216.00	6”		Pozo concluido, en servicio.
37	Yacuiba	*Pocitos		127.00	121.50	6”	127.00	Pozo concluido, en servicio.
38	Yacuiba	*Toro Muerto		112.00	107.00	6”	112.00	Pozo concluido, en servicio.
39	Yacuiba	*La Purisima		129.00	12.00	6”	129.00	Pozo concluido, en servicio.
40	Yacuiba	*El Porvenir		206.00	196.00	6”	206.00	Pozo concluido, en servicio.
41	Yacuiba	*El ambrosio		206.00	202.00	6”	206.00	Pozo concluido, en servicio.
42	Yacuiba	*Lapachal		132.00	128.00	6”	132.00	Pozo concluido, en servicio.
43	Yacuiba	*Asilo de ancianos S. Isidro		96.00	93.00	6”	96.00	Pozo concluido, en servicio.
44	Yacuiba	*Los Sotos / La vertiente		128.00	122.00	6”	128.00	Pozo concluido, en servicio.
45	Yacuiba	*La Brea / Brecha Ancha		135.00		6”	135.00	Pozo concluido.
46	Yacuiba	Colonia Fiscal El Palmar		110.00	96.00	8”	1.3 - 1.5	Pozo concluido.
47	Yacuiba	La Encrusijada		185.00	180.00	6”	6 - 8	Pozo concluido.

Fuente: GADT 2020.

4.2.4 Balance hídrico

El balance hídrico refleja la situación actual de las cuencas y ha sido llevado a cabo para cada una de las unidades hidrográficas (UH), considerando la interacción entre las diferentes UH y los correspondientes puntos de demandas con las respectivas infraestructuras de extracción del potencial hídrico superficial. Se realizó el análisis entre las oferta y demandas mediante el software WEAP (Water Evaluation and Planning Systems) que es una herramienta de modelación para la planificación y distribución del agua.

En WEAP se estableció el esquema de los recursos y demandas, integrando cada componente de la demanda a nivel sectorial, disgregando el sector de demanda para consumo humano, sector de demanda para riego y sector para demanda pecuaria (caprinos, bovinos, ovinos, porcino, equinos y vacunos).

4.2.4.1 Oferta de agua

La escorrentía es la parte de la precipitación que llega a alimentar las corrientes superficiales, continuas o intermitentes, de una cuenca. Se determino la escorrentía y los caudales de oferta de las unidades hidrológicas del área de estudio con el modelo WEAP del S.E.I. aplicando el método escurrimiento de lluvia (método humedad del suelo), este método comprende dos reservorios verticales, a través de aquello el flujo total se cuantifica mediante el análisis del flujo superficial, las pérdidas por evaporación, la infiltración, la percolación y el flujo base. El cual consiste en la noción de transferencia de agua entre dos contenedores (buckets), los cuales representan la dinámica entre la evapotranspiración, escurrimiento superficial, sub superficial, percolación, para un elemento de análisis o cuenca.

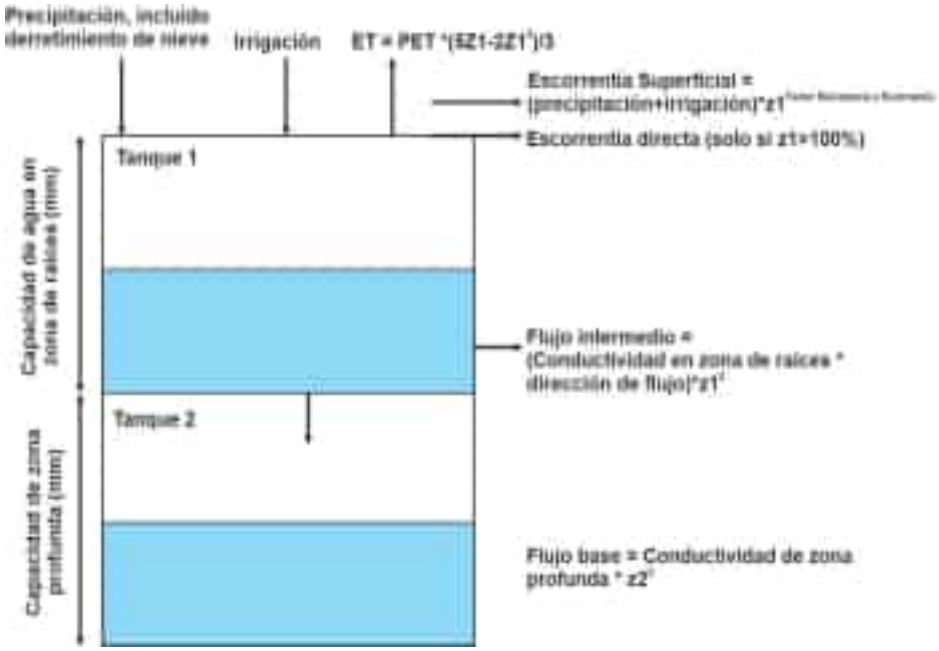
La aplicación del modelo hidrológico WEAP de acuerdo a las características de las cuencas de estudio, permitirá la representación precisa de la producción de escorrentía en cada una de ellas, que se basa en la realización de un balance hídrico, asumiendo que el agua se distribuye en diferentes niveles de almacenamientos conceptuales y conectados entre sí, según las variables propias del modelo.

Los componentes del balance hidrológico modelados usando el programa WEAP son la escorrentía superficial, infiltración, evapotranspiración, flujo base y escorrentía subsuperficial.

Dicha representación se realiza en base a los datos de cobertura vegetal, uso de suelo y a los datos climatológicos como la precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y nubosidad como datos de entrada al modelo.

Utilizamos los datos meteorológicos de las grillas de climas del GMET generadas en el Balance hídrico de Bolivia 2023, que cuenta con la información climática de entrada al modelo desde el año 1980 hasta el 2020, con una resolución espacial de 0.05 grados aproximadamente 5 km por 5 km en formato ráster.

Figura 8. Esquema conceptual del modelo



Fuente: MMAyA 2024.

La delimitación de las cuencas potenciales identificadas en cada Municipio, se realizó partiendo de los puntos de desembocadura. Se delimitó en total 100 cuencas que abarcan toda la zona de estudio para fines de la modelación, identificando 46 unidades hidrográficas con mayor potencial hídrico, estas tienen caudal permanente durante todo el año, sus puntos de control de aforos fueron ubicados en los sitios con mayores condiciones productivas como son la disponibilidad de agua, grandes extensiones de terrenos cultivables en su entorno, mayor número de beneficiarios entre otras (**Mapa 18**).

En la etapa de calibración del modelo se busca lograr un conjunto de parámetros hidrológicos y operaciones que permitan obtener una representación de caudales que asemeje los datos históricos de la forma más cercana posible. Para esto, es necesario realizar comparaciones entre series de datos de caudales en puntos específicos de las cuencas observadas versus simuladas. Los puntos principales de calibración fueron la Estación Hidrométrica de Villamontes y la estación de Abapo.

Tabla 44. Período de registro estaciones hidrométricas

Estación	Período de registro
Villamontes	Enero 1980 - Diciembre 2020
Abapo	Abril 1991 - Diciembre 2020

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

También se tienen aforos en la mayoría de los puntos de control de las cuencas potenciales identificadas, que son importantes para comparar con las series de datos de caudales observados versus simulados, realizando los ajustes que sean necesarios.

Tabla 45. Aforos en los puntos de control de las cuencas potenciales

Punto	Descripción	Municipio	Fecha de aforo	Caudal (lt/s)	UTM Zona 20 S		
					X	Y	Z
1	Río Salinas	Entre Ríos	2/8/2024	1644.21	373847.00	7597608.00	1075.00
2	Río Chiquiaca	Entre Ríos	3/8/2024	2305.24	383613.00	7579187.00	852.00
3	Río Saladillo	Entre Ríos	6/8/2024	59.76	425699.00	7601705.00	918.00
4	Río Capaparí	Capaparí	6/8/2024	149.36	422846.00	7584556.00	792.00
5	Río Itau	Capaparí	7/8/2024	674.21	409282.00	7587495.00	855.00
6	Río Agua Blanca	Capaparí	8/8/2024	25.52	402053.00	7563789.00	654.00
7	Quebrada Caiza	Yacuiba	10/8/2024	44.79	442972.00	7589413.00	568.00
8	Quebrada Huarisuti	Yacuiba	10/8/2024	7.19	431776.00	7579730.00	692.00
9	Quebrada Arenales	Villamontes			457276.00	7628974.00	426.00
10	Quebrada Ipa	Villamontes			454558.00	7671188.00	617.00
11	Quebrada Chimeo	Villamontes			450644.00	7656807.00	583.00
12	Quebrada Caigua	Villamontes			452364.00	7601896.00	637.00
13	Río Pilcomayo	Villamontes	E. Hidrométrica		447780.00	7648870.00	395.00
14	Quebrada Tiguipa	Macharetí	18/8/2024	10.91	461768.00	7686985.00	650.00
15	Río Macharetí	Macharetí	19/8/2024	189.55	460929.00	7699299.00	648.00
16	Quebrada Cuevo	Cuevo	27/8/2024	12.52	445789.00	7737485.00	1011.00
17	Quebrada Huacaya Bajo	Huacaya	29/8/2024	10.40	431362.00	7711167.00	927.00
18	Quebrada Huacaya Centro	Huacaya	30/8/2024	16.73	434608.00	7727361.00	1198.00
19	Quebrada Huacaya Alto	Huacaya	30/8/2024	29.12	436776.00	7730480.00	1247.00
20	Quebrada Piriti	Charagua	2/9/2024	72.72	479518.00	7819034.00	818.00
21	Quebrada Vertiente	Charagua	3/9/2024	1.42	471024.00	7854145.00	868.00
22	Río Grande	Charagua	3/9/2024	10740.35	457327.00	7909111.00	443.00
23	Río Parapetí	Charagua	4/9/2024	6202.38	480520.00	7786027.00	599.00
24	Quebrada Taputa	Charagua			475236.00	7833925.00	886.00
25	Quebrada Yuti	Camiri	2/8/2024	108.83	445822.00	7762862.00	882.00
26	Quebrada Camiri	Camiri	3/8/2024	12.55	444280.00	7777858.00	852.00
27	Río Parapetí	Camiri	3/8/2024	4933.01	446119.00	7785698.00	782.00
28	Río Iguembe	Muyupampa	18/9/2024	34.94	421425.00	7727213.00	1059.00
29	Río Ñancahuazú	Muyupampa	8/8/2024	126.53	420744.00	7853442.00	798.00
30	Quebrada Mortero	Muyupampa	7/8/2024	3.48	411588.00	7849045.00	1020.00
31	Río El Bañado	Monteagudo	12/8/2024	1229.91	406942.00	7778898.00	975.00
32	Río Capilla	Monteagudo	11/8/2024	752.89	385703.00	7770129.00	1359.00
33	Río San Lorenzo	Monteagudo	10/8/2024	565.53	375506.00	7801605.00	1247.00
34	Quebrada Tacuarandi	Lagunilla	15/8/2024	4.40	433384.00	7793087.00	911.00
35	Quebrada Cañón Iviyeca	Lagunilla	15/8/2024	6.18	429070.00	7795876.00	990.00
36	Quebrada Terraza	Lagunilla	17/8/2024	23.24	430172.00	7832500.00	883.00
37	Río Moroco	Cabezas	12/9/2024	1980.42	444446.00	7927869.00	531.00
38	Río Parabanosito	Cabezas	10/9/2024	198.18	452576.00	7959274.00	634.00
39	Quebrada la Cienega	Pampagrande	22/8/2024	3.85	374438.00	7998823.00	1336.00
40	Río Los Negros	Pampagrande	23/8/2024	457.53	374969.00	8014090.00	1366.00
41	Río Yapacaní	Pampagrande			384575.00	8009563.00	1114.00
42	Quebrada San Mateo Chico	Comarapa	28/8/2024	184.55	322833.00	8035194.00	1480.00

Punto	Descripción	Municipio	Fecha de aforo	Caudal (lt/s)	UTM Zona 20 S		
					X	Y	Z
43	Río Comarapa	Comarapa	28/8/2024	90.54	337758.00	8019841.00	1826.00
44	Río San Isidro	Comarapa	7/9/2024	601.97	344758.00	8020735.00	1738.00
45	Quebrada Sabucal	El Trigal	1/9/2024	0.05	372217.00	7978977.00	2295.00
46	Río Piraimiri	Vallegrande	3/9/2024	553.13	396991.00	7937789.00	1592.00

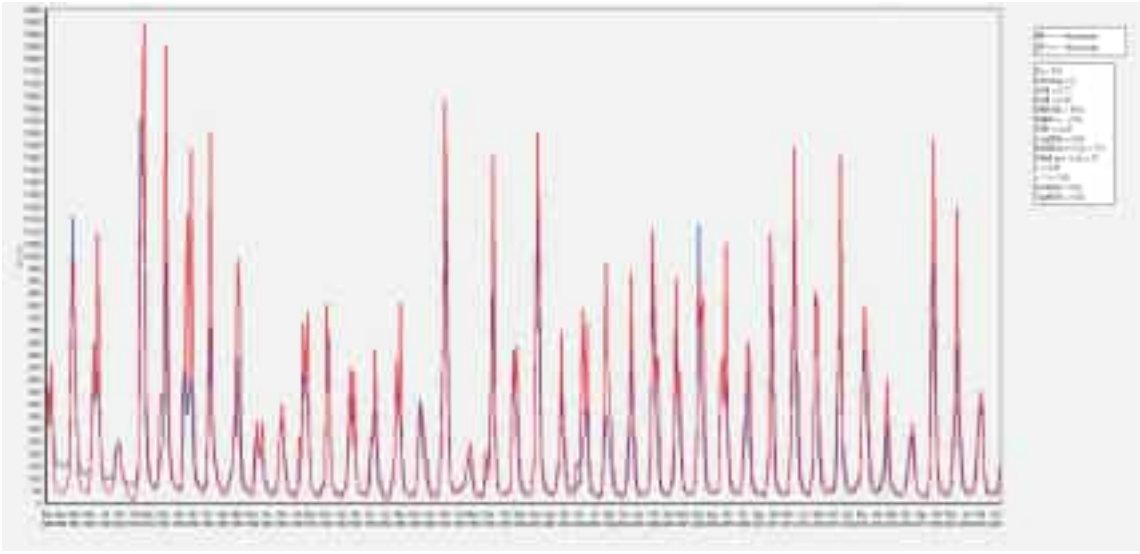
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Para realizar la calibración del modelo se deben ajustar los siguientes parámetros de suelos y cobertura en WEAP:

- Kc: Coeficiente de Cultivo
- Sw: Capacidad de agua en el suelo (mm)
- Dw: Capacidad de agua profunda (mm)
- RRF: Factor de Resistencia a escorrentía
- Ks: Conductividad de la zona radicular (mm/mes)
- Kd: Conductividad profunda (mm/mes)
- F: Dirección preferencial de Flujo
- Z1: Humedad en la zona de raíces (%)
- Z2: Humedad en la zona profunda (%).

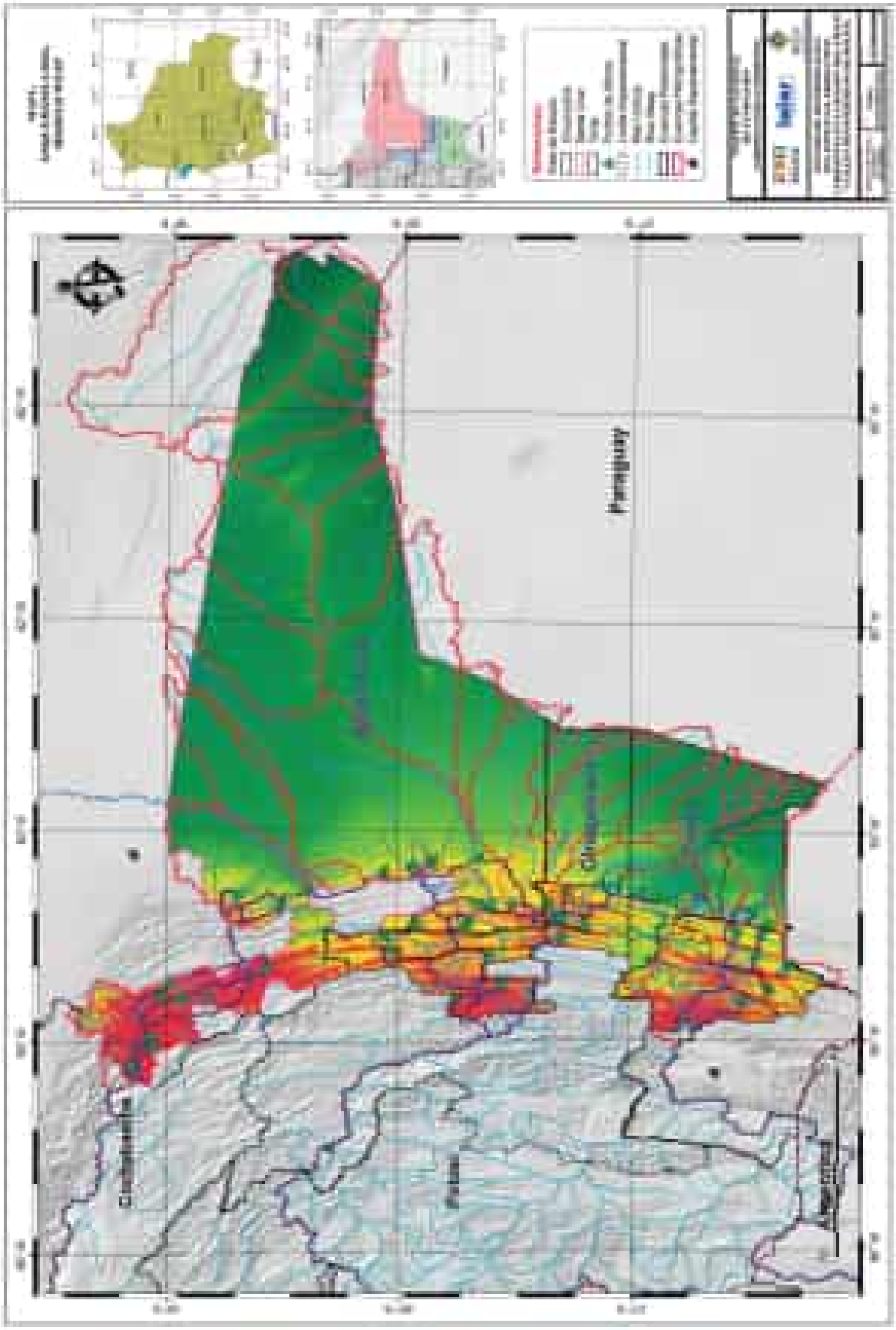
Una vez realizada la calibración, validamos nuestros resultados aplicando los métodos estadísticos mediante los indicadores del Índice de Nahs Sutclife (NS) y Sesgo estadístico (BIAS) y el coeficiente de correlación (R).

Figura 9. Calibración estación hidrométrica Villamontes



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

De acuerdo a la figura la línea azul representa los caudales modelados y las de color rojo los caudales medidos en la estación de Villamontes.

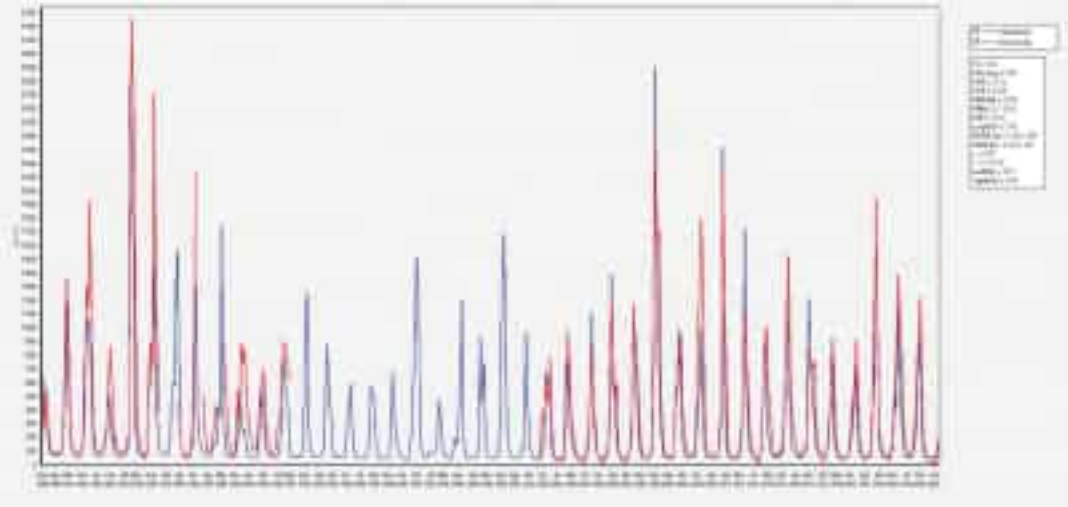


Mapa 18. Esquemática del modelo WEAP

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Se observa en la gráfica que se ajustan bien los caudales modelados con los medidos, se tiene un ajuste con el coeficiente estadístico de Nash - Sutcliffe (NSE) de 0.77 que es un ajuste muy bueno, un valor del PBIAS de -0.22 muy bueno y un valor del coeficiente de correlación R igual a 0.91 que nos indica un ajuste también bueno.

Figura 10. Calibración estación hidrométrica Agapo



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Analizando la gráfica los caudales modelados y medidos en la estación de Abapo se tienen un buen ajuste. Según los indicadores estadísticos se obtiene un valor de 0.42 para Nash - Sutcliffe (NSE) que es un ajuste muy bueno, un valor de -0.25 para PBIAS que es muy bueno y un valor de 0.87 para el coeficiente de correlación R que representa un ajuste bueno.

Una vez realizada la calibración del modelo, reportamos los resultados de los caudales medios para cada una de las cuencas Hidrográficas por Municipio. Estos resultados fueron determinados al 75 % de persistencia aplicando la metodología estadística de la curva de duración estacional o de frecuencia acumulada, realizamos este proceso con el programa hidroesta2.

Tabla 46. Volumen de oferta de agua y escorrentía por unidad hidrográfica

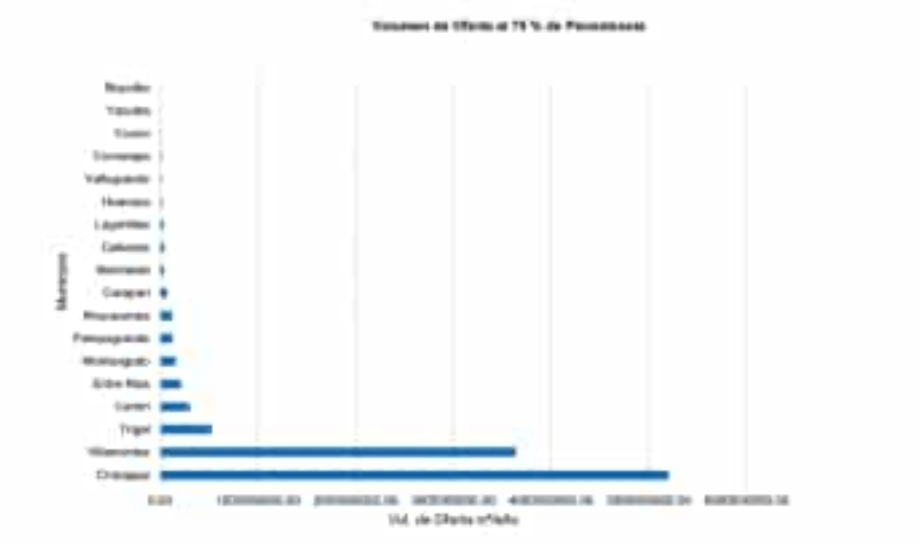
N°	Cuenca de Aporte	Municipio	Escorrentía (mm)	Volumen de oferta al 50 % m³/año	Volumen de oferta al 75 % m³/año
1	Río Salinas	Entre Ríos	116.48	218557666.89	130489056.00
2	Río Chiquiaca	Entre Ríos	169.44	171809233.28	92910240.00
3	Río Saladillo	Capaparí	30.72	11474520.79	6567264.00
4	Río Capaparí	Capaparí	4788.00	41484658.52	21701088.00
5	Río Itau	Capaparí	78.84	68293163.44	36094464.00
6	Río Agua Blanca	Capaparí	134.38	11603077.31	5537376.00
7	Quebrada Caiza	Yacuiba	30.15	14225826.61	7375968.00
8	Quebrada Huarisuti	Yacuiba	50.32	2357030.40	1094688.00
9	Quebrada Arenales	Villamontes	15.91	14049749.64	12257568.00
10	Quebrada Ipa	Villamontes	18.60	1128113.70	626400.00

N°	Cuenca de Aporte	Municipio	Escorrentía (mm)	Volumen de oferta al 50 % m³/año	Volumen de oferta al 75 % m³/año
11	Quebrada Chimeo	Villamontes	1439.00	1633683.77	912384.00
12	Quebrada Caigua	Villamontes	15.07	2521760.22	1889713.42
13	Río Pilcomayo	Villamontes	16.96	5728053234.94	3629225952.00
14	Río Tiguipa	Macharetí	14.36	5838298.67	4375076.18
15	Río Macharetí	Macharetí	19.66	62807526.09	35278848.00
16	Quebrada Huacaya Alto	Huacaya	29.69	1537053.66	884736.00
17	Quebrada Huacaya Centro	Huacaya	28.99	2435071.19	1483488.00
18	Quebrada Huacaya Bajo	Huacaya	28.63	26149489.66	15414624.00
19	Río Iguembe	Muyupampa	65.70	22677495.11	11511936.00
20	Río Ñancahuazú	Muyupampa	113.90	173866569.94	92490336.00
21	Quebrada Mortero	Muyupampa	151.82	29647917.39	15770592.00
22	Río El Bañado	Monteagudo	128.14	214160280.34	116227872.00
23	Río Capilla	Monteagudo	159.28	47309850.78	25436160.00
24	Río San Lorenzo	Monteagudo	102.20	35513211.61	16229376.00
25	Quebrada Tacuarandi	Lagunillas	55.75	17334144.41	8836128.00
26	Quebrada Cañón Iviyeca	Lagunillas	64.49	3161881.26	1583712.00
27	Quebrada Terraza	Lagunillas	67.78	45710520.41	22578912.00
28	Río Moroco	Cabezas	67.71	60721492.08	31337280.00
29	Río Parabanosito	Cabezas	68.66	24504266.45	10832832.00
30	Quebrada Cuevo	Cuevo	53.33	14036679.35	7126272.00
31	Quebrada Yuti	Camiri	43.07	14483532.06	7261056.00
32	Quebrada Camiri	Camiri	35.61	1835624.68	1041120.00
33	Río Parapetí Cabecera	Camiri	97.32	767348671.46	575166403.92
34	Quebrada Piriti	Charagua	35.23	1417551.67	650592.00
35	Quebrada Taputa	Charagua	33.26	4608732.48	2240352.00
36	Quebrada Vertiente	Charagua	39.80	141065567.00	703296.00
37	Río Grande	Charagua	81.52	831562668964.00	4971905280.00
38	Río Parapetí	Charagua	27.18	92738597167.00	519412608.00
39	Quebrada Sabucal	El Trigal	20.82	94646.48	519412608.00
40	Río Piraimiri	Vallegrande	64.71	27897106.02	17475264.00
41	Río Yapacaní	Pampagrande	33.10	76232427.93	48304512.00
42	Río Los Negros	Pampagrande	64.44	29715658.46	18296928.00
43	Quebrada La Cienega	Pampagrande	26.33	93638254.23	60434208.00
44	Río San Isidro	Comarapa	49.00	13837028.39	8919936.00
45	Río Comarapa	Comarapa	41.72	10942648.65	6994080.00
46	Quebrada San Mateo Chico	Comarapa	33.86	4034695.79	2548800.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El área de estudio genera un volumen total de oferta sin cuantificar las de mandas de 16597764691.72 m³/año al 50 % de persistencia y 10549680981.60 m³/año al 75 % de persistencia. El Balance Hídrico se realizó con la oferta calculada al 75 % de persistencia, la cual representa al escenario más crítico (seco).

Gráfico 60. Barras del volumen anual de oferta



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Analizando la gráfica se puede apreciar que el Municipio de Villamontes y Charagua son los que presentan mayor Potencial Hídrico, mientras que el Municipio de Boyuibe y Yacuiba son los que tienen menor volumen de oferta superficial.

4.2.4.2 Demandas de agua

La información de las demandas de agua para el balance hídrico, se obtuvo a razón de encuestas y entrevistas a sus comunarios. Estos datos fueron corroborados con información del censo Agrario 2013. Las principales necesidades de agua principalmente son para riego de cultivos y la actividad pecuaria. Siendo estas las actividades productivas principales de los productores de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos.

Los cultivos que tienen predominancia y que son producidos bajo riego son muy pocos en relación a las áreas físicas cultivables disponibles en cada uno de los 18 Municipios. Esto se debe a la falta de estructuras hidráulicas para riego y principalmente a la falta de agua y el mal aprovechamiento de los recursos hídricos.

Para la estimación de los requerimientos de riego de los cultivos se ha realizado un balance hídrico simple usando la metodología de la FAO basado en la evapotranspiración potencial de referencia y los coeficientes de cultivos (kc).

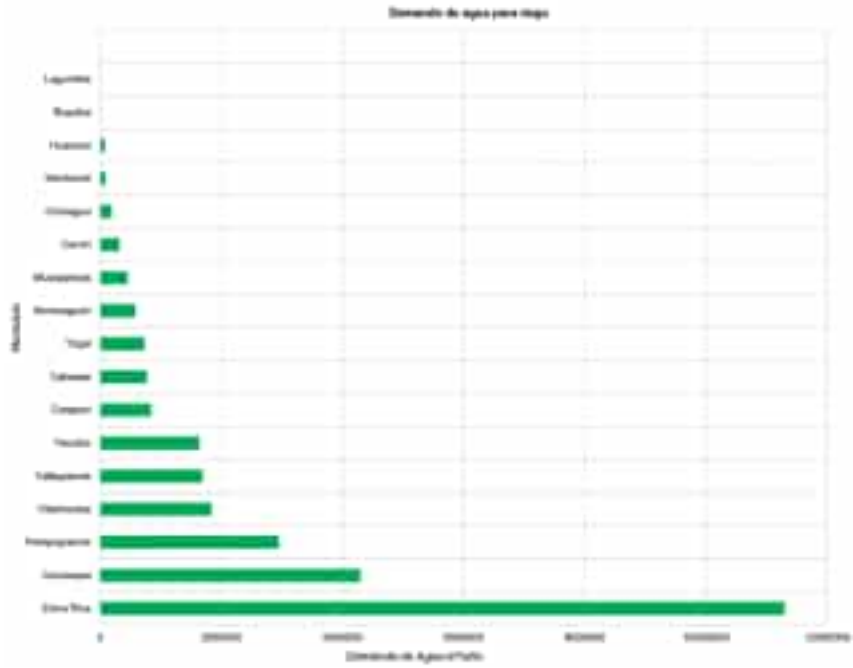
Tabla 47. Demanda de agua para riego

N°	Municipio	Demanda de agua para riego (m^3/año)
1	Entre Ríos	11300866.64
2	Capaparí	836212.58
3	Yacuiba	1634539.79
4	Villamontes	1844869.16

N°	Municipio	Demanda de agua para riego (m³/año)
5	Macharetí	83512.00
6	Huacaya	75611.45
7	Muyupampa	451683.59
8	Monteagudo	581913.03
9	Lagunillas	0.00
10	Cabezas	772266.92
11	Cuevo	0.00
12	Camiri	314086.71
13	Boyuibe	10032.50
14	Charagua	189164.61
15	El Trigal	732131.57
16	Vallegrande	1689347.80
17	Pampagrande	2949348.64
18	Comarapa	4299228.37
Total		**27764815.36**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Gráfico 61. Barras de demandas de riego



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El área de estudio presenta 27764815.36 m³/año de necesidad de agua para riego. Los Municipios que presentan mayor demanda de acuerdo a la gráfica son los municipios de Entre ríos y Comarapa, mientras que el municipio que tiene menor demanda para riego es el municipio de Lagunillas y Boyuibe.

En los municipios del estudio, en su producción pecuaria se tiene al ganado bovino, caprino, porcino y ovino principalmente, sin embargo, estos tipos de ganado son netamente para el autoconsumo de las familias productoras, las cuales realizan esta actividad de forma complementaria a la producción agrícola. El consumo de agua por tipo de ganado inventariado es diferenciado por la especie y la etapa de crecimiento y etapa reproductiva, por fines de uniformización de demandas se trabaja con la moda de la población de ganado.

Tabla 48. Valores de consumo diario de animales

Requerimiento de agua para animales	Litro/día
Vaca	20 - 40
Vaca en producción de leche	70 - 100
Caballo	30 - 40
Oveja y cabra	1 a 5
Alpaca vicuña llama	0.5
Cerdo	3 a 6
Cerdo lactando	25
Pato ganso gallina	0.2 - 0.3

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Se puede apreciar que el mayor consumo diario de agua es para el ganado vacuno con 40 litros y para la producción de leche 100 litros por día, se tomará el valor promedio entre ambos puesto que las dos actividades pecuarias se realizan en el Municipio.

La caracterización de la demanda de agua es cuantificada a través del consumo diario por cabeza de ganado, en la **Tabla 49** se muestra las demandas totales para el consumo pecuario por municipio.

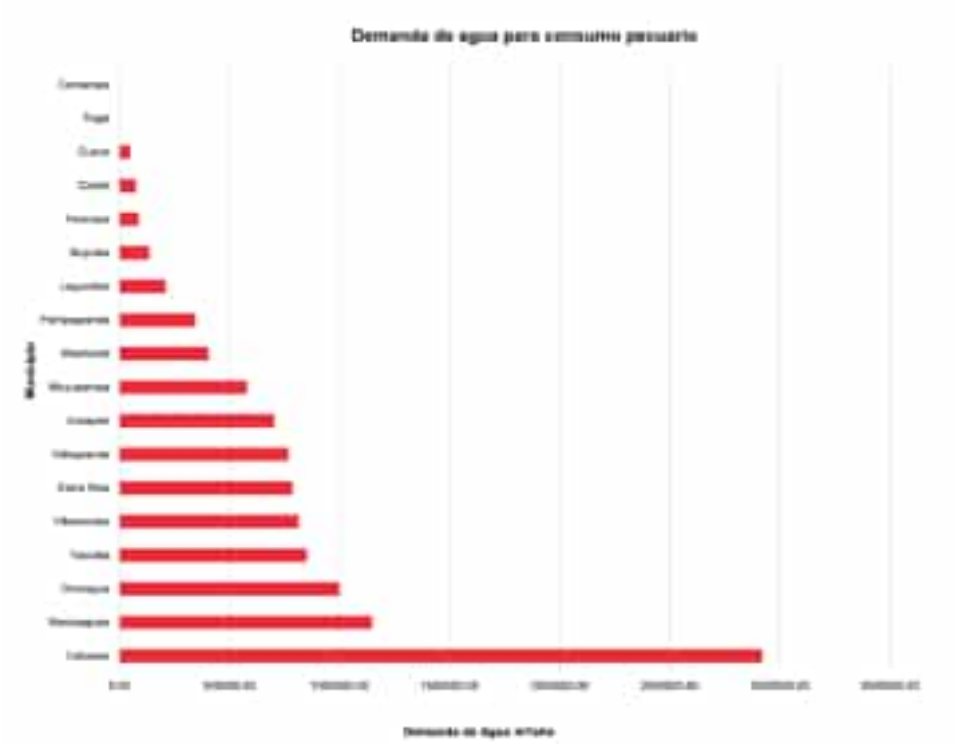
Tabla 49. Demanda de agua para consumo pecuario

N°	Municipio	Demanda de agua consumo pecuario (m^3/año)
1	Entre Ríos	788004.00
2	Capaparí	704440.80
3	Yacuiba	852566.40
4	Villamontes	812750.40
5	Macharetí	405518.40
6	Huacaya	88048.80
7	Muyupampa	579978.00
8	Monteagudo	1148162.40
9	Lagunillas	210016.80
10	Cabezas	2920276.80
11	Cuevo	51004.80
12	Camiri	75877.20
13	Boyuibe	136684.80

N°	Municipio	Demanda de agua consumo pecuario (m³/año)
14	Charagua	997516.80
15	El Trigal	1292.26
16	Vallegrande	767541.60
17	Pampagrande	345542.40
18	Comarapa	963.40
Total		**10886186.06**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Gráfico 62. Barras de la demanda de agua pecuaria



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La demanda total para el consumo ganadero en la región de estudio es de 10886186.06 m³/ año Analizando las gráficas de distribución de demandas pecuarias por Municipio, el Municipio de Cabezas presenta la mayor necesidad de agua para el desarrollo de la actividad ganadera y municipio de El Trigal tienen la menor demanda pecuaria.

4.2.4.3 Análisis oferta y demanda de agua

El análisis oferta demanda representa el Balance hídrico del área de aporte, determinando así el potencial hídrico disponible para las unidades hidrográficas priorizadas identificadas. En la **Tabla 50** se puede apreciar que el área de estudio presenta un gran aporte hídrico disponible, no se tiene déficit con las demandas actuales. Estos resultados sustentan la posibilidad de planificar sistemas de aprovechamiento para el desarrollo de los 18 Municipios.

Tabla 50. Balance hídrico oferta demanda

N°	Municipio	Demanda total (m³/año)	Oferta al 75 % (m³/año)	Déficit o excedente (m³/año)
1	Entre Ríos	12088870.64	211310425.36	199221554.72
2	Capaparí	1540653.38	68359538.62	66818885.24
3	Yacuiba	2487106.19	5983549.81	3496443.62
4	Villamontes	2657619.56	3642254397.86	3639596778.30
5	Macharetí	489030.40	39164893.78	38675863.38
6	Huacaya	163660.25	17619187.75	17455527.50
7	Muyupampa	1031661.59	118741202.41	117709540.82
8	Monteagudo	1730075.43	156163332.57	154433257.14
9	Lagunillas	210016.80	32788735.20	32578718.40
10	Cabezas	3692543.72	38477568.28	34785024.56
11	Cuevo	51004.80	7075267.20	7024262.40
12	Camiri	389963.91	295495414.05	295105450.14
13	Boyuibe	146717.30	124443.94	-22273.36
14	Charagua	1186681.41	5206142244.63	5204955563.22
15	El Trigal	733423.83	518679184.17	517945760.34
16	Vallegrande	2456889.40	15018374.60	12561485.20
17	Pampagrande	3294891.04	123740756.96	120445865.92
18	Comarapa	4300191.77	14162624.23	9862432.46

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos luego de cuantificar las ofertas y demandas presenta un volumen de aporte de 10472650140.00 m³/año que equivale a 10472.65 Hm³/año al 75 % de persistencia que representa al escenario seco.

4.2.4.4 Calidad de agua

Determinar la calidad del agua de riego, es un factor muy importante que incide en los rendimientos de los cultivos. Utilizar agua apta para riego es de mucho beneficio en la producción de cultivos intensivos, pero si es de mala calidad esto influirá tanto en el cultivo como en el suelo causando deterioros. Son estos aspectos por lo que es importante realizar un análisis respecto a la calidad del agua de riego, considerando sus parámetros técnicos para el mismo. El agua utilizada para riego contiene siempre cantidades apreciables de sustancias disueltas que, como designación general, se denomina sales. Incluyen cantidades relativamente pequeñas pero importantes de sólidos disueltos provenientes de la disolución o erosión de las rocas y el suelo, así como indicios de cal, yeso y otras fuentes de sales, a consecuencia del paso o filtración del agua por determinados terrenos.

Con agua de buena calidad, los problemas que afecten a la productividad o son poco frecuentes o, simplemente, no existen.

La calidad del agua en la región ha sido evaluada con fines de riego en 40 puntos de muestreo distribuidos en los 18 municipios de estudio. Las muestras recopiladas pertenecen a flujos superficiales (ríos, quebradas), flujos subterráneos (Pozos de bombeo, vertientes) y cuerpos de agua (lagunas y atajados). El mayor porcentaje de las muestras se tomaron cerca de los puntos

de control, debido a que presentan mayor escurrimiento y están ubicados en zonas con mejores condiciones productivas.

Las muestras de agua se analizaron en el Laboratorio de SEDAG del departamento de Tarija, en base a las normas recomendadas por las “Guías para la Elaboración de estudios de Diseño técnico de Preinversión para proyectos de Riego”, elaborada por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA) de Bolivia en el año 2022.

Tabla 51. Parámetros físicos y químicos de calidad agua

N°	Municipio	Fuente	PH	µS/cm	Aniones solubles				Cationes solubles			
					meq K^+/L	meq Na^+/L	meq Ca^{2+}/L	meq Mg^{2+}/L	meq CO_3^{2-}/L	meq HCO_3^-/L	meq Cl^-/L	meq SO_4^{2-}/L
1	Entre Ríos	Río Salinas	8.20	496.40	0.12	1.65	2.00	0.75	0.25	2.35	1.50	0.30
2	Entre Ríos	Río Chiquiaca	8.23	494.10	0.12	1.11	2.75	1.65	0.25	1.25	0.85	2.72
3	Capaparí	Quebrada Blanco	7.99	139.70	0.24	0.33	0.95	1.05	0.00	1.50	0.50	0.42
4	Capaparí	Río Itau	8.71	281.40	0.29	0.64	1.30	1.20	0.25	2.15	0.60	0.35
5	Capaparí	Río Capaparí	8.24	930.90	0.32	1.78	3.00	2.10	0.70	2.35	3.35	0.26
6	Villamontes	Río Pilcomayo	8.51	1264.00	0.33	3.67	2.75	2.80	0.70	2.25	5.55	0.30
7	Villamontes	Pozo El Palmar	8.69	594.60	0.20	2.93	1.45	1.45	0.70	3.10	0.95	0.82
8	Yacuiba	Pozo Privado (Elvio Zenteno)	8.43	509.70	0.18	1.69	2.10	0.90	0.70	1.85	1.45	0.36
9	Yacuiba	Quebrada El Ojo	8.69	759.00	0.19	3.05	2.00	1.40	4.50	0.75	0.95	0.41
10	Monteagudo	Río San Lorenzo	8.17	161.00	0.19	0.29	1.00	0.60	0.00	0.55	0.75	0.65
11	Monteagudo	Río El Bañado	8.32	296.80	0.15	0.76	1.45	0.80	0.25	0.65	1.45	0.57
12	Muyupampa	Río Ñancahuazú	8.39	440.00	0.05	1.81	1.60	1.10	0.25	2.25	1.50	0.43
13	Muyupampa	Río Iguembe	8.58	531.70	0.20	4.56	2.95	3.80	0.70	4.80	3.75	1.98
14	Camiri	Río Parapetí Cabecera	8.31	281.40	0.05	1.03	1.40	1.10	0.00	1.55	1.00	0.75
15	Camiri	Quebrada Yuti	8.54	536.30	0.05	0.95	2.00	1.50	0.25	2.70	0.10	1.35
16	Boyuibe	Laguna Camatindi	8.45	1088.00	0.32	2.54	4.00	2.60	2.90	1.83	3.75	0.38
17	Comarapa	Río San Isidro	7.97	133.20	0.05	0.25	2.00	1.20	0.00	2.43	0.75	0.31
18	Comarapa	Quebrada San Antonio	7.71	114.00	0.05	0.25	0.75	0.75	0.00	1.22	0.00	0.56
19	Comarapa	Quebrada San Mateo Chico	7.58	110.90	0.09	0.25	0.90	1.10	0.00	0.95	0.77	0.36
20	Charagua	Río Parapetí	8.36	708.30	0.30	2.23	3.25	1.25	0.20	0.93	5.55	0.31
21	Cuevo	Río Cuevo	7.99	218.30	0.11	1.07	2.00	1.75	0.00	1.50	2.25	0.88
22	Cuevo	Reservorio flia, Rivera	8.96	1278.00	0.28	0.29	1.40	2.25	1.60	0.00	1.75	0.58
23	Lagunilla	Quebrada Tacuarandi	8.71	386.50	0.17	3.94	2.00	1.00	1.50	0.75	3.70	1.12
24	Lagunilla	Quebrada Terrazas	8.82	1179.00	0.22	1.73	1.50	2.00	3.00	0.00	1.25	0.87
25	Pampagrande	Río Los Negros	8.16	188.80	0.09	3.71	1.50	1.85	0.00	4.03	1.55	1.11
26	Pampagrande	Río Yapacaní	8.58	3267.00	0.28	0.52	5.20	14.45	2.00	9.50	7.00	0.67
27	El Trigal	Quebrada Sabucal	8.59	375.80	0.14	5.14	1.50	2.00	0.80	1.20	4.75	1.83
28	El Trigal	Atajado Pulpita	8.06	71.50	0.05	1.34	1.25	1.00	0.00	0.55	2.50	0.38
29	El Trigal	Vertiente La Ruda	8.24	137.50	0.14	0.45	1.25	0.30	0.00	0.85	0.75	0.39
30	Vallegrande	Río Piraimiri	8.09	192.20	0.09	0.91	1.75	0.75	0.00	1.55	1.15	0.47
31	Vallegrande	Vertiente Kallana	7.66	182.00	0.14	0.72	1.50	0.60	0.00	1.05	1.35	0.37

N°	Municipio	Fuente	PH	µS/cm	Aniones solubles				Cationes solubles			
					meq K^+/L	meq Na^+/L	meq Ca^{2+}/L	meq Mg^{2+}/L	meq CO_3^{2-}/L	meq HCO^-_3/L	meq Cl^-/L	meq SO_4^{2-}/L
32	Huacaya	Laguna Yaperenda	8.17	316.00	0.11	0.60	2.10	2.00	1.60	1.25	1.42	0.45
33	Huacaya	Quebrada Yiqua	8.28	216.50	0.17	0.91	1.50	2.00	1.10	1.00	1.52	0.48
34	Macharetí	Laguna Bordo Alto	8.45	310.00	0.15	0.91	1.75	1.00	1.60	0.98	0.55	0.38
35	Macharetí	Río Macharetí	8.91	1849.00	0.21	1.49	1.00	2.45	2.70	0.65	0.85	0.95
36	Cabezas	Pozo Perforado (Flia, Paulino Rodríguez)	9.06	927.00	0.10	1.69	2.30	1.95	4.00	0.68	0.98	0.37
37	Cabezas	Río Parabanosito	8.57	258.10	0.07	3.47	1.75	1.25	0.80	2.70	2.50	0.48
38	Cabezas	Río Moroco	8.54	302.20	0.15	0.80	3.20	5.55	0.40	3.90	2.75	1.94
39	Cabezas	Río grande	8.63	1098.00	0.22	0.87	3.50	0.40	1.40	2.25	1.15	0.18
40	Cabezas	Pozo comunidad Aldea 1	8.50	659.70	0.11	1.39	3.20	2.80	0.80	2.70	3.00	0.35

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Teniendo estos resultados y paramentos se puede realizar los cálculos necesarios para la clasificación de la calidad del agua, lo que se refleja en la **Tabla 52**.

Tabla 52. Clasificación de la calidad de agua

N°,	Municipio	Fuente	RAS	Clasificación	UTM Zona 20 S	
					X	Y
1	Entre Ríos	Río Salinas	1.41	C2 - S1	373830.00	7597602.00
2	Entre Ríos	Río Chiquiaca	0.75	C2 - S1	383612.00	7574198.00
3	Capaparí	Quebrada Blanco	0.33	C1 - S1	395506.00	7568894.00
4	Capaparí	Río Itau	0.57	C2 - S1	397882.00	7555785.00
5	Capaparí	Río Capaparí	1.11	C3 - S1	425699.00	7600176.00
6	Villamontes	Río Pilcomayo	2.20	C3 - S1	447120.00	7649070.00
7	Villamontes	Pozo El Palmar	2.43	C2 - S1	452418.00	7617810.00
8	Yacuiba	Pozo privado (Elvio Zenteno)	1.38	C2 - S1	441307.00	7591969.00
9	Yacuiba	Quebrada El Ojo	2.34	C3 - S1	431768.00	7574735.00
10	Monteagudo	Río San Lorenzo	0.33	C1 - S1	375506.00	7801605.00
11	Monteagudo	Río El Bañado	0.71	C2 - S1	406944.00	7778898.00
12	Muyupampa	Río Ñancahuazú	1.55	C2 - S1	420740.00	7853439.00
13	Muyupampa	Río Iguembe	2.48	C2 - S1	421425.00	7727213.00
14	Camiri	Río Parapetí Cabecera	0.92	C2 - S1	445559.00	7786229.00
15	Camiri	Quebrada Yuti	0.72	C2 - S1	445816.00	7762866.00
16	Boyuibe	Laguna Camatindi	1.40	C3 - S1	471285.00	7751647.00
17	Comarapa	Río San Isidro	0.20	C1 - S1	344758.00	8020735.00
18	Comarapa	Quebrada San Antonio	0.29	C1 - S1	319042.00	8024504.00
19	Comarapa	Quebrada San Mateo Chico	0.25	C1 - S1	322832.00	8035194.00
20	Charagua	Río Parapetí	1.49	C2 - S1	480525.37	7786022.00
21	Cuevo	Río Cuevo	0.78	C1 - S1	445798.00	7737490.00
22	Cuevo	Reservorio flia, Rivera	0.22	C3 - S1	453070.00	773913.00
23	Lagunilla	Quebrada Tacuarandi	3.22	C2 - S1	433389.00	7793087.00
24	Lagunilla	Quebrada Terrazas	1.31	C3 - S1	430172.00	7832500.00

N°,	Municipio	Fuente	RAS	Clasificación	UTM Zona 20 S	
					X	Y
25	Pampagrande	Río Los Negros	2.86	C1 - S1	374969.00	8014090.00
26	Pampagrande	Río Yapacaní	0.17	C4 - S1	384575.00	8009563.00
27	El Trigal	Quebrada Sabucal	3.89	C2 - S1	372217.00	7978977.00
28	El Trigal	Atajado Pulpita	1.26	C1 - S1	384997.00	7978289.00
29	El Trigal	Vertiente La Ruda	0.51	C1 - S1	383667.00	7979338.00
30	Vallegrande	Río Piraimiri	0.82	C1 - S1	396991.00	7937789.00
31	Vallegrande	Vertiente Kallana	0.70	C1 - S1	381604.00	7946523.00
32	Huacaya	Laguna Yaperenda	0.42	C2 - S1	449184.53	7734850.80
33	Huacaya	Quebrada Yiqua	0.69	C1 - S1	437496.00	7731047.00
34	Macharetí	Laguna Bordo Alto	0.78	C2 - S1	495145.00	7702044.00
36	Macharetí	Río Macharetí	1.14	C3 - S1	460929.00	7699299.00
37	Cabezas	Pozo Perforado (Flia, Paulino Rodríguez)	1.16	C3 - S1	492796.00	7974353.00
38	Cabezas	Río Parabanosito	2.84	C2 - S1	452575.00	7959274.00
39	Cabezas	Río Moroco	0.38	C2 - S1	994446.00	7927869.00
40	Cabezas	Río Grande	0.63	C3 - S1	455470.00	7907272.00
41	Cabezas	Pozo comunidad Aldea 1	0.80	C2 - S1	487188.00	7920781.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En cuanto a la calidad de agua según los resultados de los análisis de laboratorio, las muestras analizadas presentan 3 diferentes clases, que se describen a continuación:

Clase C1: Agua de salinidad baja, que puede utilizarse para el riego en la mayoría de cultivos y en cualquier tipo de suelo.

Clase C2: Agua de salinidad baja, que puede utilizarse siempre y cuando haya cierto grado de lavado, plantas modernamente tolerantes a sales, pueden producir en casi todos los casos.

Clase C3: Agua altamente salina, que puede utilizarse para el riego en cultivos tolerantes a las sales y en suelos son drenaje adecuado y prácticas de control de salinidad.

Clase C4: Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego.

Clase S1: Agua baja en sodio que puede utilizarse para riego en la mayoría de los cultivos y suelos, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable.

Comparando los resultados con los parámetros establecidos en las normas, todas las muestras de agua son aptas para riego de cultivos. Excepto el río Yapacaní que presenta ciertas restricciones para algunos cultivos.

4.3 Criterios biológicos

La Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia son áreas ecológicamente diversas que albergan una gran variedad de flora y fauna adaptadas a las condiciones climáticas y geográficas únicas. Estas regiones enfrentan amenazas significativas debido a la expansión agrícola, la deforestación, la caza furtiva y el cambio climático, lo que ha puesto en riesgo a varias especies.

4.3.1 Fauna

La fauna amenazada en estas regiones incluye mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces, clasificados según las categorías de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES**)**, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y el Libro Rojo de la Fauna Silvestre de Vertebrados de Bolivia.

Tabla 53. Fauna amenazada en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos

Grupo	Especie	Categoría CITES	Categoría UICN	Libro rojo Bolivia	Distribución
Mamíferos	Jaguar (*Panthera onca*)	Apéndice I	Casi amenazado (NT)	Vulnerable (VU)	Chaco, principalmente Charagua y Villamontes.
	Puma (*Puma concolor*)	Apéndice I	----	En peligro (EN)	Chaco y los Valles Mesotérmicos.
	Tapir (*Tapirus terrestres*)	Apéndice I	En peligro (EN)	Vulnerable (VU)	Avistamiento en Morevita, Chaco y Valles.
	Tatu (*Dasypus novemcinctus*)	Apéndice I	En peligro (EN)	En peligro (EN)	Avistamiento Palma Pampa, Pampa Heredia, Chaco, Valles Mesotérmicos.
	Pecarí chaqueño (*Catagonus wagneri*)	Apéndice I	En peligro (EN)	En peligro (EN)	Chaco, Charagua, Camiri, Villamontes,
	Chancho de monte (Pecari tajacu)	Apéndice I	En peligro (EN)	En peligro (EN)	Chaco y Valles Avistamiento en Itakise.
	Chanco (Tayasu pecari)	Apéndice I	En peligro (EN)	En peligro (EN)	Chaco y Valles. Avistamiento en Itakise
	Mono lucachi (*Oreonax flavicauda*)	Apéndice I	En peligro crítico (CR)	En peligro crítico (CR)	Valles Mesotérmicos, Vallegrande, Comarapa.
Aves	Pava de monte (*Penelope dabbenei*)	Apéndice I	En peligro crítico (CR)	En peligro crítico (CR)	Valles Mesotérmicos, Avistamiento en el Choreti.
	Tucán grande (*Ramphastos toco*)	Apéndice II	Preocupación menor (LC)	Vulnerable (VU)	Chaco, Macharetí, Boyuibe, Camiri, Piedritas, El Tunalito, Iguembe, Iyiyeca.
Reptiles	Iguana chaqueña (*Tropidurus spp,*)	Apéndice II	Datos insuficientes (DD)	Vulnerable (VU)	Chaco, Villamontes, Yacuiba.
	Caimán chaqueño (*Caiman yacare*)	Apéndice II	Casi amenazado (NT)	Vulnerable (VU)	Chaco, lagunas y arroyos en Charagua.
Anfibios	Rana de los valles (*Telmatobius spp,*)	Apéndice I	En peligro crítico (CR)	En peligro crítico (CR)	Valles Mesotérmicos, Comarapa, Vallegrande.
Peces	Pacú (*Piaractus mesopotamicus*)	No listado	Vulnerable (VU)	Vulnerable (VU)	Ríos Pilcomayo y Parapetí.

Fuente: Libro rojo de Vertebrados de Bolivia, UICN y CITES, además de verificación en campo.

Se realizaron muestras en cada uno de los 211 puntos definidos por equipo técnico en los 18 municipios del área de estudio (**Anexo**: Estudio de abundancia de las especies identificadas alrededor de las calicatas realizadas por el equipo técnico).

4.3.2 Dispersores

En los bosques naturales, los dispersores de semillas, como aves (tucanes y loros), mamíferos (monos y murciélagos), el viento y el agua, juegan un papel crucial en la regeneración

y mantenimiento de los ecosistemas al facilitar la propagación de plantas y mantener la biodiversidad. Sin embargo, muchas especies clave están amenazadas por actividades humanas como la deforestación, los incendios forestales y la expansión agrícola, lo que pone en peligro la regeneración de especies maderables y no maderables esenciales, haciendo urgente su conservación.

4.3.3 Polinizadores

En los bosques subtropicales de las Regiones del Chaco y los Valles Mesotérmicos, la presencia de polinizadores está estrechamente relacionada con los períodos de floración y la disponibilidad de polen y néctar. según Saravia A. Carrillo C., y Supayave M. (2023). Entre las especies más frecuentes se encuentran insectos como *Diptera syrphidae* (sírfidos, comúnmente confundidos con abejas debido a la forma de su cuerpo). Lepidoptera herperidae (mariposas pequeñas y robustas), Cerambycidae (coleópteros de antenas largas), Curculionidae (gorgojos y picudos), así como abejas como *Partamona sp*, y *Xylocopa sp*, (abejorro carpintero).

Además, destacan polinizadores como Omydia obesa, *Scaptotrigona polystica, Metora sp,, Chrysopresys sp,, Apis mellifera*, y especies de *Nymphaledae sp*,, entre otros, junto a micromamíferos como los murciélagos, que cumplen roles esenciales en la polinización.

Muchas de estas especies enfrentan amenazas significativas y están incluidas en categorías de riesgo según la UICN, CITES y el Libro Rojo de Vertebrados de Bolivia. En estas regiones, es fundamental conservar los hábitats naturales descritos en la clasificación de unidades de vegetación de Gonzalo Navarro (2011), ya que son esenciales para la supervivencia de estos polinizadores y la estabilidad ecológica del Chaco y los Valles Mesotérmicos.

4.3.4 Controladores biológicos

Los controladores biológicos son fundamentales para la salud de los bosques, ya que contribuyen a regular las poblaciones de otras especies y reducen la dependencia de pesticidas químicos. En el Bosque Chaqueño y Valles Mesotérmicos, varias especies amenazadas desempeñan este rol crucial, como el jaguar (*Panthera onca*). Su conservación es urgente debido a la continua destrucción de este ecosistema. Además, existen especies que actúan como indicadores de la salud ambiental, ya que su presencia refleja el estado de biodiversidad local. Entre estas destacan el chancho de collar (*Pecari tajacu*), el corechi o tatú bolita (*Tolypeutes spp,*), el tapir (*Tapirus terrestris*), el pejichi (*Priodontes maximus*), el oso bandero (*Myrmecophaga tridactyla*), y el tucán (*Ramphastos toco*). Asimismo, peces como las pirañas, surubíes y bagres, al ser ictívoros, cumplen un papel esencial en el control y equilibrio de las poblaciones acuáticas, destacando la importancia de preservar estos ecosistemas y sus habitantes.

4.3.5 Flora

La Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia se caracteriza por una flora diversa y adaptada a condiciones climáticas extremas, como sequías prolongadas y suelos de baja fertilidad. Estas zonas albergan especies pertenecientes a familias botánicas como Fabaceae, Cactaceae y Poaceae, que cumplen funciones clave en la ecología local, desde la fijación de nitrógeno hasta la conservación del agua. Muchas de estas especies están bajo amenaza debido a la deforestación, el cambio climático y la sobreexplotación, clasificadas según la UICN, CITES y el Libro Rojo de Flora de Bolivia.

Tabla 54. Flora amenazada en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos

Familia	Nombre común	Categoría UICN	CITES	Libro rojo Bolivia
Fabaceae	Quebracho colorado	Vulnerable (VU)	Apéndice II	En peligro (EN)
Cactaceae	Cardón	Casi amenazado (NT)	Apéndice I	Vulnerable (VU)
Poaceae	Paja brava	Preocupación menor (LC)	No listado	No listado
Bignoniaceae	Tajibo	Vulnerable (VU)	Apéndice II	En peligro (EN)
Anacardiaceae	Urundel	En peligro (EN)	Apéndice III	En peligro crítico (CR)

Fuente: CITES, UICN, Libro Rojo de Flora Amenazada y visitas de campo (Anexo: Estudio de Presencia de flora en áreas circundantes a las calicatas de muestreo).

En cada municipio de la región estudiada, con niveles altitudinales que oscilan entre 407 y 2735 m, se identificaron diversos tipos de bosques, desde vegetación arbustiva y matorrales hasta bosques secos de porte alto, medio y bajo, semideciduos con cobertura rala. También se encontraron bosques de galería o ribereños, bosques secundarios fragmentados con cultivos, pastizales, vegetación arbórea caducifolia intervenida por actividades ganaderas, así como áreas agrícolas rodeadas de vegetación perennifolia de porte medio - alto con doseles de hasta 14 metros.

Según los resultados obtenidos y el cálculo del índice de biodiversidad de Margalef, se evidencia una baja abundancia de especies, lo que indica que el estado de conservación de los hábitats está significativamente afectado.

4.4 Criterios de relieve

4.4.1 Pisos ecológicos

Los Pisos Ecológicos, o conocidos como pisos térmicos, son aquellos que poseen un nivel de altura de relieve sobre el nivel del mar, que permite la modificación de características y condiciones climáticas de una zona geográfica.

Lo que genera un cambio en los niveles de presión atmosférica y precipitación de la región y por tanto en la flora y fauna que se desarrolla en ella. Surgen principalmente en las zonas intertropicales, por lo que los diferentes medios climáticos están ligados principalmente con la altitud relativa establecida por ese relieve.

En general, se identificaron cuatro pisos ecológicos muy bien diferenciados en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, los primeros tres (cálido, templado y frío) son muy importantes y el ultimo (muy frío) es una pequeña área no significativa.

Tabla 55. Clasificación de pisos ecológicos

Piso ecológico	Características	Municipios
Cálido	= 0 - 800 m = > 24 °C = 97917.60 km^2 = 75.99% = Clima tropical, es decir, temperatura cálida todo el año y escasas lluvias en general	Charagua, Cabezas, Boyuibe, Macharetí, Villamontes, Yacuiba y Camiri

Piso ecológico	Características	Municipios
Templado	= 800 - 1800 m = 18 - 24 °C = 25901.04 km^2 = 20.10% = Entre los niveles de tierra caliente y templada = Clima subtropical muy estable a lo largo del año.	Capaparí, Entre Ríos, Huacaya, Muyupampa, Lagunilla y el municipio del Cuevo.
Frío	= 1800 - 2800 m = 12 - 18 °C = 4911.74 km^2 = 3.81% = Las temperaturas suelen ser muy suaves, = El piso mesotérmico es uno de los que más variabilidad de especies animales y vegetales presenta.	Comarapa, Pampagrande, El Trigal, Vallegrande, Monteagudo y parte del municipio de Entre Ríos.
Muy frío	= 2800 - 3500 m = 6 - 12 °C = 124.36 km^2 = 0.10% = Las temperaturas son bastante más bajas, cercanas a los 10 °C durante todo el año.	Comarapa, Pampagrande, Monteagudo, El Trigal y parte del municipio de Entre Ríos.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La altura sobre el nivel del mar, es uno de los elementos que más influye en el clima de los ecosistemas. Tomando en cuenta este aspecto, en cada municipio existen áreas con grandes diferencias altitudinales con una biodiversidad muy amplia. El **Mapa 19** muestra los diferentes pisos altitudinales de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia.

4.4.2 Pendiente

La pendiente es una condición topográfica que corresponde a la diferencia de la elevación de cada celda del modelo digital de elevación (MDE). Es la primera derivada de un DEM. El área de estudio tiene una pendiente media de 10.89 %, las variaciones de las pendientes están en los rangos de 2.42 a 59.53 %. Se han establecido clases de pendientes con límites mínimos y máximos, como se muestra en la **Tabla 56**.

Tabla 56. Leyenda y clases de la pendiente

Parámetro	Denominación	Rangos (%)	Tipo de pendiente	Área	Porcentaje
Pendiente	Clase 1	0 y 1	Plano o casi plano	71968.32	55.85
	Clase 2	1 y 3	Pendiente suave	23780.58	18.46
	Clase 3	3 y 5	Pendiente moderada	13467.30	10.45
	Clase 4	5 y 10	Pendiente moderada a fuerte	10533.62	8.17
	Clase 5	10 y 40	Pendiente fuerte	6477.95	5.03
	Clase 6	> 40	Pendiente muy fuerte	2626.81	2.04
Total				**128854.58**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En el **Mapa 20** se puede observar que toda la Llanura Chaco - Beniana, la pendiente se encuentra en el rango de 0 a 3 %, estas pendientes se encuentran principalmente en los municipios de Cabezas, Charagua, Boyuibe, Macharetí, Villamontes y Yacuiba. La franja de la Cordillera Oriental, Subandino y los Valles Mesotérmicos, que se encuentran los municipios de

Comarapa, Pampagrande, El Trigal, Vallegrande, Lagunillas, Muyupampa, Monteagudo, Camiri, Cuevo, Huacaya, parte de Macharetí, Entre Ríos, Capaparí y parte del municipio de Villamontes, las pendientes son pronunciadas con una variación desde 3 hasta el 10 %. Las pendientes más pronunciadas se encuentran en los municipios de Vallegrande, Monteagudo, Muyupampa, con pendientes que varían desde 10 hasta los 40 %, en los municipios de Comarapa, Monteagudo, Vallegrande y Entre Ríos, tienen pendientes superiores al 40%.

4.5 Criterios de cobertura (CORINE Land Cover)

4.5.1 Cobertura boscosa

La cobertura vegetal se refiere a la cantidad de vegetación que cubre la superficie de la Tierra, incluyendo árboles, plantas herbáceas, matorrales, hierbas y otros tipos de vegetación. Es un indicador importante para evaluar la salud del ecosistema y la biodiversidad de una región. La cobertura vegetal puede variar en función de factores como el clima, el suelo y la actividad humana.

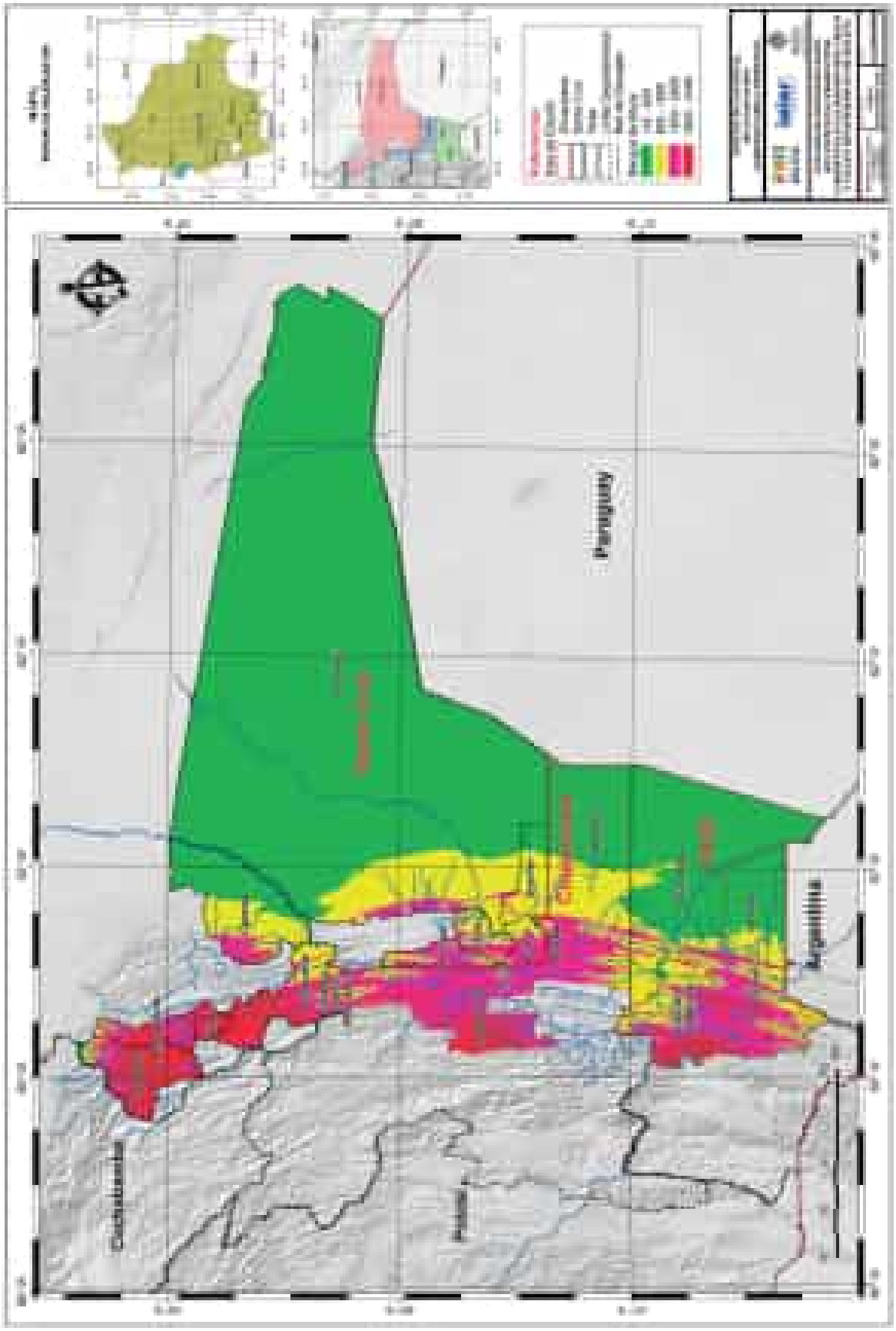
Los municipios con mayor cobertura de bosques son los siguientes, Charagua, Boyuibe, Macharetí y Yacuiba. Los demás municipios poseen una amplia gama de vegetación, desde arbustales abiertos hasta bosques de transición bajo, este tipo de vegetación se encuentra exclusivamente en los municipios de Entre Ríos, Huacaya, Monteagudo, Vallegrande, El Trigal, Pampagrande y Comarapa.

4.5.2 Bosques y áreas seminaturales

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación.

Para la leyenda de coberturas de la tierra, en esta categoría se incluyen otras coberturas que son el resultado de un fuerte manejo antrópico, como son las plantaciones forestales y la vegetación secundaria o en transición.

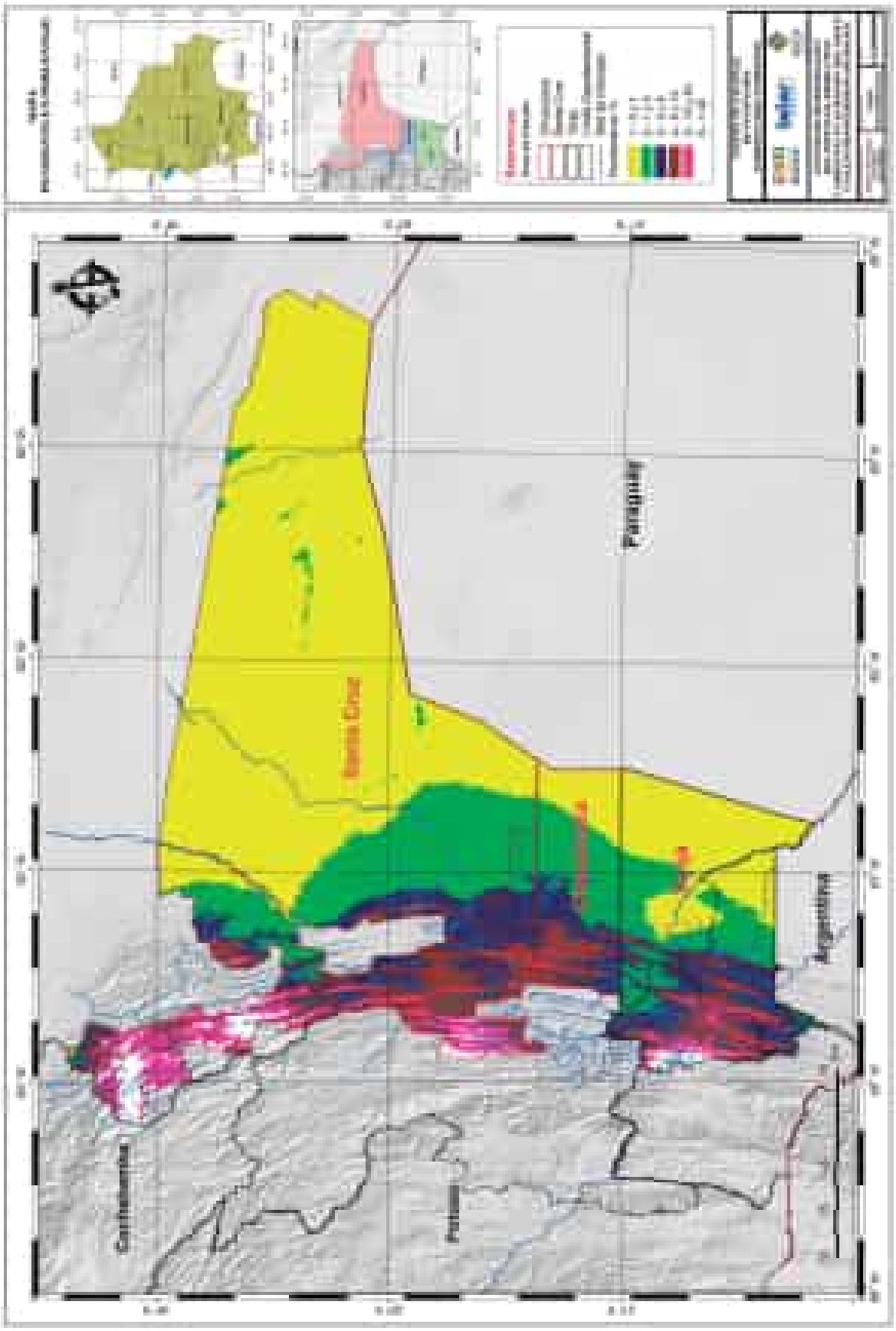
El área total de la categoría es de 113453.01 km^2, que representa el 88.05 %. Las unidades se agrupan en las siguientes cuatro categorías como se muestra en la **Tabla 57**.



Mapa 19. Pisos ecológicos

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Mapa 20. Pendiente en porcentaje



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 57. Cobertura de la tierra para bosques y áreas seminaturales

Nivel					Área km²	%
1	2	3	4	5		
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosque	Bosque denso	Bosque denso alto	Bosque denso alto de tierra firme	3131.96	2.43
			Bosque denso medio	Bosque denso medio de tierra firme	1370.85	1.06
			Bosque denso bajo	Bosque denso bajo de tierra firme		
		Bosque abierto	Bosque abierto alto		6007.34	4.66
			Bosque abierto bajo		46130.44	35.80
			Bosque abierto medio		4761.92	3.69
		Bosque fragmentado	Bosque fragmentado con pastos y cultivos		8666.08	6.72
			Bosque fragmentado con vegetación secundaria		866.45	0.67
		Bosque de galería y ripario			1392.53	1.08
		Plantación forestal	Plantación de coníferas		1086.44	0.84
		Bosque de transición	Bosque de transición denso medio		8297.43	6.43
			Bosque de transición abierto medio		4855.71	3.76
			Bosque de transición abierto bajo		3905.81	3.03
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Arbustal	Arbustal denso		435.71	0.33
			Arbustal abierto	Arbustal abierto esclerófilo	20614.09	15.99
				Arbustal abierto mesófilo	153.00	0.11
		Herbazal	Herbazal abierto	Herbazal abierto arenoso	750.29	0.58
				Herbazal abierto rocoso	56.98	0.04
		Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria alta		427.28	0.33
			Vegetación secundario baja		350.19	0.27

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

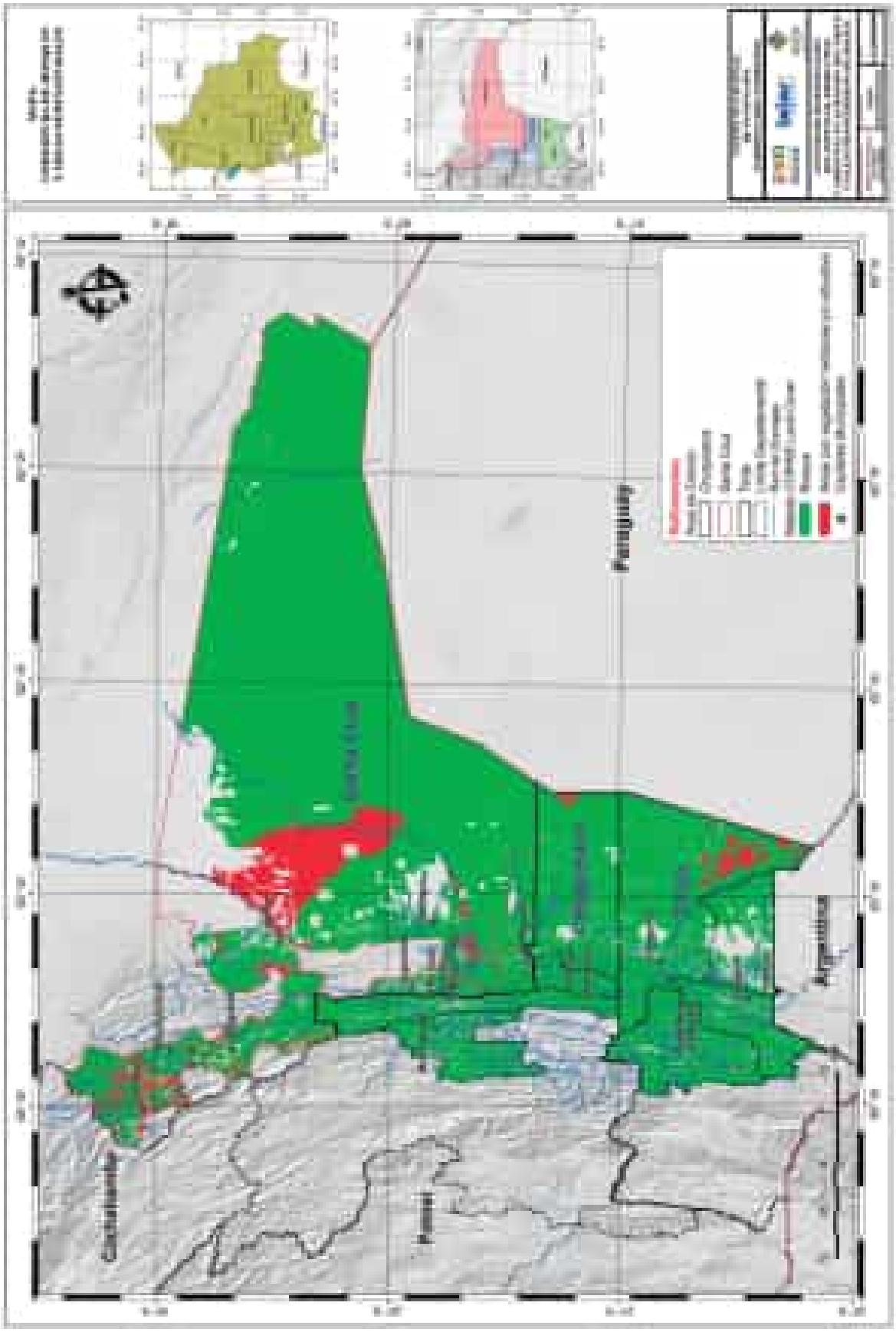
En el **Mapa 21**, se muestra la cobertura de bosques y áreas seminaturales de Nivel 1 y 2.

El área de Bosque cubre gran parte del área de intervención en relación a las áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.

4.5.3 Bosque

Comprende las áreas naturales o seminaturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas. Los árboles son plantas leñosas perennes con un solo tronco principal, que tiene una copa más o menos definida. De acuerdo con la **FAO (2001)**, esta cobertura comprende los bosques naturales y las plantaciones.

Los bosques son determinados por la presencia de árboles que deben alcanzar una altura del dosel superior a los cinco metros. Para su diferenciación los bosques fueron clasificados de acuerdo con tres criterios fisonómicos estructurales fácilmente observables en imágenes de sensores remotos como son la densidad y la altura, y un elemento interpretable del terreno que se puede inferir del sensor como es la condición de drenaje.



Mapa 21. Cobertura de bosques y áreas seminaturales

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Para la interpretación de las coberturas de la tierra, los bosques se clasifican, a partir de la densidad de la cobertura arbórea, en densos y abiertos; de acuerdo con la altura del dosel, los bosques se clasifican en altos y bajos; y de acuerdo con la condición de inundabilidad del terreno donde ubican los bosques, se clasifican en inundables y de tierra firme. El área total de la categoría es de 106369.65 km^2, que representa el 82.55 %.

Como se muestra en la **Tabla 57**, la cobertura de los bosques puede ser los bosques densos, abiertos, fragmentados y bosques de galería o riparios.

4.5.3.1 Bosque denso

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y con altura del dosel superior a cinco metros. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. Se exceptúan de esta unidad los bosques fragmentados, los cuales se clasifican en las siguientes unidades.

Incluye:

- Áreas con una cobertura densa
- Áreas con una cobertura densa de árboles, cuando la formación vegetal presenta la altura mínima
- Formaciones arbóreas secundarias regeneradas de manera natural que han alcanzado la densidad y altura de bosque natural
- Afloramientos rocosos incluidos dentro del bosque natural.

El detalle de la cobertura para bosque denso se muestra en la **Tabla 58**.

Tabla 58. Cobertura de bosque denso

Tipo de bosque				Características		Características	Especies
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosque	Bosque denso	Bosque denso alto	= Comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos = Estrato de copas (dosel) más o menos continuo Área de cobertura arbórea más del 70% del área total de la unidad = Altura del dosel superior a los 15 metros.	Bosque denso alto de tierra firme	= Vegetación de tipo arbóreo = Estrato más o menos continuo Área de cobertura arbórea más del 70% del área total de la unidad = Altura del dosel superior a los 15 metros = En zonas que no presentan procesos de inundación periódicos = El área total de la categoría es de 24293.61 km^2, que representa el 18.85 %.	Cuchi (*Astronium urundeuva*), Cebil (*Anadenanthera colubrina*), Jichituriqui (*Aspidosperma cylindrocarpon*), Tajibo (*Tabebuia* sp,), Roble (*Amburuma cearensis*), Urundel (*Astronium urundeuva*), Laurel (*Nectandra megapotamica*), Lapacho (*Tabebuia* sp,), Cedro (*Cedrela balansae*), Soto (*Schinopsis brasiliensis*), Nogal (*Juglans boliviana*).
			Bosque denso medio	= Vegetación de tipo arbóreo = Estrato de copas (dosel) más o menos continuo = Área de cobertura arbórea más del 70% del área total de la unidad = Altura del dosel superior a los 10 metros = En zonas que no presentan procesos de inundación periódicos.	Bosque denso medio de tierra firme.	= Vegetación de tipo arbóreo. = Estrato más o menos continuo = Área de cobertura arbórea más del 70% del área total de la unidad = Altura del dosel menor a los 10 metros = En zonas que no presentan procesos de inundación periódicos = Área total de 1842.90 km^2 (1.43%).	Cupesi (*Prosopis* sp,); Lanza (*Prosopis kuntzei*), Timboy (*Enterolobium contortisiliquum*), Arrayan (*Gaultheria reticulata*), Lanza (*Phyllostylon rhamnoides*), Quina (*Myroxilon periuforum*), Churqui (*Vachellia caven*), Chilca (*Baccharis latifolia*), Guaranguay (*Tecoma stans*), Mora (*Morus alba*), Palo Barroso (*Slaicifolius* sp,),Tipa blanca (*Tipuana tipu*), Palo Blanco (*Calycophyllum* sp,), Sauco (*Zanthoxylum coco*).

Tipo de bosque				Características		Características	Especies
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosque	Bosque denso	Bosque denso bajo	= Comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos = Estrato de copas (dosel) más o menos continuo = Cobertura arbórea más de 70% del área total de la unidad = Altura del dosel superior a 5 metros, pero inferior a 15 metros = Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales.	Bosque denso bajo de tierra firme.	= Vegetación de tipo arbóreo, Estrato más o menos continuo Cobertura arbórea del 70% del área total de la unidad = Altura del dosel entre 5 y 15 metros, y que se encuentra localizada en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos = El área total de la categoría es de 249.03 km^2, (0.19%).	Capaparí *(Neoraimondia herzogiana*), Bromelias *(familia Bromeliaceae),* Caña Bambu *(Bambusa tuldoides),* Helechos *(Orden: Polypodiales)* Kiskaluro *(Harrisia tetracantha),* Tala *(Celtis tala),* Arca *(Acacia sp,),* Ulala *(Cereus stenogonus),* Chilca *(Baccharis latifolia), Solanum sp, Amarguillo (Vallesia glabra).*

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.5.3.2 Bosque abierto

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo, con altura del dosel superior a cinco metros y cuya área de cobertura arbórea representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (**Tabla 59**). Se exceptúan de esta unidad los bosques fragmentados. El área total de la categoría es de51846.75 km^2, que representa el 40.24 %. Se subdividen de acuerdo con la altura de los árboles y según la condición de inundabilidad general del terreno donde se localizan.

Incluye:

- < Coberturas de cultivos transitorios
- < Coberturas de pastos con área
- < Otras coberturas con área
- < Áreas degradadas (minería) y/o afloramientos rocosos incluidos dentro de la cobertura de bosque natural.

Tabla 59. Cobertura de bosque abierto

Tipo de bosque				Características	Especies
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosque	Bosque abierto	Bosque abierto alto	= Comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos = Estrato de copas (dosel) discontinuo. Altura del dosel superior a los 15 metros = Formaciones vegetales sin intervención o intervención selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales = El área total de la categoría es de 34659.53 km^2 (26.90 %).	Verdolago (*Terminalia argéntea*), Soto (*Schinopsis brasiliensis*), Curupau (*Anadenanthera colubrina*), Cuchi (*Astronium urundeuva*), Tajibo (*Tabebuia* sp,), Jichituriqui (*Aspidosperma cylindrocarpon*), Morado (*Machaerium scleroxylon*), Toborochi (*Chorisia* sp,), Motacu (*Attalea phalerata*), Leguminosas, Bignonaceas, Rubiaceaes, , Meleaceae, Urticaceaes, Orquideaceaes, Bromeliaceaes, Cacteceae y Helechos del orden Polypodiales.
			Bosque abierto bajo	= Comunidad vegetal dominada por elementos típicamente = Estrato de copas (dosel) discontinuo = Altura del dosel superior a 5 metros e inferior a 15 metros = Formaciones vegetales sin intervención o con intervención selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales = El área total de la categoría es de 14429.61 km^2 (11.20 %).	Amarguillo (Vallesia glabra), Barba de Chivo (Caesalpinia gilliesii), Garrancho (Acacia etilis), Limoncillo (Capparis sp, Lecheron (Rauvolfia schuelii), Rama Verde (Cestrum parqui).

Tipo de bosque				Características	Especies
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosque	Bosque abierto	Bosque abierto medio	= Comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos regularmente distribuidos = Estrato de copas (dosel) discontinuo = Altura del dosel superior a los 15 metros = Formaciones vegetales en zonas que no presentan procesos de inundación periódica = El área total de la categoría es de 2757.61 km^2 (2.14 %)..	Tipa (*Tipuana tipu*), Sauco (*Zanthoxylum coco*), Ajo - Ajo (*Cordia alliodora*), Toco Toco (*Tecoma stans*), Tajibo Blanco (*Tabebuia roseo - alba*), Cari Cari (*Acacia bonaeriensis*), Cupesí (*Prosopis* sp,), Lanza Lanza (*Prosopis kuntzei*).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.5.3.3 Bosque fragmentado

Comprende los territorios cubiertos por bosques naturales densos o abiertos cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como pasto, cultivos o vegetación en transición, las cuales deben representar entre 5% y 30% del área total de la unidad de bosque natural. La distancia entre fragmentos de intervención no debe ser mayor a 250 metros.

En el bosque fragmentado se diferenciaron dos tipos de cobertura de bosque (**Tabla 60**) dependiendo del tipo de fragmentos pueden ser, fragmentos de pastos y cultivos y fragmentos de vegetación secundaria. La unidad con fragmentos de vegetación secundaria se asume como un caso especial donde los potreros o cultivos fueron abandonados y la vegetación natural se encuentra en recuperación, por esta razón los fragmentos pueden presentar hasta un 50% del área total de la unidad. Estas unidades se recomienda diferenciarlas cuando la información disponible y la escala de trabajo lo permitan. El área total de la categoría es de 8945.31 km^2, que representa el 6.94 %, se describen a continuación y que incluyen:

- Coberturas de cultivos
- Coberturas de pastos (gramíneas)
- Áreas degradadas (minería) y/o afloramientos rocosos incluidos dentro de la cobertura de bosque natural.

Tabla 60. Cobertura de bosque fragmentado

Tipo de bosque				Características	Especies
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosque	Bosque fragmentado	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	= Bosques naturales con intervención humana. Las áreas de intervención están representadas en zonas de pastos y cultivos como parches de variadas formas y distribución irregular dentro de la matriz del bosque. El área total de la categoría es de 8079.37 km^2, que representa el 6.27 %..	Tartago (*Euphorbia lathyris*), Cardo Santo (*Argemone subfusiforme*), Molle de Beber (*Lithraea molleoides*), Chacatea (*Baccharis latifolia*), Chilca (*Baccharis latifolia*), Carqueja (*Baccharis trimera*), Malva (*Abutilon* sp,), Diente de Leon (*Sonchus oleraceus*), Amor Seco (*Bidens pilosa*), Tuna (*Opuntia ficus - indica*), Pasto Comun (*Cynodon dactylon*), Pajo de Zorro (*Digitaria insularis*), Caspi Paja (*Bothriochloa babinodis*), Alacrancillo (*Heliotropium indicum*), Cepillo de Botella (*Setaria* sp,), Yuyo Cubano (*Tithonia tubaeformis*).

Tipo de bosque				Características	Especies
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosque	Bosque fragmentado	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	= Bosques naturales donde se presentó intervención humana y recuperación del bosque manteniendo su estructura original = Las áreas de intervención están representadas en zonas de vegetación secundaria, como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Su origen es debido al abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal. El área total de la categoría es de 865.93 km^2, que representa el 0.67 %.	Chamba (*Leucaena leucocephala*), Chilca (*Baccharis latifolia*), Tusca (*Vachellia aroma*), Mataborracho (*Acacia albicorticara*), Uña de Gato (*Acacia praecox*), Lanza Lanza (*Prosopis kuntzei*), Pino (*Pinus radiata*), Sauce (*Salix humboltiana*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Pino Comun (*Pinus patula*), Ciprés (*Cupressus lusitánica)*, Pino Piñonero (*Pinus pinea*), Especies de la familia Poaceae y Asteraceae.
				= Vegetación arbórea ubicada en las márgenes de cursos de agua permanentes o temporales. Cobertura está limitada por su amplitud, ya que bordea los cursos de agua y los drenajes naturales. Cuando la presencia de estas franjas de bosques ocurre en regiones de sabanas se conoce como bosque de galería o cañadas, las otras franjas de bosque en cursos de agua de zonas andinas son conocidas como bosque ripario. El área total de la categoría es de1202.52 km^2, que representa el 0.93 %.	Chamba (*Leucaena leucocephala*), Chilca (*Baccharis latifolia*), Tusca (*Vachellia aroma*), Mataborracho (*Acacia albicorticara*), Uña de Gato (*Acacia praecox*), Lanza Lanza (*Prosopis kuntzei*), Pino (*Pinus radiata*), Sauce (*Salix humboltiana*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Pino Comun (*Pinus patula*), Ciprés (*Cupressus lusitánica)*, Pino Piñonero (*Pinus pinea*), Especies de la familia Poaceae y Asteraceae.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.5.3.4 Plantación forestal

Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).

Incluye:

- < Plantaciones de coníferas o latifoliadas
- < Plantaciones jóvenes
- < Zonas quemadas
- < Parcelas de plantaciones en proceso de aprovechamiento (zonas en tala)
- < Infraestructura asociada con vías, campamentos, aserraderos.

4.5.3.4.1 Plantación de coníferas

Las plantaciones de coníferas agrupan aquellos bosques que han sido plantados de forma artificial para su explotación u otro tipo de usos. El área total de la categoría es de 1086.44 km^2, que representa el 0.84 %. Las especies que sobresalen en este tipo de plantaciones son las siguientes:

- < Pino (Pinus radiata)
- < Pino Común (Pinus patula)

- Ciprés (Cupressus lusitánica
- Pino Piñonero (Pinus pinea).

4.5.3.5 Bosque de transición

Son áreas con vegetación de escasa a media que conectan dos pisos altitudinales diferentes como los bosques húmedos de tierras bajas y los bosques nublados de mayor altitud (**Tabla 61**). En esta unidad se identificaron la franja de transición altitudinal bosque - páramo, en su límite inferior que se caracteriza por la transición de bosque altoandino a arbustales de portes alto y bajo, y en su límite superior de arbustales de bajo porte a herbazales. El área total de la categoría es de 16903.08 km^2, que representa el 13.12 %.

Tabla 61. Cobertura de bosques de transición

Tipo de bosque				Características	Especies
Bosques y Áreas Seminaturales	Bosque	Bosque transición	Bosque de transición denso medio	Áreas donde la transición muestra bosques o vegetación densos con doseles de las especies bajos, en alturas que fluctúan desde los 1200 hasta los 2400 m. El área total de la categoría es de 8255.54 km^2, que representa el 6.41 %.	Quebracho Colorado *(Schinopsis sp,),* Caraparí (*Neoraimondia herzogiana),* Chañar (*Geoffroea decorticans*), Arrayan (*Myrcianthes osteomeloides*), Orquidea (*Brassia verrucosa*), Incienso (*Clusia rosea*), Rhipsalis sp, Clavelito del aire (*Tillandsia sp,).*
			Bosque de transición abierto medio	Áreas donde la transición muestra bosques o vegetación con distribución esporádica con doseles de la vegetación bajos de igual forma que la anterior, estas se encuentran en alturas que fluctúan desde los 1200 hasta los 2400 m. El área total de la categoría es de 4789.40 km^2, que representa el 3.72 %.	Chamba (*Leucaena leucocephala*), Gramíneas, Vegetación herbácea, Tajibo *(Tabebuia sp,),* Soto *(Schinopsis brasiliensis),* Morado (*Machaerium scleroxylon*), Cebil *(Anadenanthera colubrina),* Quebracho Blanco (Aspidosperma quebracho - blanco).
			Bosque de transición abierto bajo	Áreas donde la transición muestra generalmente vegetación con distribución muy esparcida y con portes de la vegetación muy bajos, estas se encuentran en alturas que fluctúan desde los 1200 hasta los 2400 m. El área total de la categoría es de 3858.14 km^2, que representa el 2.99 %.	Palo Zapallo *(Pisonia sp,),* Tala (*Celtis tala*), Garrancho (*Acacia etilis*), Limoncillo (*Ximenia americana*), Negrillo (*Ocotea sp,*), Piñon (*Jatropha curcas*), Mata Gusano (*Acaly phaarvensis*), Retama *(Retama sp,),* Mora (Morus alba), Taquillo (*Prosopis alpataco*), Churqui Blanco (*Acacia cavena*), Guaranguay *(Tecoma stans),* Algarrobo (Prosopis sp,), Chirimolle,(*Sideroxylon obtusifolium*), Carnaval (Senna spectabilis), Capaparí *(Neoraimondia herzogiana).*

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.5.3.5.1 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica. El área total de la categoría es de 7083.36 km^2, que representa el 15.50 %. Se incluyen otros tipos de cobertura tales como las áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva con dosel irregular y presencia de arbustos, palmas, enredaderas y vegetación de bajo porte.

4.5.3.6 Arbustal

Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos. Un arbusto es una planta perenne, con estructura de tallo leñoso, con una altura entre 0.5 y 5 m, fuertemente ramificado en la base y sin una copa definida (FAO. 2001). De acuerdo con la información disponible y la escala de trabajo, esta unidad puede ser dividida en las siguientes clases (**Tabla 62**).

Tabla 62. Cobertura de arbustales

Tipo de bosque				Características	Características		Especies
Bosques y Áreas Seminaturales	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Arbustal	Arbustal denso	= Comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbustivos, dosel irregular, el cual representa más de 70% del área total de la unidad = La unidad puede contener elementos arbóreos dispersos = No ha sido intervenida o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y sus características funcionales.= El área total de la categoría es de 124.63 km^2, que representa el 0.10 % = Incluye, coberturas de herbazales, coberturas naturales arbustivas de subpáramos.			Sacha Limón (*Capparis speciosa*), Mistol (*Zizphus misto*), Churqui (*Vachellia caven*), Tusca (*Vachellia aroma*), Kewiña (*Polylepis* sp,), *Escallonia* sp,, Hypoglauca sp,, Matorrales y Gramíneas.
			Arbustal abierto	= Comunidad vegetal dominada por elementos arbustivos regularmente distribuidos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) discontinuo y cuya cubierta representa entre 30% y 70% del área total de la unidad. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. El área total de la categoría es de 4889.11 km^2, que representa el 3.79 %.	Arbustal abierto esclerófilo	Caracterizado por presentar una vegetación esclerófila compuesta por arbustos achaparrados y por árboles pequeños de hojas duras y caducifolias, con cutícula gruesa y suculenta, por ejemplo, los cactus y/o plantas espinosas entre otros. El área total de la categoría es de 4736.11 km^2, que representa el 3.68 %. Incluye cobertura de arbustales densos, pastos, tierras desnudas y degradadas, y zonas quemadas.	Sacha Limón (*Capparis speciosa*), Mistol (*Ziziphus mistol*), Mora (*Morus alba*), Amarguillo (*Vallesia glabra*), Toco Toco (*Tecoma stans*), Trupillo (*Prosopis juliflora* DC,), Dividivi (*Caesalpinia coriaria* (Jacq,) Willd,).
					Arbustal abierto mesófilo	Caracterizado por presentar una vegetación mesófila compuesta por arbustos achaparrados y árboles pequeños, que se localizan en zonas húmedas, caracterizadas por su considerable precipitación y humedad atmosférica durante casi todo el año. El área total de la categoría es de 153.01 km^2, que representa el 0.12 %.	Molle Rastrero (*Schinus longifolius*), Tusca (*Vachellia aroma*), Molle de Beber (*Lithraea molleoides*). Chacatea (*Dodonaea.* *viscosa*), Carqueja (*Baccharis trimera*), Senecio clavicola, Chilca (*Baccharis latifolia*), Guaba (*Phytolaca* sp,), Malva Amarilla (*Pavonia* sp,), *Bracharis* sp,, Asteraceaes.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.5.3.7 Herbazal

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa o abierta. Una hierba es una planta no lignificada o apenas lignificada, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos, tanto subterráneos como epigeos. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales. Para su diferenciación, los herbazales fueron clasificados de acuerdo a tres criterios. Por la densidad de la cobertura herbácea, en densos y abiertos; de acuerdo con la condición de inundabilidad se clasifican en inundables y de tierra firme; y de acuerdo con la presencia de árboles y arbustos, en arbolados y no arbolados.

Los criterios utilizados para la diferenciación entre los diferentes tipos de herbazales tienen como fundamento los elementos pictóricos de las imágenes de sensores remotos, los cuales pueden ser identificados directamente en las imágenes, tales como la presencia de árboles y arbustos, o una característica inferida del terreno como es la condición de inundabilidad y densidad del herbazal (**Tabla 63**). El área total de la categoría es de 807.27 km^2, que representa el 0.63 %.

Tabla 63. Cobertura de herbazal

Tipo de bosque		Características	Características		Especies
Herbazal	Herbazalabierto	Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes sustratos, los cuales forman una cobertura densa. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original ni sus características funcionales.	Herbazal abierto arenoso	Vegetación natural herbácea abierta que presentan una cobertura densa. Se desarrollan sobre áreas de suelos arenosos que no retienen humedad. El área total de la categoría es de 750.29 km^2, que representa el 0.58 %. Incluye: = Pastos limpios = Y otras coberturas asociadas.	Pasto Negro (*Paspalum notatum*), Ajenjo de Campo (*Parthenium hysterophorus*), Pasto Comun (*Cynodon dactylon*), Pajo de Zorro (*Digitaria insularis*), Caspi Paja (*Bothriochloa babinodis*), Alacrancillo (*Heliotropium indicum*), Urvillea ulmaceae, Cardo Santo (*Argemone subfusiforme*).
			Herbazal abierto rocoso	Corresponde a las áreas dominadas por vegetación natural herbácea abierta que presentan una cobertura entre 30% y 70%. En ningún caso se pueden presentar elementos arbóreos. Se desarrollan sobre áreas de sustratos predominantemente rocosos y pedregosos que no retienen humedad. El área total de la categoría es de 56.98 km^2, que representa el 0.04 %.	Cepillo de Botella (*Setaria* sp,), Cola de Zorro (*Aristida adscencionis*), Vira Vira (*Achyrocline saturejoides*), Gramíneas (familia Poaceae), Orquídeas, Cactus, Begonias.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.5.3.8 Vegetación secundaria o en transición

Comprende aquella cobertura vegetal originada por el proceso de sucesión de la vegetación natural que se presenta luego de la intervención o por la destrucción de la vegetación primaria,

que puede encontrarse en recuperación tendiendo al estado original. Se desarrolla en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas y en zonas donde por la ocurrencia de eventos naturales la vegetación natural fue destruida. No se presentan elementos intencionalmente introducidos por el hombre. El área total de la categoría es de 1262.34 km^2, que representa el 0.98 %.

De acuerdo con la información secundaria disponible y la escala de trabajo, esta unidad puede ser dividida en las siguientes clases.

Tabla 64. Cobertura de vegetación secundaria

Tipo de bosque		Características	Especies
Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria alta	Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbórea con dosel irregular y presencia ocasional de arbustos, palmas y enredaderas, que corresponde a los estadios intermedios de la sucesión vegetal, después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales. Se desarrolla luego de varios años de la intervención original, generalmente después de la etapa secundaria baja. Según el tiempo transcurrido se podrán encontrar comunidades de árboles formadas por una sola especie o por varias, El área total de la categoría es de 422.53 km^2, que representa el 0.33 %. = Otras coberturas incluidas con área inferior al área mínima cartografiable de acuerdo con la escala de trabajo = Pequeños fragmentos de bosque natural denso = Coberturas de cultivos o pastos y que no estén dentro de una unidad de bosque fragmentado = Áreas degradadas (minería) y/o afloramientos rocosos = Áreas de arbustos.	Mistol (*Ziziphus mistol*), Algarrobo (*Prosopis* sp,), Molle Rastrero (*Schinus longifolius*), Tusca (*Vachellia aroma*), Molle de Beber (*Lithraea molleoides*), Churqui (*Vachellia caven*), Totaí (*Acrocoma aculeata*), Curupaú (*Anadenanthera colubrina*), Momoqui (*Caesalpinia pluviosa*), Cheperequi (*Jacaranda copaia*), Amarillo (*Aspidosperma australe*), Cupesí (*Prosopis* sp,), Leguminosas.
	Vegetación secundaria baja	Son aquellas áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva y herbácea con dosel irregular y presencia ocasional de árboles y enredaderas, que corresponde a los estadios iniciales de la sucesión vegetal después de presentarse un proceso de deforestación de los bosques o aforestación de los pastizales. Se desarrolla posterior a la intervención original y, generalmente, están conformadas por comunidades de arbustos y herbáceas formadas por muchas especies. El área total de la categoría es de 839.82 km^2, que representa el 0.65 %. La vegetación secundaria comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo - herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los cinco metros y de cobertura densa. Por lo general corresponde con una fase de colonización de inductores preclimáticos, donde especies de una fase más avanzada se establecen y comienzan a emerger.	Tomatillo (*Solanum abutiloides*), Sacha Limón (*Capparis speciosa*), *Escallonia hypoglauca*, Gramineas, *Senecio* sp,, Chacatea (*Dodonea viscosa*), Carqueja (*Baccharis trimera*), Chilca (*Baccharis latifolia*), Uruma (*Morrenia odorata*).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.6 Criterios de exclusión

4.6.1 Áreas protegidas

En la región de estudio se encuentran 26 Áreas Protegidas distribuidas a nivel nacional. departamental y municipal, abarcando los tres departamentos que conforman la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos.

4.6.1.1 Áreas protegidas en el departamento de Tarija

- Áreas Protegidas Nacionales
  - Área Protegida Nacional del Aguaragüe: Comprende parte de los municipios de Villamontes, Caraparí y Yacuiba
  - Reserva Nacional de Flora y Fauna de Tariquía: Ubicada en los municipios de Entre Ríos y Caraparí.
- Áreas Naturales Protegidas Municipales
  - Serranía Santa Rosa y San Nicolás: Localizadas en el municipio de Caraparí
  - Quebracho Colorado: Situada en el municipio de Villamontes
  - Área de Conservación Hídrica Municipal Entre Ríos: En el municipio de Entre Ríos.

4.6.1.2 Áreas protegidas en el departamento de Chuquisaca

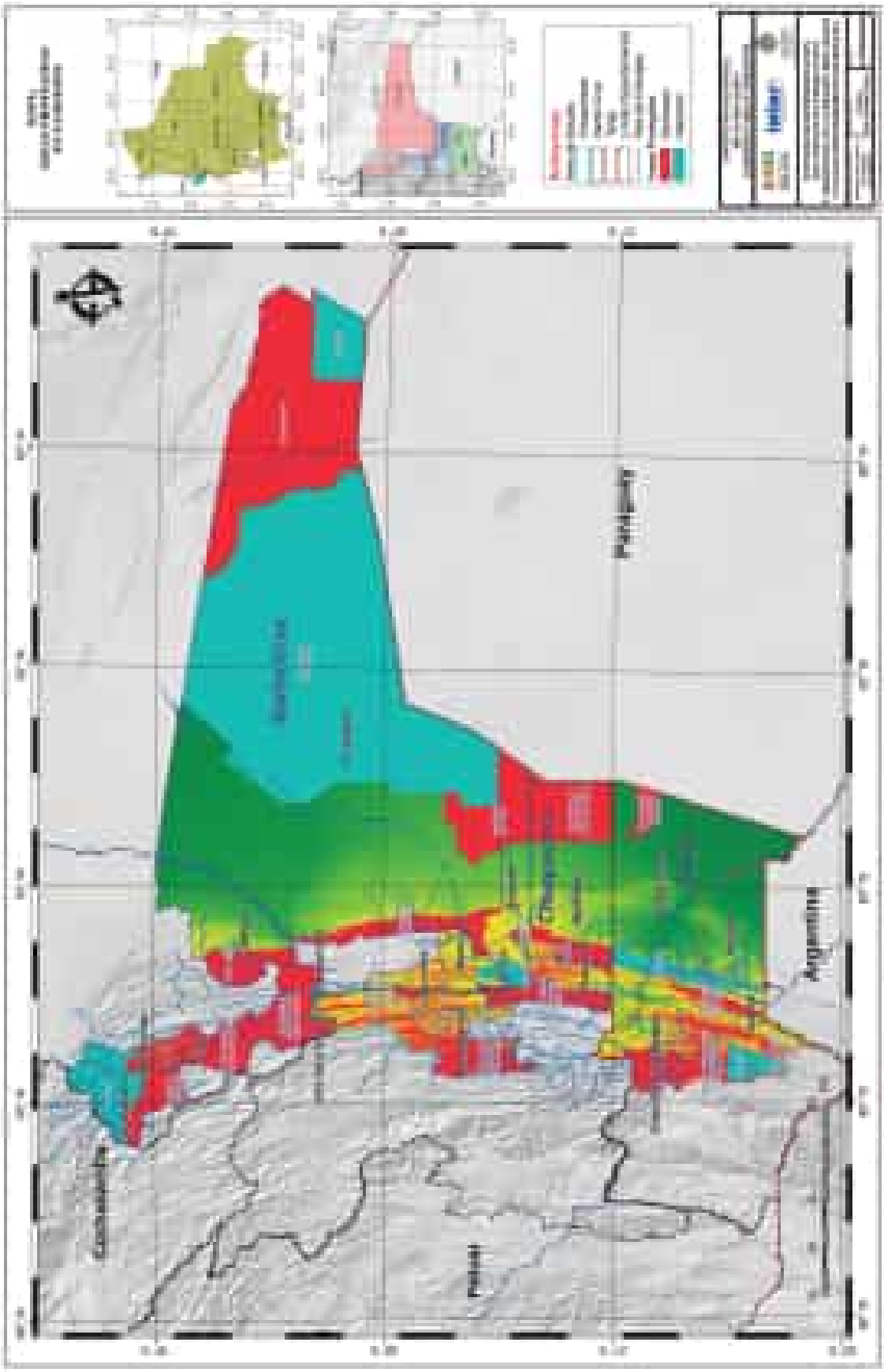
- Áreas de conservación:
  - Reserva Municipal de Vida Silvestre Héroes del Chaco y Ivi Maraei: Ubicadas en el municipio de Macharetí
  - Serranía de Incahuasi y Serranía de Iguembe: Localizadas en el municipio de Muyupampa
  - Río Parapetí Fernández - San Juan del Piray: Situada en el municipio de Monteagudo.

4.6.1.3 Áreas protegidas en el departamento de Santa Cruz

1. Áreas Protegidas Nacionales:
   a. Kaa - Iya del Gran Chaco: Ubicada al noreste de la región
   b. Otuquis: Situada hacia el centro - este de la región
   c. Sararenda: Localizada en el municipio de Camiri
   d. Parque Nacional Amboró: Ubicado en el municipio de Pampagrande.
2. Áreas Naturales Protegidas Municipales:
   a. Guajukaka (Alto Isoso), Ñembi Guazú y Área de Manejo de Agua Irenda: Ubicadas en el municipio de Charagua
   b. Muela del Diablo: Situada en el municipio de Boyuibe
   c. Jardín de Cactáceas de Bolivia: Localizada en el municipio de Comarapa
   d. Reserva Histórica y de Agua Río Yaguari: En el municipio de Vallegrande
   e. Área Natural del Río Grande Valles Cruceño: Compartida por los municipios de Vallegrande y Cabezas
   f. Área Protegida Municipal Parabanó: Localizada en el municipio de Cabezas.

Esta distribución destaca la importancia de las Áreas Protegidas en la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales en los tres departamentos, promoviendo un equilibrio entre el desarrollo sostenible y la preservación de los ecosistemas.

El propósito de estas áreas es la conservación y preservación de la biodiversidad y los ecosistemas, garantizando la protección de especies de flora y fauna, muchas de ellas en peligro de extinción, y la gestión sostenible de los recursos naturales. Estos espacios son fundamentales para mantener el equilibrio ecológico, mitigar los efectos del cambio climático y proteger fuentes de agua, suelos y bosques, que son esenciales para el bienestar de las comunidades humanas y los sistemas ecológicos.



Mapa 22. Áreas protegidas en la región

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.7 Criterios de riesgos naturales

La vulnerabilidad en los municipios de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos refleja una combinación de factores climáticos y socioeconómicos que incrementan su riesgo[2] ante desastres, como a sequías e inundaciones. La identificación de los riesgos naturales se basa en el análisis de las amenazas y el análisis de vulnerabilidad para eventos como la sequía, heladas, erosión, incendios forestales, granizadas e inundaciones que afectan a la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos. Para ello, se ha trabajado en una metodología que abarca cinco etapas relacionadas con el análisis de riesgo (Anexo):

1. Recopilación de información secundaria relevante para el estudio de análisis y zonificación
2. de riesgos naturales
3. Identificación y cuantificación participativa de riesgos naturales
4. Identificación de la capacidad de respuesta local ante desastres naturales
5. Sistematización de la información para el análisis de riesgos naturales y
6. Mapas de riesgos naturales[3] y su socialización.

La identificación de amenazas se realizó mediante el análisis de su magnitud y frecuencia (**Tabla 65**). La identificación de la vulnerabilidad se analizó mediante su exposición, fragilidad y resiliencia, según la percepción del grupo de trabajo. Se realizó la cuantificación de los componentes del análisis de riesgo, para obtener la probabilidad de riesgo mediante la cuantificación de las amenazas y vulnerabilidades.

Riesgo = Amenaza * Vulnerabilidad

Tabla 65. Cuantificación de riesgos naturales

Análisis de amenaza				Análisis de vulnerabilidad				Riesgo
Amenaza	Magnitud	Intensidad	Prom.	Exposición	Fragilidad	Resiliencia	Prom.	A * V = R
Sequías	3.00	3.00	3.00	2.50	2.50	2.00	2.30	7.00
Heladas	2.40	3.00	2.70	2.00	2.00	2.00	2.00	5.40
Erosión	2.00	3.00	2.50	2.00	2.00	1.00	1.70	4.00
Incendios Forestales	2.00	1.00	1.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
Granizadas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Inundaciones	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La valoración de la magnitud, intensidad, exposición, fragilidad y resiliencia es la siguiente, escala de 1 - 3, donde: 1 = bajo; 2 = medio; 3 = alto y la valoración del riesgo: escala de 1 - 9, donde: 1 - 2 = bajo; 3 - 5 = medio; 6 - 8 = alto; 9 = muy alto, con la ayuda de la ecuación para determinar el riesgo. Dada la variabilidad espacio - temporal de amenazas y factores de vulnerabilidad, el análisis de riesgos es un factor clave para lograr que su aplicación sea efectiva como herramienta de planificación.

2 El riesgo es la magnitud estimada de pérdida (de vidas, personas heridas, propiedades afectadas, medio ambiente destruido y actividad económica detenida) en un lugar dado y durante un período de exposición determinado para una amenaza en particular (Zimmerman, et al 2005).

3 Los mapas de riesgo son representaciones cartográficas que permiten visualizar la distribución de determinados riesgos de desastre en un territorio específico. Los mapas de riesgo surgen de la combinación de amenazas y de vulnerabilidades, cada mapa de riesgo es el resultado de índices e indicadores específicos utilizados.

El análisis de riesgos se inicia identificando las amenazas, vulnerabilidades, causas de los eventos adversos y efectos que ocasionan (**Tabla 66**).

Tabla 66. Amenazas, vulnerabilidades, causas y efectos de los riesgos

Parte	Causas	Amenazas	Vulnerabilidades	Efectos directos	Efectos indirectos
Alta	= Falta de precipitación = Elevadas temperaturas = Déficit de humedad en el suelo = Baja humedad en el aire Malas prácticas agrarias.	Sequías	= Cultivos = Animales = Población = Plantas nativas y animales silvestres.	= Pérdida de productos agrícolas = Escasez de alimentos = Escasez de alimentos para animales y la población = Daños a plantas nativas = Daños a hábitat de animales silvestres.	= Pérdidas económicas = Subida de precios de los productos = Baja nutrición = Degradación de la calidad del paisaje = Daños a la calidad del aire = Pérdida de biodiversidad = Erosión del suelo.
Media	Cuando la temperatura del aire, registrada en el abrigo meteorológico (es decir a 1.50 metros sobre el nivel del suelo) es de 0ºC (GTZ y PGRSAP 2005).	Heladas	Cultivos y árboles frutales	= Plantas con brotes quemados, flores que secan y los frutos pequeños se caen = Pérdida de productos.	Pérdidas económicas.
Media	= Sequías = Deforestación = Malas prácticas agrarias = Sobre pastoreo = Falta de cobertura vegetal.	Erosión	Suelo, áreas agrícolas	= Pérdida de la fertilidad de los suelos = Disminuye su capacidad para retener agua y recargar los acuíferos = Aumento de material sólido que arrastran los ríos.	= Suelos erosionados que ya no son aptos para la agricultura = Expansión agrícola.
Bajo	Incendios forestales se da por las acciones antrópicas por falta de cuidado al realizar el chaqueo y la quema de la pastura la presencia de vegetación seca.	Incendios forestales.	Las fuertes temperaturas existentes en los meses de septiembre a noviembre y las bajas precipitaciones existentes en esos meses.	= Pérdida de cobertura vegetal = Pérdida de productos = Obstrucción de caminos = Pérdida de fauna = Contaminación del aire = Contaminación de captación de agua.	= Degradación de la calidad del paisaje = Daños a la calidad del aire = Pérdida d e biodiversidad.
Bajo	Según Tora el granizo sólo se forma en nubes Cumulonimbus que están muy desarrollados, formadas por una columna de aire cálido y húmedo que es elevada por fuertes corrientes de aire frío Se produce granizo en días de fuerte.	Granizadas	= Cultivos y árboles frutales = Animales.	= Defoliación y marcas en hojas, tallos y sobre todo, en frutos = Pérdida de productos.	Pérdidas económicas.
Bajo	= Precipitaciones intensas = Inadecuada explotación de áridos = A vance de terrenos agrícolas hacia las riberas del río = Deslizamiento y la erosión aumentan material sólido que arrastran los ríos = Deforestación, sobre pastoreo y falta de cobertura provoca mayor escorrentía Inadecuado vertido de residuos sólidos Reducción del ancho del río en la parte baja.	Inundaciones	= Áreas agrícolas = Tomas de captación de agua = Población (comunidades cercanas) e infraestructura = Caminos = Productores agropecuarios y microempresas.	= Pérdida de productores agrícolas = Pérdida o ruptura de tomas de captación de agua = Los caminos se vuelven intransitables = Limpieza y mantenimiento de los caminos y tomas = Pérdida de viviendas = Daños a productores agropecuarios y microempresas.	= Pérdidas materiales y económicas = Disminución de producción agrícola.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En los distintos municipios se ha reportado emergencias de magnitud que afectan de manera directa al sector productivo. Dado que las principales actividades económicas de la población rural son la agrícola y ganadera. Por otro lado, el grado de vulnerabilidad de la población es muy variable en su medición ya que no existen datos relevantes sobre ingresos y niveles de pobreza.

4.7.1 Riesgo de sequía

La sequía es un fenómeno meteorológico que se produce como consecuencia de la interrupción de las precipitaciones, acompañado por un aumento en las temperaturas y la intensificación de la evapotranspiración.

El análisis de riesgo realizado evidencia el porcentaje de probabilidad de ocurrencia de sequías en la zona de intervención, proporcionando una base para evaluar su impacto potencial (**Tabla 67**).

Tabla 67. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de sequía

Riesgo	Rangos	Área km²	Porcentaje (%)
Sequía	Riesgo muy alto	39853.38	30.93
	Riesgo alto	60256.03	46.76
	Riesgo medio	24142.16	18.74
	Riesgo bajo	4603.28	3.57
Total		**128854.86**	**100.00**

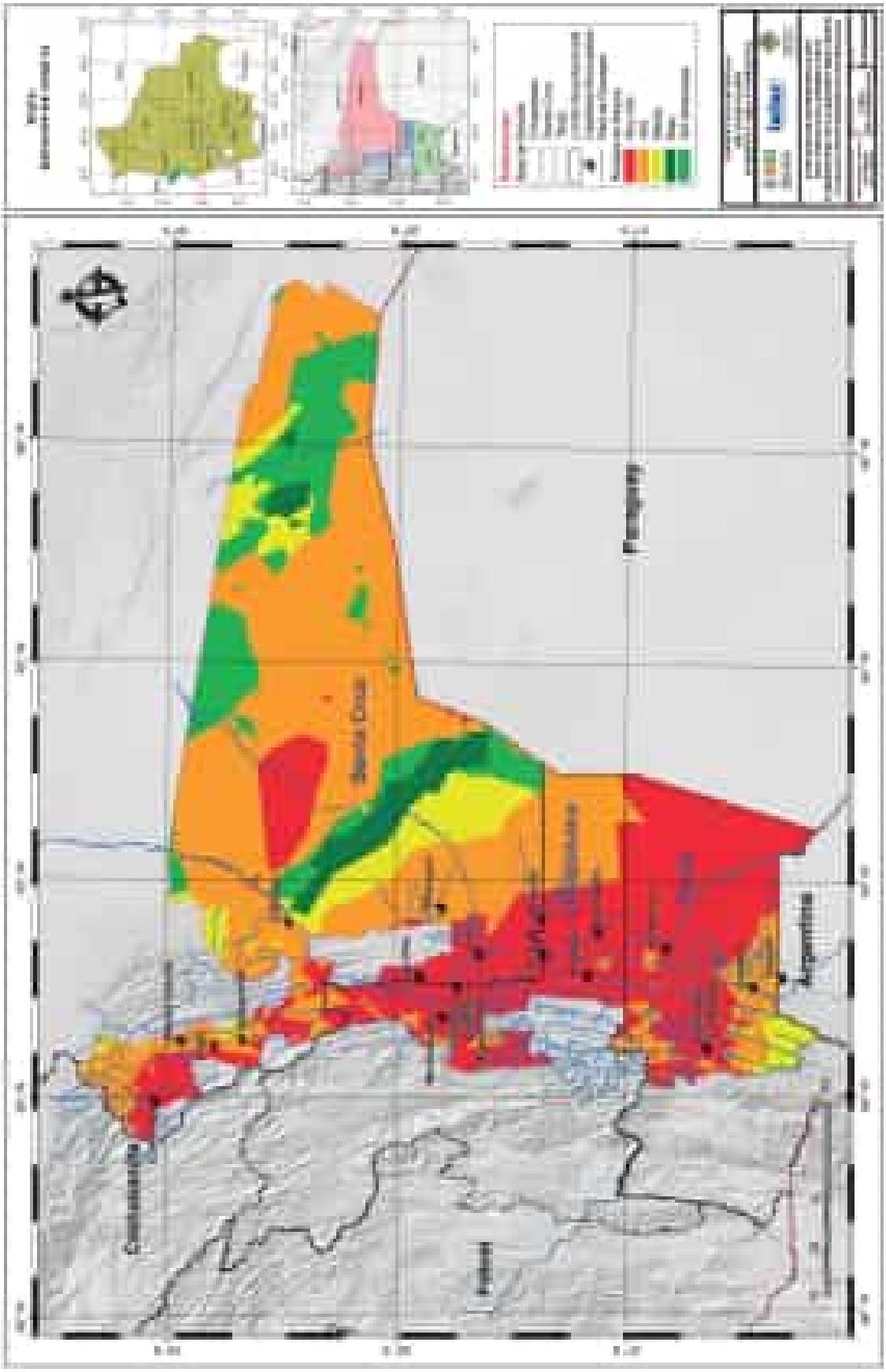
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En el **Mapa 23**, se identifica los riesgos de sequía para la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos.

Más del 30 % del área de estudio representa un riesgo muy alto de sequía, que comprende áreas de los municipios de Comarapa, El Trigal, Vallegrande, Lagunillas, Monteagudo, Muyupampa, Camiri, Cuevo, Huacaya, Entre Ríos, Boyuibe, Macharetí, Villamontes, Capaparí y finalmente un sector del municipio de Charagua. El 47 % del área de intervención representa un riesgo alto de seguía, que comprende áreas de los municipios de Comarapa, Pampagrande, El Trigal, Vallegrande, Cabezas, Boyuibe, Macharetí, Charagua, Capaparí y Yacuiba. Más del 18 % del área de intervención representa riesgo medio, que comprende zonas de los municipios de Vallegrande, Cabezas, Yacuiba y Charagua. Finalmente, más del 3 % del área de intervención representa un riesgo bajo, ubicado en el territorio del municipio de Charagua (**Tabla 67**).

El **Mapa 23** de Riesgo de Sequía es el reflejo de los elementos considerados para este modelamiento, donde zonas con poca cobertura vegetal o sin ella y con precipitaciones insuficientes que aporten humedad al suelo y bajo condiciones de temperaturas elevadas, son las que propician los escenarios para un mayor riesgo de déficit hídrico. Las sequías periódicas se constituyen en el mayor riesgo climático de los municipios, ya que suelen ser muy prolongadas y frecuentemente ocasionan serias pérdidas, tanto en la agricultura como en la ganadería. Los períodos de sequías de mayor intensidad que se presentan en los meses de agosto a noviembre, cuando por la ausencia de lluvias llegan a secarse muchos atajados de donde se obtiene el agua para el consumo del ganado y para riego.

Al presentarse sequías muy prolongadas en la época de siembra o durante el desarrollo de los cultivos, ocasionan graves pérdidas en ellos y hasta la pérdida total de los mismos. Para la ganadería los riesgos son iguales o incluso mayores, ya que las sequías ocasionan no sólo la escasez de agua sino principalmente la escasez de alimento. Los niveles del agua subterránea y superficial bajan considerablemente, siendo necesario el transporte de agua tanto para el consumo humano como animal en algunos casos.



Mapa 23. Riesgos de sequia

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.7.2 Riesgo de heladas

La helada es un fenómeno climático que se presenta cuando las temperaturas inferiores al punto de congelamiento ocasionan que la humedad pase directamente del estado de vapor al de sólido o hielo, sin pasar por la fase intermedia líquida. Esto incide en la dilatación de las células vegetales al congelarse el agua que contiene y ocasiona la destrucción de sus tejidos, (MDRyT 2014).

Del análisis de riesgo, se muestra el porcentaje de probabilidad de riesgo de heladas para el área de intervención (**Tabla 68**).

Tabla 68. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de heladas

Riesgo	Rangos	Área km²	Porcentaje (%)
Heladas	Riesgo muy fuerte	7130.53	5.53
	Riesgo fuerte	11591.79	9.00
	Riesgo relativamente fuerte	9364.80	7.27
	Riesgo sin amenaza	100767.74	78.20
Total		**128854.86**	**100.00**

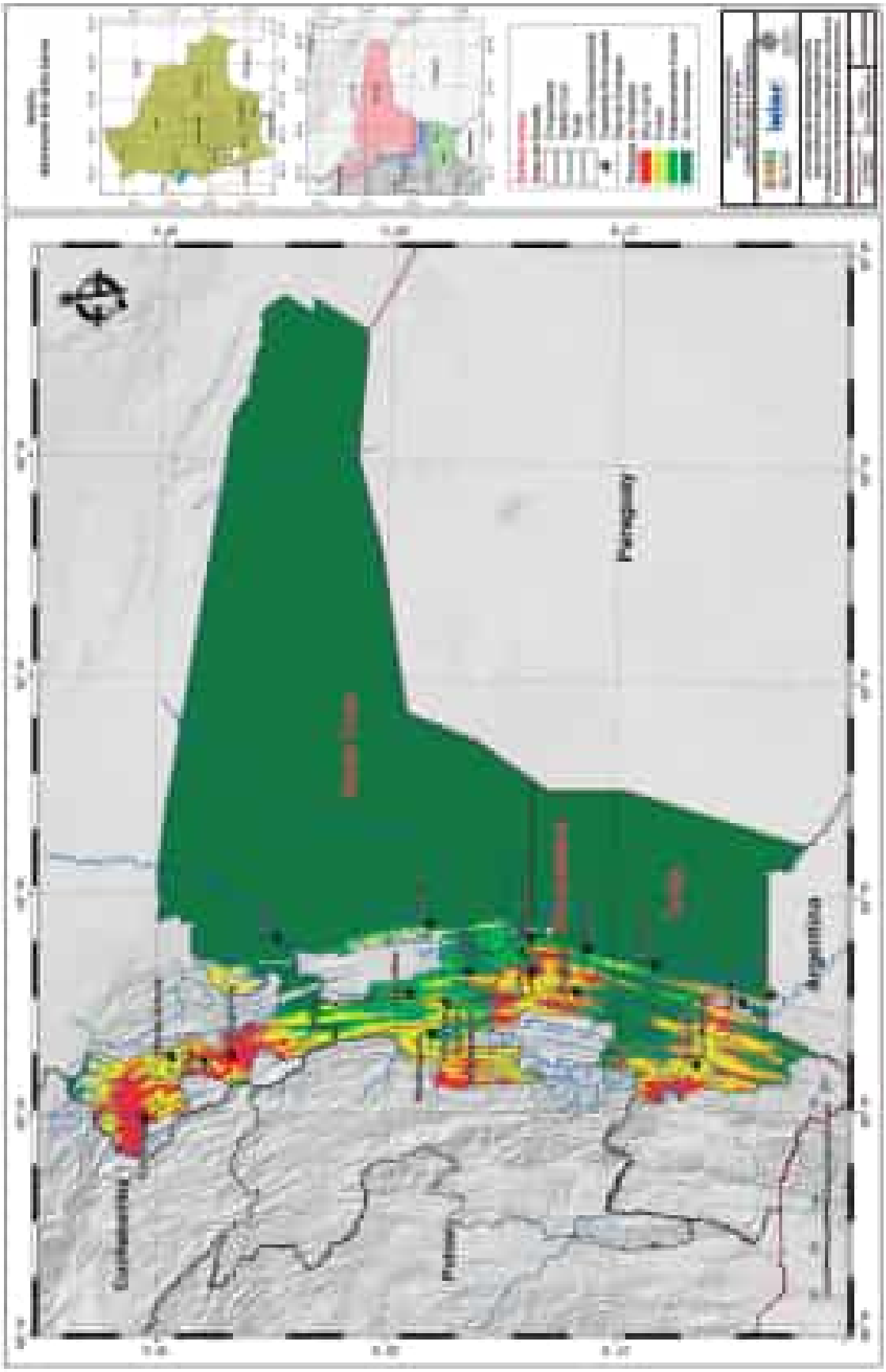
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El **Mapa 24**, representa los riesgos para las heladas en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos.

Más del 5 % del área de intervención del estudio representa muy fuerte riesgo de helada, que comprende áreas de los municipios de Comarapa, El Trigal, Vallegrande, Muyupampa, Camiri, Cuevo, Huacaya, Entre Ríos y Camiri. El 9 % del área total de intervención con riesgo fuerte de helada, que comprende áreas en los municipios de Comarapa, Pampagrande, El Trigal, Vallegrande, Lagunillas, Monteagudo, Muyupampa, Camiri, Cuevo, Huacaya, Entre Ríos y Capaparí. Mas del 7 % del área de intervención con riesgo relativamente fuerte de helada, que comprende áreas en los municipios de Comarapa, Lagunillas, Monteagudo, Muyupampa, Camiri, Cuevo, Huacaya, Entre Ríos y Capaparí, y el 78 % del área total de intervención representa un riesgo sin amenaza de helada, que comprende áreas de los municipios de Entre Ríos, Cabezas, Charagua, Boyuibe, Macharetí, Villamontes, Capaparí y Yacuiba (**Tabla 68**).

El **Mapa 24** de riesgo de helada muestra que la mayor incidencia está dada hacia las zonas de afectación ubicadas de norte a sur del área de intervención del estudio en diferentes pisos ecológicos donde las temperaturas que se registran durante el año no muestran registros muy bajos ni períodos prolongados. Estas zonas, conforman escenarios para la ocurrencia del evento adverso. Las fuertes heladas causan coloración o quema de brotes, flores secas, la caída de frutos pequeños y generan pérdida de productos. Los efectos de las heladas se notan en los cultivos perennes y en las pasturas naturales y cultivadas disminuyendo drásticamente la alimentación para la ganadería bovina.

En su generalidad las heladas que se presentan son de corta duración y de no mucha intensidad, este descenso de la temperatura ocurre en las primeras horas de la mañana, representando poco riesgo para la agricultura. Las heladas suelen presentarse cuando los frentes fríos del sur son más intensos. Por otro lado, este factor también tiene efectos positivos, al constituirse en un controlador natural del desarrollo de plagas.



Mapa 24. Riesgos de heladas

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.7.3 Riesgo de erosión

La erosión en la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por el ser humano, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (IDEAM - UDCA 2015).

La **Tabla 69**, muestra los resultados del análisis de riesgos para la erosión en el área de intervención.

Tabla 69. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de erosión

Riesgo	Rangos	Área km²	Porcentaje (%)
Erosión	Riesgo muy alto	13643.65	10.59
	Riesgo alto	1874.72	1.45
	Riesgo medio	25706.28	19.95
	Riesgo bajo	5560.28	4.32
	Riesgo sin amenaza	82069.93	63.69
Total		128854.86	100.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El **Mapa 25** de riesgos de erosión en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, muestra que el 11 % del área de estudio tiene muy alto la probabilidad de riesgo de erosión, más del 1 % del área de intervención se encuentra en un riesgo alto, el 20 % del área de intervención presenta un riesgo medio y más del 63 % del área de intervención sin amenaza (**Tabla 69**). Del área de estudio que se encuentra en muy alto riesgo de erosión, se encuentran ubicado en los municipios de Boyuibe, Macharetí, Cabezas, Charagua, Caraparí y Yacuiba.

La erosión incide negativamente en la fertilidad de los suelos, afectando las actividades productivas en el ámbito agrícola y pecuario. Los daños que la erosión produce en el suelo es la disminución de su capacidad para retener agua y recargar los acuíferos. La erosión puede tener varias causas como la deforestación, pastoreo, etc. Por otro lado, las malas prácticas agrícolas, fuertes vientos, precipitaciones hacen más vulnerables al suelo ante la amenaza de la erosión.

4.7.4 Riesgo de granizadas

Se denomina granizo al agua congelada que cae de las nubes en forma de granos de distintos tamaños, siendo el mismo una precipitación sólida. El resultado del análisis de riesgo para granizadas en el área de intervención, se muestra en la **Tabla 70**.

La probabilidad de riesgo de granizada en el área de intervención presenta más del 5 % alto riesgo, más del 7 % del área de intervención presenta un riesgo medio, el 9 % del área de intervención presenta un bajo riesgo y el 78 % del área de intervención presenta sin amenaza de riesgo (**Tabla 70**).

Tabla 70. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de granizadas

Riesgo	Rangos	Área km²	Porcentaje (%)
Granizadas	Riesgo alto	7130.53	5.53
	Riesgo medio	9364.80	7.27
	Riesgo bajo	11591.79	9.00
	Riesgo sin amenaza	100767.74	78.20
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las comunidades que están dentro del territorio de los distintos municipios como ser Comarapa, El Trigal, Vallegrande, Muyupampa, Camiri, Cuevo y Huacaya, están en un área de probabilidad de alto riesgo (ver **Mapa 26**), donde las áreas más vulnerables son los sistemas productivos, agrícolas y pecuarios.

La probabilidad del riesgo medio y bajo se acentúan en áreas de los municipios de Entre Ríos, Huacaya, Cuevo, Camiri, Muyupampa, Monteagudo, Vallegrande, El Trigal, Pampagrande y Comarapa. En los municipios de Yacuiba, Villamontes, Caraparí, Macharetí, Boyuibe, Charagua y Cabezas se presenta zonas sin amenaza de riesgo. En base a la interpretación de la probabilidad de riesgo nos da a entender que cuando se dan las condiciones para la formación de granizo puede precipitar no solo en las partes altas de los municipios sino en parte media o baja y normalmente se genera en días de fuerte calor.

Según los antecedentes, este fenómeno ha tenido un incremento de frecuencia e intensidad en los últimos años a nivel nacional, el área de intervención del presente estudio no queda exento de esta amenaza; la probabilidad de ocurrencia es muy variable, pero la amenaza se presenta en los sectores identificados con un grado alto, medio, bajo y sin amenaza.

El daño ocasionado depende de la intensidad de la granizada, existe la posibilidad de que afecte los cultivos provocando pérdidas económicas a los productores considerando que esta afectación también tiene que ver con el grado de crecimiento del cultivo. Los daños afectan cultivos, al ganado por presumir pérdida de forraje en ambos casos total o parcial; estos hechos tienen un efecto negativo en la dinámica económica.

4.7.5 Riesgo de incendios

Los incendios forestales se producen por la combustión de la vegetación del territorio a partir de un fuego originado por causas naturales o por causas humanas. Se entiende por incendio forestal la propagación no controlada del fuego sobre la vegetación que encuentra a su paso (árboles, arbustos, pastos y/o cultivos).

La probabilidad de riesgo de incendios forestales muestra un 68 % de muy alto riesgo, más del 1 % del área representa un riesgo alto, el 24 % del área de intervención representa un riesgo medio, el 5 % del área de intervención representa un riesgo bajo y menos del 1 % del área de intervención representa sin amenaza de riesgo, (**Tabla 71**).

Tabla 71. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de incendios

Riesgo	Rangos	Área km²	Porcentaje (%)
Incendios	Riesgo muy alto	87629.61	68.00
	Riesgo alto	1746.77	1.36
	Riesgo medio	31173.17	24.19
	Riesgo bajo	7342.49	5.70
	Riesgo sin amenaza	962.82	0.75
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En el **Mapa 27** de riesgos de incendios, se muestra que la amenaza de riesgo de incendios en el área de intervención es muy alta, que va en sentido este - oeste, la posible afectación por la ocurrencia de incendios; de las cuales el grado muy alto, alto, medio constituyen los polígonos más extensos, ahora bien esta amenaza es permanente dado que la región es un área de bosque con asentamientos humanos con actividad agrícola y forestal, razón por la que la amenaza es considerada de tipo antrópica que se da por falta de cuidado al realizar el chaqueo y la quema de la pastura, la presencia de vegetación seca, como también las fuertes temperaturas existentes en los meses de septiembre a noviembre y las bajas precipitaciones existentes en esos meses determinan la mayor amenaza de los incendios en el área de intervención. Existe también la posibilidad de que se generen focos de calor de forma natural en función de la temperatura, que alcanza en época seca. La falta de concientización de los pobladores que realizan el chaqueo y la quema de los restos del chaqueo son los que provocan mayormente los incendios forestales.

4.7.6 Riesgo de inundaciones

La inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, sea por desbordamiento de ríos o por lluvias torrenciales. La principal causa suele ser las lluvias intensas; la gravedad depende de la región, que se manifestará en función de suelos, etc.

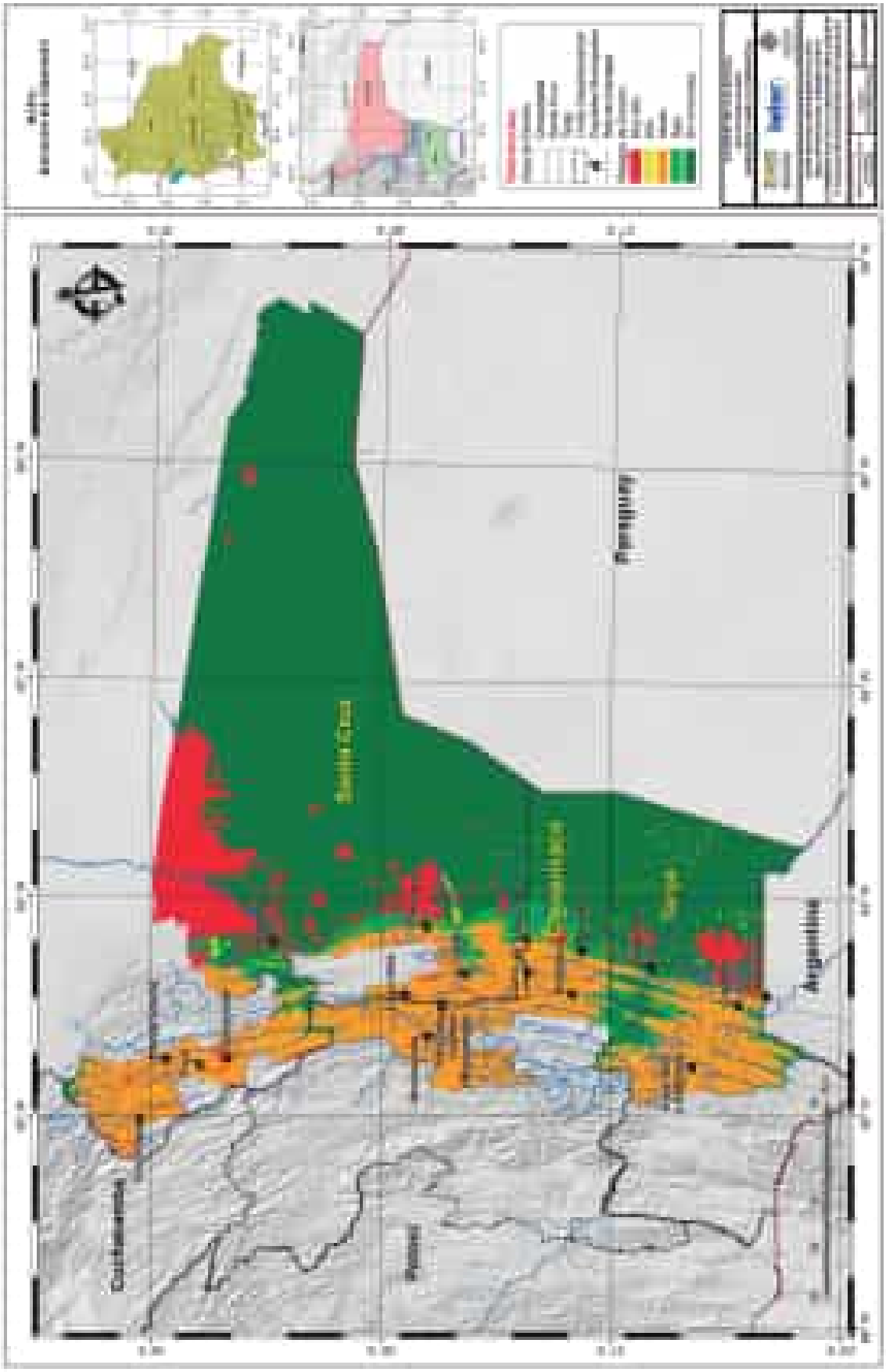
La probabilidad de riesgo por inundación en el área de intervención (**Tabla 72**) representa más del 2 % de alto riesgo, más del 25 % del área de intervención representa un riesgo medio y más del 72 % del área de intervención representa bajo riesgo.

Tabla 72. Porcentaje de la probabilidad de riesgo de inundaciones

Riesgo	Rangos	Área km²	Porcentaje (%)
Inundaciones	Riesgo alto	3266.06	2.54
	Riesgo medio	32347.94	25.10
	Riesgo bajo	93240.87	72.36
Total		**128854.86**	**100.00**

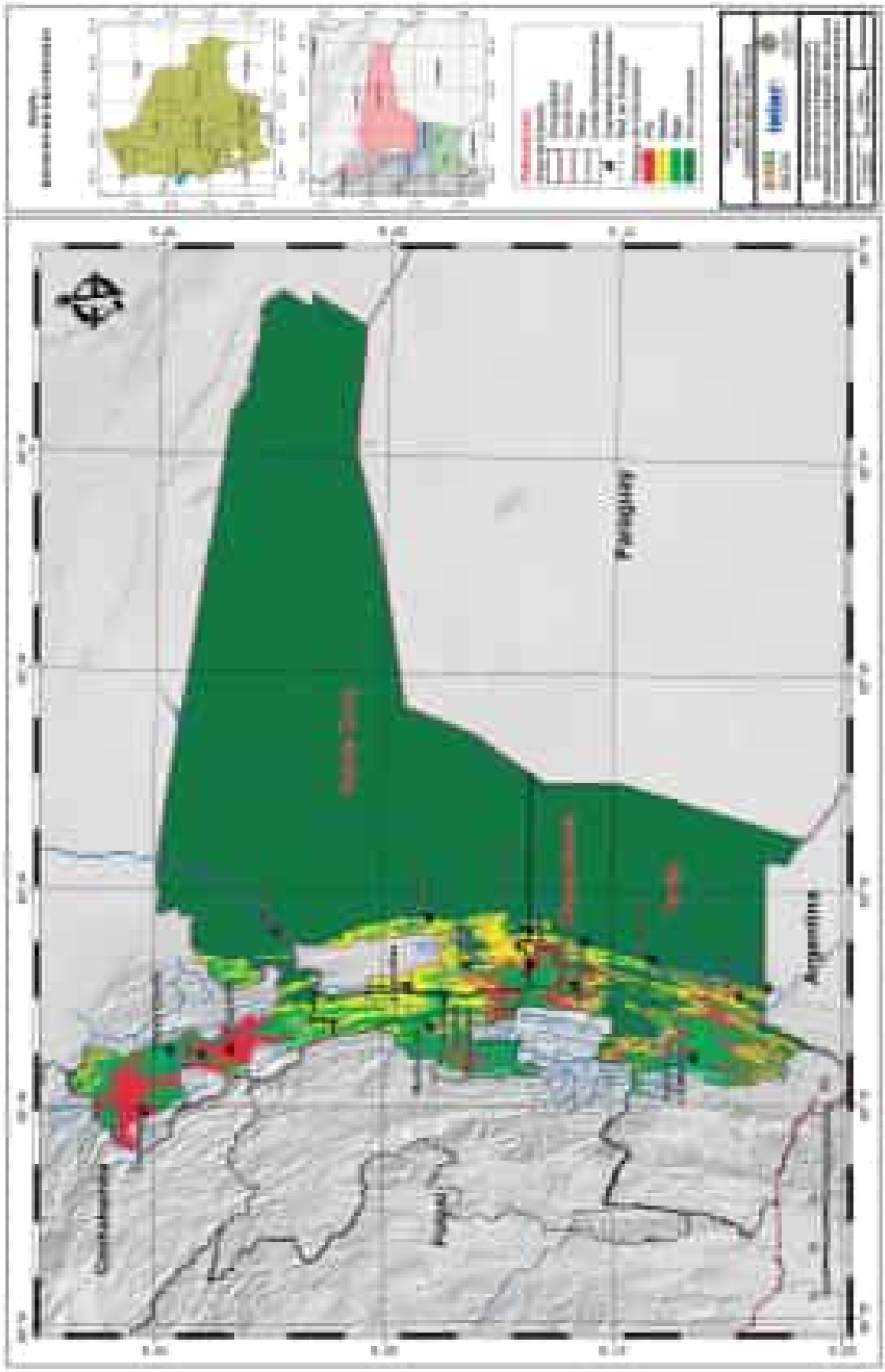
Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En el **Mapa 28** podemos apreciar las zonas con mayor riesgo de inundación, se encuentran ubicados cerca de los principales cursos de agua razón por la cual se encuentran grandes extensiones de territorio con diferentes tipos de cultivos; los cuales se ven seriamente afectados en caso de ocurrencia de un desastre, lógicamente ocasionan grandes pérdidas económicas a los productores (**Tabla 72**).



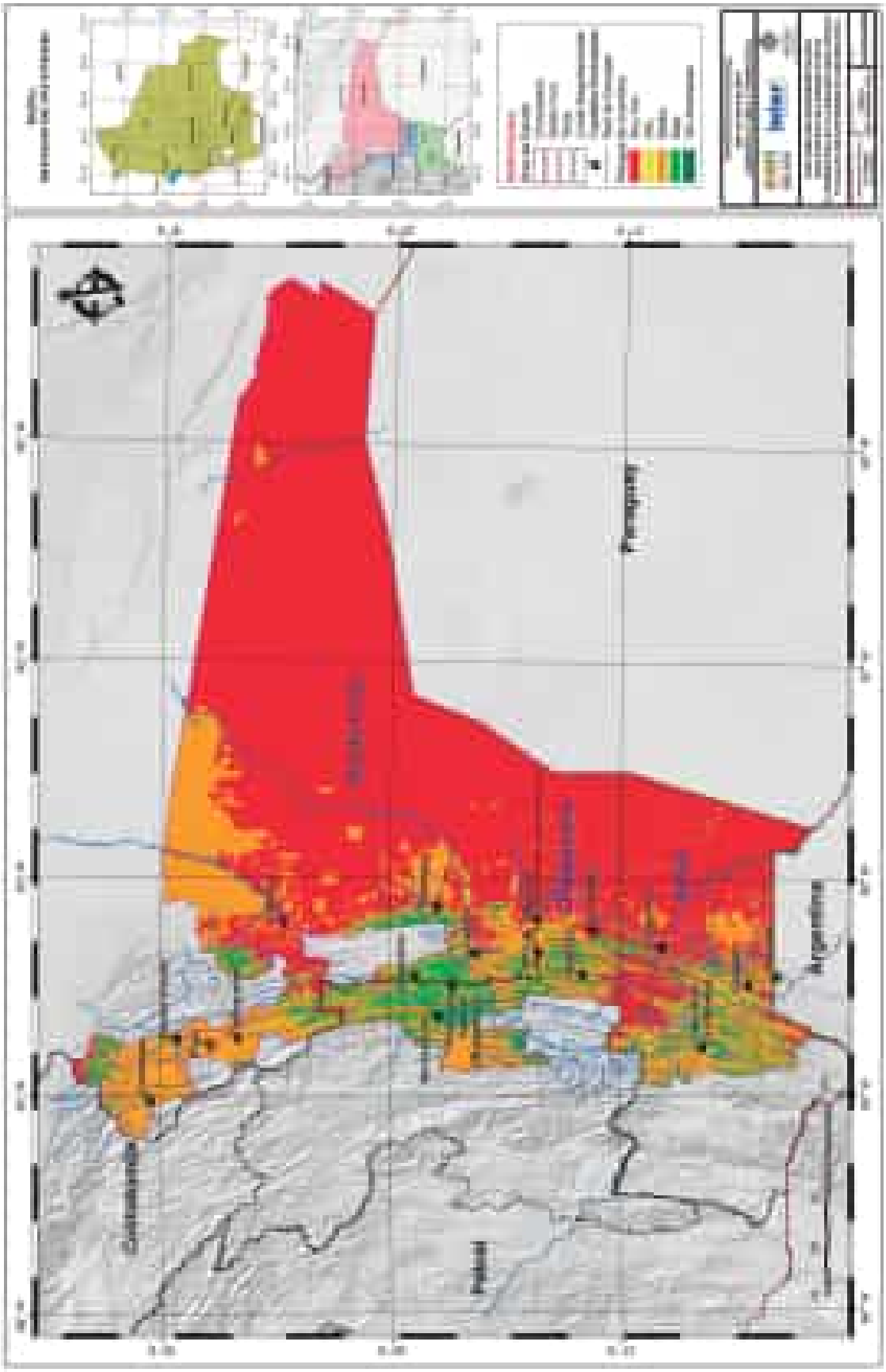
Mapa 25. Riesgos de erosión

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 26. Riesgos de granizadas

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 27. Riesgos de incendios

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La región que va de sur a norte del área de intervención (municipios) representa un grado de amenaza alto y medio respectivamente, la región que va del este hacia el oeste presenta un grado de amenaza bajo. El análisis, demuestra que aproximadamente el 72 % del área de intervención no tiene problemas de inundación.

La estandarización de las alternativas de este criterio fue considerando que las zonas más vulnerables son las áreas con intensa actividad antrópicas (áreas pobladas, agricultura intensiva), cuyo impacto sería de consideración sin ocurriera un evento de inundación, mientras que en las áreas menos vulnerables la inundación no presentaría mayores problemas. Finalmente, el resultado del análisis se visualiza (ver **Mapa 28**), que las zonas con riesgo alto, son las áreas pobladas ubicadas cerca de los principales cursos de agua, las zonas con riesgo medio son las áreas destinadas al uso agrícola intensiva y las zonas con riesgo bajo, son las áreas destinadas a otro tipo de uso, pero donde una posible inundación no tendrá mayores impactos.

Comparando los resultados del mapeo de riesgos naturales en el área de intervención, se tiene, con una alta probabilidad el riesgo de sequía con más del 46 % en el área total de intervención, la helada sin amenaza con un 78 % en el área total de intervención, la erosión sin amenaza con un 64 % en el área total de intervención, la granizada sin amenaza con el 78 % en el área total de intervención, los incendios con una muy alta probabilidad con el 68 % en el área de intervención y las inundaciones con la probabilidad de riesgo bajo con más del 72 % en el área total de intervención.

La población de diferentes regiones tanto del Chaco y los Valles Mesotérmicos en estos últimos años ha sufrido desastres ocasionados por fenómenos naturales producidos como consecuencia del cambio climático.

4.8 Criterios de productos forestales

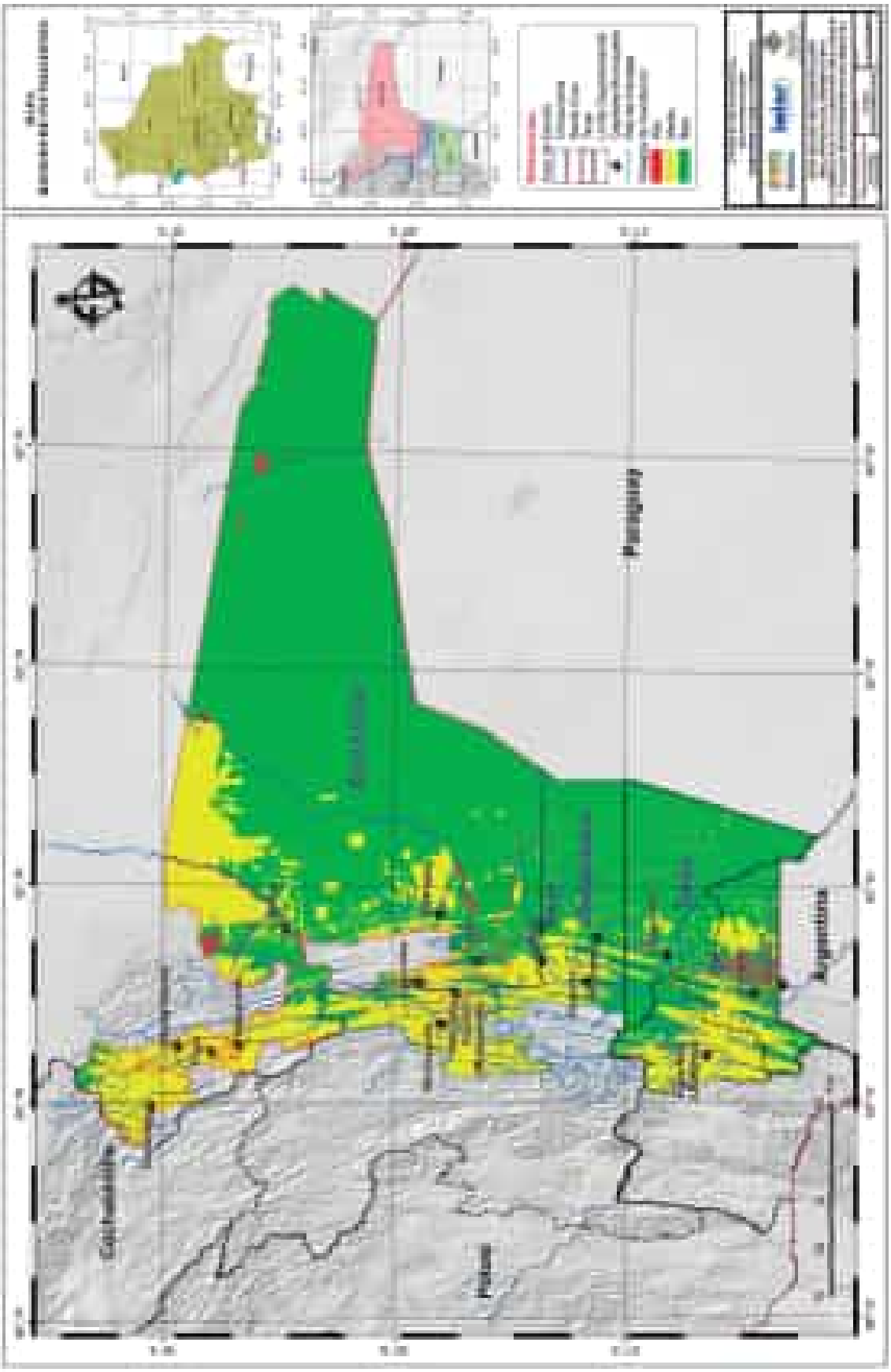
La cobertura vegetal en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia presenta diferencias importantes en las tres zonas potenciales el Subandino, Transición y llanura Chaqueña, que en su mayoría son bosques que se mantienen gracias a su inaccesibilidad debido a factores topográficos y la ausencia de caminos.

Actualmente en la zona se ha reducido el aprovechamiento forestal mediante un plan de manejo agrosilvopastoril para la regeneración de las especies forestales, un manejo forestal sostenible basados en sistemas de Diámetro Mínimo de Corta (DMC), y con el cumplimiento con la normativa forestal. Sin embargo, mediante un Plan de manejo se está aprovechando madera en el chaco Chuquisaqueño, y de Santa Cruz, mientras que el chaco Tarijeño solamente se está aprovechando carbón.

Pese a que no existen concesiones forestales, ni planes de manejo forestal a gran escala, la actividad forestal forma parte de la economía de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia (ver **Mapa 29**).

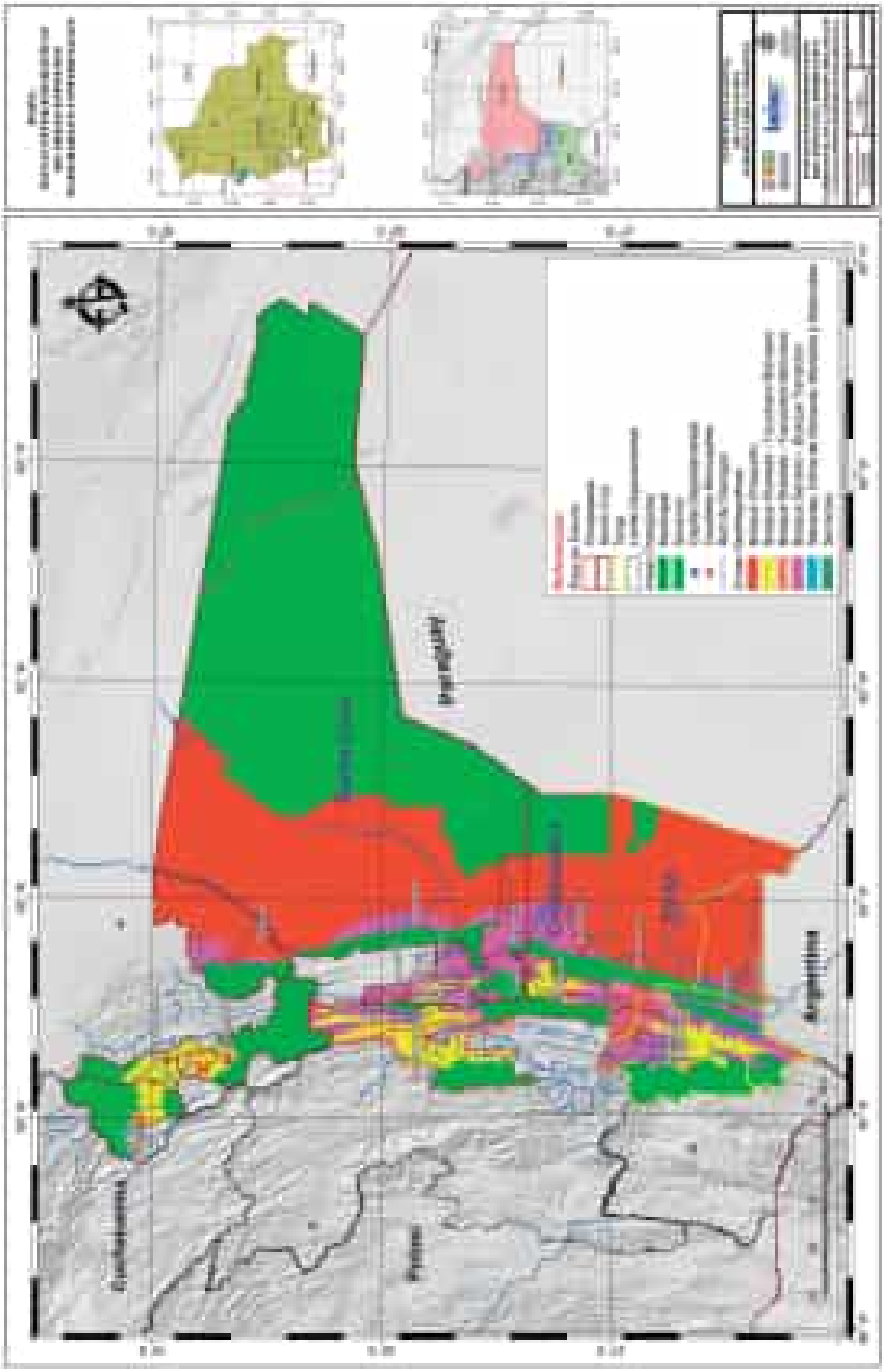
4.8.1 Productos forestales maderables naturales

La oferta maderable de los bosques de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia, se destaca por presentar especies de alto valor estético, típicas de la eco región de bosques subhúmedos a húmedos, que se encuentran en el entorno de las Áreas Protegidas.



Mapa 28. Riesgos de inundaciones

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 29. Zonas fitogeográficas de áreas especies maderables comerciales

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Para evaluar la disponibilidad de madera comercial se toma en cuenta el volumen comercial existente en el bosque en base al DMC (Diámetro Mínimo de Corte) y se consideran aquellas especies que en el mercado tienen cierto valor económico (**Tabla 73**).

El volumen comercial total existente se calcula sumando el volumen de los árboles de especies con valor comercial que tienen un diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual que el DMC, según la normativa de la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierras ABT.

Tabla 73. Especies maderables comerciales “muy valiosa” y “valiosa”

N°	Familia	Especie	Nombre común	DMC (cm)
1	Papilionoideae	Myroxilon periuforum	Quina	40.00
2	Meliaceae	Cederela balansae	Cedro	40.00
3	Zygophyllaceae	*Bulnesia sarmientoi* Lorentz	Guayacán	35.00
4	Papilionoideae	Amburuma cearensis	Roble	45.00
5	Mimosoideae	Prosopis alba	Algarrobo	
6	Bignoniaceae	T abebuia ipe	Lapacho	35.00
7	Apocynaceae	Aspidosperma quebracho	Quebracho	40.00
8	Anacardiaceae	Astronium urundeuva	Urundel	40.00
9	Anacardiaceae	Sinopsis haenkeana	Soto	40.00
10	Myrtaceae	Slaicifolius ,	Palo Barroso	40.00
11	Juglandaceae	Juglans australis ,	Nogal	45.00
12	Ulmaceae	Phyllostilon rhamnoides	Perilla	30.00
13	Boraginaceae	Patagonula americana	Lanza	35.00
14	Mimosoideae	Anadenanthera colubrina	Cebil	30.00
15	Rubiaceae	*Calycophyllum* sp,	Palo blanco	30.00
16	Mimosoideae	*Myrcianthes osteomeloides* (Rusby) Mc, Vaugh	Arrayan	40.00
17	Myrtaceae	*Pouteria boliviana* (Rusby) Baehni	Aguay	35.00
18	Rhamnaceae	*Ziziphus mistol* Griseb,	Mistol	40.00
19	Papilionoideae	*Tipuana tipu* (Benth,) Kuntze	Tipa	40.00
20	Bombacaceae	*Huberodendron swietenoides* (Gleason) Ducke	Mara blanca	35.00
21	Sapindaceae	Athyana weinmannifolium	Sotillo	35.00
22	Fabaceae	Pterogyne nitens	Tipilla	35.00
23	Fabaceae	Enterlobium contortisiliquum	Timboy o Pacara	45.00
24	Alvaceae	Ceiba insignis	Ceiba	45.00
25	Poligonaceae	Ruprechtia laxiflora	Vivaro	30.00
26	Capparaceae	Anisocapparis speciosa	Alcaparra	30.00
27	Anacardiaceae	Astronium fraxinifolium	Cuchi mara	35.00
28	Ulmaceae	*Phyllostylon rhamnoides* (Poisson) 16Taubert	Cuta o palo amarillo	35.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Estas especies se encuentran en los sistemas de aprovechamiento maderable comercial dentro la provincia fisiográfica del Subandino en las siguientes unidades fitogeográficas (**Tabla 74**).

Tabla 74. Zonas fitogeográficas de aprovechamiento maderable

N	Zonas fitogeográficas	Altitud m	Precipitación mm	Temperatura °C	Calidad de especies maderables
1	Bosque Chaqueño	142 - 700	300 - 500	24 - 26	Especies no maderables con valor
2	Bosque Serrano - Bosque Transición	700 - 1200	500 - 1000	14 - 23	Especies maderables poco valioso
3	Bosque Húmedo - Tucumano Boliviano	1200 - 2100	1000 - 1200	13 - 22	Especies maderables muy valioso
4	Bosque Nublado - Tucumano Boliviano	2100 - 2500	1200 - 2200	15 - 20	Especies maderables valioso
5	Sabanas, Cima de Serranía, Montaña y Matorrales	2500 - 3400	300 - 400	9 - 14	Especies maderables sin valor comercial
6	Serranías	> 3400	300 - 400	9 - 14	Especies maderables sin valor comercial

Fuente: ZONISIG, septiembre 2001.

En la zona de transición se encuentra mayor número de especies por la influencia de la zona de Pie de monte y la zona de la llanura Chaqueña, donde se presenta una diversidad de flora con especies forestales poco valiosas, por el menor tamaño y espesor. Donde hubo mayor aprovechamiento de especies maderables o facilidad de acceso, pero por las condiciones desfavorables de clima, la vegetación no tiene un desarrollo exuberante como en las zonas de mayor altitud como de humedad. Estos bosques tienen una gran riqueza florística con predominio de especies como las se indican en la **Tabla 75**.

Tabla 75. Zonificación de especies maderables comerciales

Provincia fisiográfica	Tipo de vegetación	Especies maderables valiosas a muy valiosas
Subandino	Bosque Nublado Tucumano Boliviano.	Guayabo (*Eugenia* sp), Palo Barroso (*Blepharocalys salisifolius*), Laurel (*Phoebe parphiria* y *Nectandra* sp formando bosques puros o asociados con otras especies de follaje permanente), también se encuentran bosques casi puros de pino de cerro además de las especies como yuruma (*Rapanea* sp), palo lanza (*Patagonula americana*), quellu o lanza amarilla (*Terminalia triflora*), cedro (*Cedrela* sp) y nogal (*Junglans australis*).
	Bosque húmedo Tucumano Boliviano.	Aguay o arazá (*Chrysopyllum gonocarpum*), guayabo (*Eugenia pseudo mato*), suiquillo (*Diaphenopteys sorbifolia*), laurel (*Phoebe porphyria*), laurel hojudo (*Nectandra* sp) palo barroso o arrayan (*Blepharocalyx salicifolius*), lapacho blanco (*Tabebuia roceo - alba*), cedro (*Cedrela* sp), nogal (*Junglans australis*), cebil (*Anadenanthera colubrina*), otoguilla (*Heliocarpus papayensis*), tabaquillo (*Solanum riparium*) chalchal (*Allophlus edulis*), roble (*Amburana cearensis*), Urundel (*Myracrodruon urundeuva*), run run (*Poincianella pluviosa*), cuta (*Phyllosthyllon rhamnoides*), sotillo (*Athyana weinmannifolium*), quina (*Myroxylon peruiferum*), jichituriqui (*Aspidosperma pyrifolium*), morado (*Machaerium scleroxylon*), lapacho rosado (*Handroanthus impetiginosus*), Lindau o sachapera (*Coccoloba tiliácea*), sawinto (*Myrcianthes pungens*), chare o cebil blanco (*Parapiptadenia excelsa*), Soto (*Schinopsis marginata*).
	Bosque subhúmedo de transición.	En sitios más húmedos de la pendiente superior con exposición este o sudeste, se encuentran elementos florísticos típicos de los bosques húmedos como: Arrayan (*Eugenia uniflora*), cedro (*cedrea* sp,), suiquillo (*Diatnopterix sorbifolia*), palos barrosos (*Plepharocalyx salicifolius*).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.8.2 Productos forestales maderables exóticos

La introducción de especies forestales, como el pino (*Pinus* sp,), eucalipto (*Eucalyptus* sp,) y *Sallix ulboltiana*, en la provincia Fisiográfica Cordillera Oriental, en la parte alta del municipio de Entre Ríos donde nace las fuentes del río Salinas, muestra la adaptación de dichas especies por las condiciones de clima frío a templado en los lomeríos y pie de monte, donde se reforestó con

el objetivo de protección de las fuentes de agua y conservación de los suelos. En la provincia fisiográfica del Subandino se han introducido 10 especies en la unidad fitogeográfica de Bosque subhúmedo de transición con especies para ornamentación y para mejorar el paisaje en áreas turísticas y en las reservas municipales por ser especies de rápido crecimiento y fácil adaptación a zonas de transición (**Tabla 76**).

Tabla 76. Inventario y usos de especies arbóreas exóticas o introducidas

N°	Familia	Especie	Nombre común	Usos			
				Madera	Ganadería	Medicinal	Combustible
1	Salicaceae	*Salix umboltiana*	Sauce			Efectos reductores del dolor y la fiebre en el cuerpo.	
2	Myrtaceae	*Eucalyptus*	Eucalipto	Madera para pulpa y carpintería		El aceite presenta taninos, flavonoides, acido elegido, cineol y eucaliptol.	Leña
3	Pinaceae	*Pinus*	Pino	Madera para fabricar papel	Alimento para la fauna sylvestre		
4	Sapindaceae	*Hacer pseudoplatanus*	Arce	Madera de construcción		Elaboración de jarabes.	
5	Bignonaceae	*Jacaranda*	Jacaranda			Disminuye la permeabilidad y fragilidad de vasos capilares, presión arterial, inhibe la agregación plaquetaria y estimula el sistema inmune.	
6	Proteaceae	*Grevillo robusta*	Grevilla	Roble sedoso, madera dura			
7	Meliaceae	*Meliá azedarach*	Paraíso	Hornamental		Desinfectante y cicatrizante, evitar que se uleren las heridas por viboras.	
8	Cupressaceae	*Cupresus serpemvirens*	Ciprés	Postes, cercas, puertas, pisos, ataúdes, gabinetesy botes			
9	Agavaceae	*Agave*	Agave			Es endulzante, se fabrica jarabe, néctar y tequila.	
10	Anacardiaceae	*Schinus molle*	Molle			Corteza y raíz se usa para la tos, enfermedades del pulmón.	
11	Apocynaceae	Nerium oleander	Laurel rosa	Ornamental		Controlar malas yerbas y sive de insecticida natural en plantas y animales.	
12	Oleaceae	Fraxinus americana	Fresno	Ornamental		Acción diurética, sudorífica, analgésicos, antinflamatoria, cicatrizante y laxante.	

N°	Familia	Especie	Nombre común	Usos			
				Madera	Ganadería	Medicinal	Combustible
13	Fabaceae	*Senna spectabiis*	Carnaval	Yugos, picotas	Melífera	Para tratar dolores de cabeza, inflamaciones, gripes y heridas.	

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.8.2.1 Productos forestales no maderables

Las especies forestales no maderables se encuentran en las zonas intermedias más bajas de la provincia fisiográfica del Subandino, donde las precipitaciones son inferiores a 1000 mm, las temperaturas promedio son superiores a 17°C, por lo tanto, el desarrollo de los árboles no alcance el diámetro menor de corte y el fuste requerido para ser comerciales según exige la normativa. Asimismo, no existe especies de valor comercial en las zonas de fácil acceso, ya que la mayor parte han sido aprovechadas sin un plan de manejo, quedando muy pocas en las zonas de mayor altitud y humedad mientras que las especies no comerciales se presentan con mayor frecuencia en las unidades fitogeográficas que se describen a continuación.

Tabla 77. Zonificación de especies maderables no comerciales

Provincia fisiográfica	Tipo de vegetación	Especies no maderables con valor y poco valiosas
Subandino	Bosque Xerofítico del Chaqueño Serrano	Entre las especies más comunes que conforman este tipo de bosque se destacan el cebil (*Anadenathera colubrina*), cuta (*Phyllosthyllon rhamnoides*), (palo blanco o pino blanco (*Calycophyllum multiflorum*), urundel (*Myracrodruon urundeuva*), mora (*Maclura tinctoria*), lapacho rosado (*Handroanthus impetiginosus*), run run (*Poincianella pluviosa*), soto (*Schinopsis marginata*), vivaro (*Ruprechtia laxiflora*), luchan (*Ceiba insignis*), *Libidivia paraguariensis* (algarrobillo), *Sideroxylon obtusifolium* (chirimolle), *Loxopterygium grisebachii* (soto mara), roble (*Amburana cearensis*), quebracho blanco o cacha (Aspidosperma), *Pseudobombax argentinum*, Choroquete (Salta triflora) y mistol (Ziziphus mistol) Entre las especies arbustivas, es frecuente la presencia de negrito (*Achatocarpus praecox*), sacha poroto (*Acacia praecox, Cynophalla retusa*), sacha sandia (*Capparicordis tweddiana*), Aspidosperma pyrifolium (Jichituriqui), alcaparra (*Anisocapparis speciosa*) y huanchar (*Bougainvillea stipitata*), las cuales oscilan entre los 3 y 5 m de altura, Su estrato herbáceo es escaso, estando conformada por especies anuales, Entre las especies más comunes en el estrato herbáceo están la ruellia sanguínea y el cactus arbustivo sacharrosa (*Pereskia sacarosa*). En gran parte de la Llanura Chaqueña domina bosque extremadamente xerofítico, mayormente espinoso, ralo, bajo, cuyas especies dominantes son el quebracho blanco (Aspidosperma quebracho blanco) y quebracho colorado (Schinopsis quebracho colorado) formando los típicos quebrachales; mezclados con algarrobilla (*Caesalpinia paraguariensis*), toborochi (*Chorisia insignis*), carapari (*Neocardenasia herzogiana*), cebil (*Anadenanthera colubrina*) y perilla (*Phyllostylon rhamnoides*), Estas dos últimas dominan en sitios más húmedos (bañados) especialmente entre las colinas bajas y la serranía del Aguaragüe. Choroquete (*Salta triflora*), luchan (*Ceiba insignis*), Alcaparro (*Anisocapparis especiosa*), sacha poroto (*Cynophylla retusa*), C, salicifolia, mistol (*Ziziphus mistol*), ucle (*Cereus validus*), pereskia (*Quiabentia verticillata*), tala pispa (*Celtis chichape*), turino (*Ximenia americana*), palo blanco o pino blanco (*Calycophyllum multiflorum*), pata sachapera (*Agonandra excelsa*), *Bougainvillea praecox*, cuta (*Phyllostylon rhamnoides*), mistol del zorro (*Castela coccíneo*), palo brea (*Acacia praecox*), *Cordia saccellia* y *Maytenus spinosus* entre otras especies, Así también, es frecuente encontrar los cactus *Cleistocactus baummannii*, *Monvillea Cavendish* y *Gymnocalycium Friedrich*, así como las lianas *Arrabidaea truncata* y las bromelias espinosas *Bromelia serra* y *B*, *hyeronimi*, las cuales forman grupos densos y dispersos.
	Bosque Chaqueño Abiertos, Semideciduo, inundable y con áreas de protección	Entre las especies más comunes que conforman este tipo de bosque se destacan el cebil (*Anadenathera colubrina*), cuta (*Phyllosthyllon rhamnoides*), palo blanco o pino blanco (*Calycophyllum multiflorum*), urundel (*Myracrodruon urundeuva*), mora (*Maclura tinctoria*), lapacho rosado (*Handroanthus impetiginosus*), run run (*Poincianella pluviosa*), soto (*Schinopsis marginata*), vivaro (*Ruprechtia laxiflora*), luchan (*Ceiba insignis*), *Libidivia paraguariensis* (algarrobillo), *Sideroxylon obtusifolium* (chirimolle), *Loxopterygium grisebachii* (soto mara), roble (*Amburana cearensis*), quebracho blanco o cacha (*Aspidosperma*), *Pseudobombax argentinu*m, Choroquete (*Salta triflora*) y mistol (*Ziziphus mistol*) Entre las especies arbustivas, es frecuente la presencia de negrito (*Achatocarpus praecox*), sacha poroto (*Acacia praecox*, *Cynophalla retusa*), sacha sandia (*Capparicordis tweddiana*), *Aspidosperma pyrifolium* (Jichituriqui), alcaparra (Anisocapparis speciosa) y huanchar (Bougainvillea stipitata), las cuales oscilan entre los 3 y 5 m de altura, Su estrato herbáceo es escaso, estando conformada por especies anuales, Entre las especies más comunes en el estrato herbáceo están la *Ruellia sanguínea* y el cactus arbustivo sacharrosa (*Pereskia sacarosa*).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.8.2.2 Otros sistemas de aprovechamiento

La flora chaqueña, estructuralmente está compuesta de diferentes tipos de vegetación, desde arbóreos hasta xerofíticos que en su mayoría son de fuste bajo. Sin embargo, las especies de mayor valor comercial, que se encuentran en las formaciones vegetales de mayor exuberancia en ambientes como pie de monte, el cual condiciona el crecimiento por la mayor concentración de humedad y profundidad de suelos.

Este recurso es aprovechado según las necesidades de los comunarios en forma sostenible, como las especies maderables, forrajeras, frutales, leña, medicina tradicional y otras. La diversidad de especies por tipo de uso requiere un estudio más específico por la complejidad que hace a su clasificación. Sin embargo, se han identificado uso medicinal, comercial, otras para alimento del ganado y como combustible (leña y carbón).

4.8.2.2.1 Sistemas de aprovechamiento forrajero

De las especies muestreadas de los estratos arbóreo, arbolito y arbustivo en la región de estudio se identificó 52 especies forrajeras, de las cuales se consumen las hojas y frutos de los árboles bajos y los que caen en la época de estiaje al suelo para ser aprovechado en forma de ramoneo por el ganado.

Entre las especies más comunes se destacan Cupesi, Chañar, quebracho - colorado (*Schinopsis* cf), *Senegalia emilioana* (cari cari), *Aspidosperma quebracho - blanco* (quebracho blanco), Choroquete (*Salta triflora*), luchan (*Ceiba insignis*), Alcaparro (Anisocapparis especiosa), sacha poroto (Cynophylla retusa), C, salicifolia, mistol (*Ziziphus mistol*), ucle (*Cereus validus*), pereskia (*Quiabentia verticillata*), tala pispa (*Celtis chichape*), turino (*Ximenia americana*), palo blanco o pino blanco (*Calycophyllum multiflorum*), pata sachapera (*Agonandra excelsa*), *Bougainvillea praecox*, cuta (*Phyllostylon rhamnoides*), mistol del zorro (*Castela coccíneo*), palo brea (Acacia praecox), *Cordia saccellia* y *Maytenus spinosus* entre otras especies, Así también, es frecuente encontrar los cactus Cleistocactus baummannii, *Monvillea Cavendish* y *Gymnocalycium* Friedrich, así como las lianas *Arrabidaea truncata* y las bromelias espinosas *Bromelia serra* y *B, hyeronimi*, las cuales forman grupos densos y dispersos.

4.8.2.2.2 Sistemas de aprovechamiento apícola

Entre los bosques húmedos y los xerofíticos del Chaco Serrano el cambio es gradual en una superficie, formando una masa boscosa discontinua comprendida en la serranía del Aguaragüe. Por sus características climáticas y fisiográficas, la composición botánica de estos bosques es rica y compleja; con una mezcla de elementos florísticos de los bosques húmedos de la formación Tucumano - Boliviano y los bosques xerofíticos del Chaco Serrano, determinando una masa boscosa con características transicionales con una flora diversa de especies en su mayoría melíferas, y con un calendario apícola de 8 a 9 meses de floración al año, obteniendo de 4 a 6 cosechas de miel al año con rendimientos de 7 a 71 kg/colmena, con un promedio de 33 kg/colmena de diferente calidad por las características organolépticas calidad por el tipo de flora apícola que se tienen en la zona.

Las especies más importantes identificadas en la región de estudio que generan una mejor calidad de miel y sus derivados son el mistol, chañar, cebil, algarrobo, tipa, urundel, cuchi, tala, churqui, etc.

Tabla 78. Especies melíferas en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos

N°	Familia	Especie	Nombre común	Usos			
				Madera	Ganadería y apícola	Medicinal	Combustible
1	Papilionoideae	*Myroxilon periuforum*	Quina	Muebles, carrocerías	Melífera	Expectorante, mejora los problemas respiratorios y cura la malaria.	
2	Meliaceae	Cederela balansae	Cedro	Muebles	Melífera	La corteza para el asma y para dolores de golpes o caídas.	
3	Papilionoideae	*Amburuma cearensis*	Roble	Muebles	Fruto comestible para el ganado y melífera		
4	Mimosoideae	*Prosopis alba*	Algarrobo	Muebles, construcción, postes	Fruto comestible	La pulpa Propiedades astringentes, antidiarreica y digestiva.	Carbón
5	Apocynaceae	Aspidosperma quebracho	Quebracho	Poste, vigas construccion	Melífera	Estimulante respiratorio, bronquitis, asma o enfisema pulmonar.	Carbón
6	Anacardiaceae	Astronium urundeuva	Urundel	Postes	Melífera		Carbón
7	Anacardiaceae	Sinopsis haenkeana	Soto	Durmientes, postes	Melífera		Carbón
8	Myrtaceae	*Slaicifolius ,*	Palo Barroso		Fruto comestible y melífera		Leña
9	Juglandaceae	Juglans australis ,	Nogal	Cajas apicolas	Melífera	Hoja infecciones urinarias, teñir el cabello y eliminar las camas.	
10	Ulmaceae	*Phyllostilon rhamnoides*	Perilla	postes	Melífera	Propiedades anti alergénicas y antioxidantes, la hoja para el resfrío, gripe, dolores de cabeza.	
11	Mimosoideae	*Anadenanthera colubrina*	Cebil	Construcción, postes	Melífera		Carbón y leña
12	Mimosoideae	Myrcianthes osteomeloides (Rusby) Mc, Vaugh	Arrayan	Postes	Fruto comestible y melífera	Tratamiento Diabetes, afloja la mucosidad y la flema.	Leña
13	Rhamnaceae	Ziziphus mistol Griseb,	Mistol	Madera de construccion	Melífera y fruto comestible y forrajera	Patologías cardiacas, hipertensión, diabetes y los frutos se hace café.	Leña
14	Papilionoideae	Tipuana tipu (Benth,) Kuntze	Tipa		Melífera		Carbón y leña
15	Bombacaceae	Huberodendron swietenoides (Gleason) Ducke	Mara blanca	muebles	Melífera	La semilla Controla las inflamaciones, previene la osteoporosis, Además contiene vitamina C y D, el ácido oleico y los fenoles.	
16	Sapindaceae	Athyana weinmannifolium	Sotillo	Postes	Ramas jovenes alimento de terneros		Leña
17	Fabaceae	Tipuana Sp	Tipilla	Tablas, carrocerías, vigas, durmientes	Melífera		Leña
18	Fabaceae	Enterlobium contortisiliquum	Timboy o Pacara		Fruto comestible	Propiedades Farmacológicas.	Leña
19	Anacardiaceae	Astronium fraxinifolium	Cuchi mara	Postes, durmiente, vigas, postes	Ramoneo y Melífera	Curar heridas y fracturas.	
20	Ulmaceae	Phyllostylon rhamnoides (Poisson) 16Taubert	Cuta o palo amarillo	Construcción viviendas, postes	Melífera y ramoneo		leña
21	Rubiaceae	Calycophyllum sp,	Palo blanco	Madera	Melífera	Cura afecciones de la piel, urticaria y salpullidos, erupciones y raspaduras.	

N°	Familia	Especie	Nombre común	Usos			
				Madera	Ganadería y apícola	Medicinal	Combustible
22	Alvaceae	Ceiba insignis	Ceiba	Madera almacena agua en época seca	Fruto para relleno de almohadas y melífera.		

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.8.2.2.3 Sistemas de aprovechamiento medicinal

Según los conocimientos ancestrales de las familias de la región especialmente de los originarios como los Huaranies, Wenayeds, Tapietes, usan la mayoría de las especies nativas como medicinales naturales desde las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, así también existen especies aromáticas y herbáceas introducidas destinadas para la preparación de remedios caseros que usan los curanderos en la región, según las dolencias se prepara los remedios para enfermedades gastrointestinales, respiratorias, inflamaciones, musculares, etc., se adjunta las especies más importantes en las zonas de estudio.

Tabla 79. Inventario y usos de especies forestales medicinales nativas

N°	Familia	Especie	Nombre común	Uso medicinal
1	Papilionoideae	*Myroxilon periuforum*	Quina	Expectorante, mejora los problemas respiratorios y cura la malaria.
2	Meliaceae	*Cederela balansae*	Cedro	La corteza para el asma y para dolores de golpes o caídas.
3	Zygophyllaceae	*Bulnesia sarmientoi Lorentz*	Guayacán	Tratar reumatismo en forma de baños para la tos y resfrío.
4	Mimosoideae	*Prosopis alba*	Algarrobo	La pulpa propiedades astringentes, antidiarreica y digestiva.
5	Bignoniaceae	*T abebuia ipe*	Lapacho	Diabetes, úlceras, inflamación de estómago, gastritis, asma y bronquitis crónica, cicatrizante.
6	Apocynaceae	Aspidosperma quebracho	Quebracho	Estimulante respiratorio, bronquitis, asma o enfisema pulmonar.
7	Juglandaceae	Juglans australis ,	Nogal	Hoja infecciones urinarias, teñir el cabello y eliminar las canas.
8	Ulmaceae	*Phyllostilon rhamnoides*	Perilla	Propiedades anti alergénicas y antioxidantes, la hoja para el resfrío, gripe, dolores de cabeza.
9	Boraginaceae	*Patagonula americana*	Lanza	Cura el Chagas.
10	Rubiaceae	*Calycophyllum sp,*	Palo blanco	Cura afecciones de la piel, urticaria y salpullidos, erupciones y raspaduras.
11	Mimosoideae	Myrcianthes osteomeloides (Rusby) Mc, Vaugh	Arrayan	Tratamiento diabetes, afloja la mucosidad y la flema.
12	Rhamnaceae	*Ziziphus mistol Griseb,*	Mistol	Patologías cardiacas, hipertensión, diabetes y los frutos se hace café.
13	Bombacaceae	Huberodendron swietenoides (Gleason) Ducke	Mara blanca	La semilla controla las inflamaciones, previene la osteoporosis, Además, contiene vitamina C y D, el ácido oleico y los fenoles.
14	Fabaceae	*Enterlobium contortisiliquum*	Timboy o Pacara	Propiedades farmacológicas.
15	Capparaceae	*Anisocapparis speciosa*	Alcaparra	Propiedades terapéuticas, para el dolor de huesos, se estruja las hojas.
16	Anacardiaceae	*Astronium fraxinifolium*	Cuchi mara	Curar heridas y fracturas.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En cuanto a los árboles forestales se tienen especies medicinales que usan con frecuencia en las comunidades rurales del Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia, estas especies nativas están al alcance de la población rural en áreas privadas, como comunales donde se extrae partes de los árboles como ser la raíz, la corteza, las hoja y en algunos casos los frutos y en la última columna, se describe las propiedades de los árboles medicinales, para que enfermedades se trata y la forma de preparar los remedios.

Tabla 80. Inventario y usos de especies arbustivas - arbolitos medicinales nativas

N°	Familia	Especie	Nombre común	Medicinal
1	Bignonacea	Tabebuia nodosa	Palo Cruz	Las flores para la diarrea, las hojas para la hemorragia, purifican el agua.
2	Capparaceae	Capparis spinosa	Alcaparu	Hepatoprotector, antihemorroidal, diuréticas, anti anémicas, digestivas y antirreumáticas.
3	Euforbiaceas	Tecoma stans	Toco toco	Jabón para evitar la deshidratación y controla la diarrea.
4	Bombacaceae	Pseudobombax sp,	Peroto	Bronquitis.
5	Fabaceae	Retama	Retama	Ramas, flores y raíces se usa en la diurética, demática, tónico hepático.
6	Asteraceae	Braccharis trimera	Wasuquia	digestivo y hepático.
7	Lauraceae	Ocotea sp,	Negrillo o olmo	corteza, dolor de garganta.
8	Apocinaceae	Vallecia glabra	Ancoche (amarguillo, picantilla)	Las cascaras y las hijas, cura el empacho y la diarrea.
9	Bignoniaceae	*Tecoma stans* (L,) A, L, Juss, ex H,B,K	Guaranguay	Controla la diabetes.
10	Nictaginacea	Bougainvillea stipitata	Huanchar	Flores para la tos y problemas respiratorios y mejora el funcionamiento de los pulmones.
11	Cucurbitaceae	Luffa aegyptiaca	Lavaplato	Dolor de cabeza, dientes.
12	Cactaceae	Opuntia brasiliensis (Willd,) Haw,19	Caracore	Raíces inflamación hígado.
13	Moraceae	Ficus sp,	Bibosa	Raíces maceradas para heridas y golpes, con el latex del tallo se usa para enfermedades hepáticas.
14	Cannabaceae	Celtis iguanea	Chichapi	Las hojas y la corteza curan problemas estomacales y los hongos de la piel.
15	Apocynaceae	Thevetia peruviana	Maichi	Efectos diuréticos, cardiotónicos y para curar edemas, sus hojas se usa como purgante y la corteza se usa como catártico febrífugo.
16	Malvaceae	Althaea ofificinalis	Malvisco	emoliente, calmante
17	Euforbiaceae	Euphorbia lathyris	Tartago o topo	La hoja controla la fiebre, inflamación de los riñones, calma dolores de estómago, evita la indigestión, estreñimiento y diarrea.
18	Rhamnaceae	Rhamnidium sp,	Turere	Fruto para encías débiles, fruto purgante
19	Cactaceae	Cereus validus Haw,	Ulala	Fruto previene enfermedades cardiovasculares y ricas en vitamina C y minerales Ca, Mg He y Zn.
20	Cactaceae	Neoraimondia herzogiana	Capaparí	Fines medicinales y como fuente de agua.
21	Cactaceae	Echinopsis atacamensis	Cardón	Sirve como fuente de agua.
22	Cactaceae	Pachycereus pringlei	Cardon bola	Sirve como fuente de agua.
23	Mimosoideae	Acacia aroma Gillies ex, Hook & Arn	Tusca	Desinflamante y curar heridas.
24	Leguminosas	Acacia cavena	Churqui blanco	Talco.
25	Myrtaceae	Blepharocalysx salicifolius	Orcomolle	Para ojos irritados, cataratas, conjuntivitis.

N°	Familia	Especie	Nombre común	Medicinal
26	Solanaceae	Cestrum racemosum Ruiz & Pavo	Tabaquillo	Energizante.
27	Arecaceae	Copernicia alba	Palma blanca	Circulación de la sangre.
28	Ulmaceae	Phyllostylon rhamnoides (Poisson) Taubert	Cuta o palo amarillo	Mejora la concentración, reduce el estrés.
29	Ulmaceae	Ampelocera ruizii Klotzsch	Blanqullo o palo de leche	Controla la presión, la hoja y el fruto se hierbe.
30	Cactaceae	Echinopsis lageniformis	Achuma	Afecciones nerviosas, cardiacas e hipertensión.
31	Asteraceae	Braccharis trimera	Wasuquia	Tratamiento de diabetes.
32	Mimosoideae	Inga feulleei,	Pacay	La capa blanca de la semilla para pérdida de peso, reduce el colesterol.
33	Boraginaceae	Cordia sp,	Afata	Hojas para la picaduras de insectos.
34	Bombacaceae	Chorisia insignis H, B, K,	Toborochi	Diurético, dramático y tónico hepático.
36	Moraceae	Morus alba L,	Mora	Regula el azúcar y reduce el colesterol.
37	Fabaceae	Parkinsonia praecox	Palo Brea	Alivia alteraciones descamativas del cuero cabelludo, dermatiis, seborrea,psoriasis, caspa y prurito.
38	Caesalpinioideae	Sclerolobium guianense Benth,	Palo santo	Diabetes.
39	Ulmaceae	Phyllostylon rhamnoides (Poisson) Taubert	Palo amarillo	Controla la presión, la hoja y el fruto se hierbe.
40	Arecaceae	Mauritia sp,	Mandor	
41	Mimosoideae	Prosopis ruscifolia Griseb,	Vinal	Controla la diabetes y la obesidad.
42	Apocynaceae	Rauvolfia schuelii Speg	Lecherón del monte	Potencial antineoplásico y inmunológico.
43	Apiaceae	Eryngium paniculatum	Karaguata	
44	Polygonaceae	Ruprechtia triflora Griseb,	Choroque	Frutos y semillas para la epilepsia.
45	Cactaceae	Pereskia sacha rosa Griseb,	Sacharrosa	Reumatismo y pasmo.
46	Aquifoliaceae	Ilex paraguariensis	Taragui	Aromática
47	Arecaceae	Syagrus cardenasi	Payo	Agua interior para el corazón.
48	Solanaceas	Solanum mammosum	Chichiyegua	Tratar sinusitis, el pie de atleta y detergente.
49	Bromeliaceae	Tillandsia australis	Anchico	
50	Rosaceae	Kageneckia lanceolata Ruiz & Pavon	Duraznillo	Controla la fiebre y congestión.
51	Malvaceae	Althaea ofificinalis	Malvisco	Emoliente, calmante y antiinflamatorio.
52	Euphorbiaceae	Euphorbia lathyris	Tartago	Materia prima para barnices, lubricantes pinturas.
53	Solanaceae	Cyphomandra uniloba Rusby	Tomatillo	Fruto tiene antioxidantes, vitaminas y minerales.
54	Crassulaceae	Kalanchoe pinnata	Coto coto	Disminuye convulsiones.
55	Canabceae	Celtis iguanea	Chichapi	Controla la anemia y previene la osteoporosis.
56	Solanaceaee	Solanum sp	Mata Gusano	Antiséptico, expectorante, cardiotónico, digestivo, diaforético y sedativo.
57	Musaceas	Musa paradisiaca	Mata burra	Controla trastornos digestivos, respiratorio y sedante.
58	Urticaceae	Urera baccifera (L,) Gaudic	Puca puca	Las hojas para eliminar cálculos renales.
59	Cannabaceae	Cannabis sativa	Rama verde	Relajante muscular, aumento el ritmo cardiaco y tensión arterial.
60	Fabaceae	Caesalpinia gilliesii	Barba de Chivo	Desinfectante y antiinfecciosas.

N°	Familia	Especie	Nombre común	Medicinal
61	Amaranthaceae	Amarantthus viridis	Caruro	Antiinflatorio del tracto urinario, diurético, laxante, y para asma.
62	Euphorbiaceae	Croton colifornicus	Tinajero	Controla la diarrea.
63	Solanaceas	Solanum mammosum	Chichiyegua	Tratamiento de sinusitis.
64	Fabaceae	Abrus precatorius	Algarrancho	Semillas, raíces se usa como edulcorante.
65	Tiliaceae	Eliocarpus americanus L,	Malvillo	Sirven de alimento a ves insectívoras.
66	Rosaceas	Crataegus monogyna	Mistura blanca o Espino blanco	Cardiotónico, diurético, tratar hipertensión arterial.
67	Piperacea	Piper aduncum	Mistura negra o matico	Para el dolor de estómago y cabeza.
68	Putranjivaceae	Drypetes sp,	Motoyoe	
69	Rubiaceae	Ixora coccinea	Buque	Enf, Infecciones, depresión y ansiedad.
70	Moraceae	Dorstenia brasiliensis	Contrayerba	Tratar la mordedura de serpiente.
71	Polygonaceae	Poligonum bistorta	Polipol	Rejuvenece el cuerpo.
72	Polygonaceae	Campyloneurum angustifolium	Calalagua	Combate enfermedades cutáneas, como psoriasis.
73	Asteraceae	Tanacetum balsamica	Santa Maria	Diuréticas, aperitivas, digestivas, espasmolíticos.
74	Aquifoliaceae	Ilex paraguariensis	Taragui	Elaboración de helados, licores y salas, antioxidante.
75	Asteraceae	Ambrosia peruviana	Altamina	Picadura de insectos, heridas graves.
76	Aristolochiaceae	Aristolochia sp	Mil hombres	Mordedura de serpiente, afecciones dermatológicas, diarrea y tos.
77	Ceratphyceae	Ceratophyllum demersum	Bejuquillo o cola de zorro	Combate las algas del acuario y oxigena el agua de estanques.
78	Malvaceae	Hibiscus sinensis	Rosa China	Presión arterial alta y fruta como laxante.
79	Heliconaceae	Helicona rostrata	Patufu	Cura los riñones, con cataplasma de la hoja cura la papera.
80	Solanaceae	Datura arborea L,	Floripondio	Las hojas desinflaman las paperas.
81	Bambusodeae	Bambusa tuldoides	Caña bambu	Acción Antiespasmódica, elimina los parasito en el intestino y cura las úlceras.
82	Fabaceae	Mymozigantyus carinatus	Iscayante	Propiedades antibacteriales, antimicóticas, antiparasitarias y nutricionales.
83	Fabacea	Prosopis affinis	Algarrobillo	Tratar bronquitis, catarros, cistitis, diarrea, disepsia, indigestión, laringitis, malaria, reumatismo, úlceras.
84	Fabaceae	Senegalia emilioana	Cari cari	Tratar enfermedades del hígado, tos, efreio y afonías.
85	Solanaceae	Cestrum Sp	Ediondilla	Tratar el dolor, las quemaduras, la hinchazón y los trastornos relacionados.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

De acuerdo con la **Tabla 80** se inventariaron 85 especies arbustivas nativas medicinales que también tienen otros usos para combustible, artesanías, melíferas y forrajeras, donde el estrato de mayor variabilidad de especies se encuentra en la zona intermedia de la región de estudio por el mayor número de especies tanto de las zonas altas húmedas como de las zonas bajas secas.

Asimismo, la mayor parte de estas áreas son de manejo silvopastoril donde el ganado lo aprovecha como forraje y la población local aprovecha para medicina alternativa y alimento para la población de la zona en el caso de las frutas silvestres.

4.9 Criterios edafológicos

Los criterios edafológicos se establecieron a partir de los resultados obtenidos en el trabajo de campo, mediante el muestreo directo de 211 calicatas aperturadas y complementados con el análisis de información secundaria, como la Zonificación Agroecológica y Socioeconómica del Departamento de Tarija (ZONISIG 2001)., y la interpretación de imágenes satelitales de Google Earth. Los muestreos se llevaron a cabo siguiendo estrictamente la metodología estándar para la colecta de muestras de suelo, según las directrices de la FAO (2009). En el área de estudio, se aplicaron los siguientes pasos metodológicos:

1. Análisis fisiográfico del territorio, incluyendo la elaboración de una leyenda fisiográfica y la delimitación de las unidades identificadas dentro del polígono del área
2. Ajuste de las unidades de mapeo mediante trabajo de campo con GPS, corrigiendo y afinando las delimitaciones necesarias
3. Ubicación de las 211 calicatas, asegurando que cada unidad de terreno mapeada estuviera representada por al menos una calicata y
4. Considerando la extensión de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, se añadieron 14 perfiles modales adicionales como información secundaria, alcanzando un total de 225 perfiles descriptivos analizados con detalle.

Las muestras de suelo extraídas de cada una de las 211 calicatas descritas fueron enviadas al laboratorio de Suelos y Aguas de Riego del Servicio Departamental Agropecuario de Tarija (SEDAG - Tarija). Conforme a lo establecido en los términos de referencia y en acuerdo con el contratante, se realizaron las siguientes determinaciones en laboratorio para cada muestra de suelo:

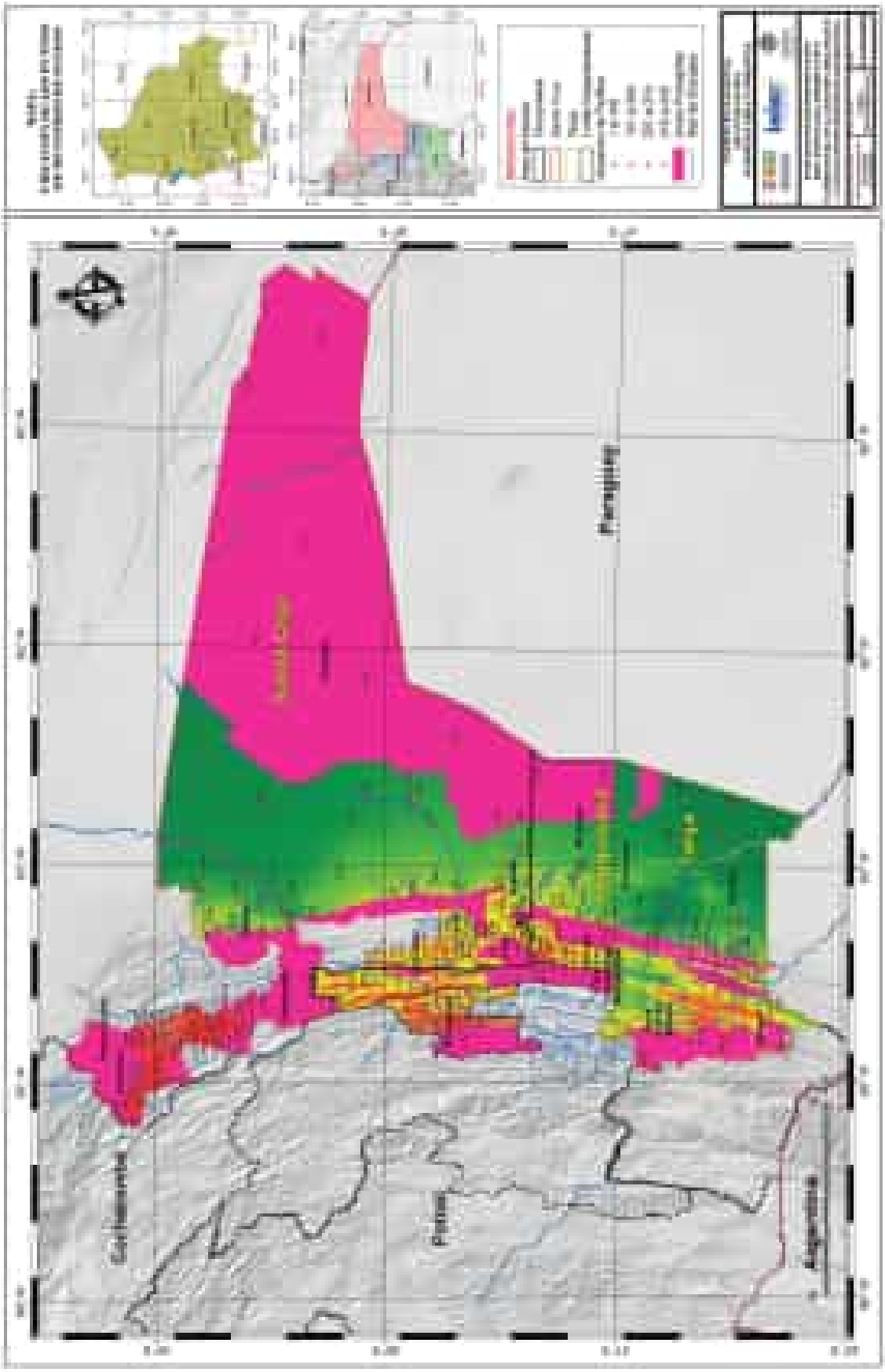
- Textura del suelo
- pH, N, P, K, Ca y Mg
- Conductividad eléctrica (CE)
- Densidad aparente (Da)
- Porcentaje de materia orgánica (%MO)
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Por otro lado, las características relacionadas con la estructura del suelo fueron evaluadas directamente en campo durante la descripción de cada calicata (ver anexo, edafológico). En este proceso, se registraron los parámetros correspondientes a la estructura de cada horizonte, incluyendo la clase de estructura, el tamaño de los agregados y el grado de desarrollo. Las características morfológicas, físicas, químicas y clasificación taxonómica de los suelos de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, fueron realizados en los sitios que se describen en la **Tabla 81**.

Tabla 81. Sitios de relevamiento de datos

Región del Chaco	Región de los Valles Mesotérmicos
Llanuras	Valles
Pie de monte	Pie de monte
Colinas	Colinas
Serranías	Serranías

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 30. Ubicación de los puntos de muestreo de suelos

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.9.1 Descripción de los suelos en la Región del Chaco

4.9.1.1 Características generales de los suelos en las llanuras

Caracterizada por presentar suelos muy profundos, desarrollados sobre una topografía plana o casi plana, con pendientes de bajas, presentando la siguiente morfología dominante de horizontes, un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial Bw.

- Topografía:
  - Terrenos planos o casi planos con pendientes entre 0 - 2%
- Morfología dominante:
  - Horizonte superficial (Ap): Asociado al uso agropecuario, se caracteriza por un color pardo y texturas variables
  - Horizonte subsuperficial (Bw): Cambios en color y estructura en relación con el horizonte Ap
  - En algunos casos, se observa un horizonte subsuperficial **Bt** (acumulación de arcilla iluviada).

Tabla 82. Propiedades principales del horizonte superficial (Ap)

Propiedad	Descripción
Color predominante	Pardo, pardo claro, pardo pálido y pardo amarillento (bajo contenido de materia orgánica).
Textura	Franco arcillo arenosa, franco arcilloso, franca y franco arenosa (origen aluvial).
pH	6.55 a 8.16. Parte de los suelos está dentro del rango óptimo (6.5 - 7.5), otros requieren enmiendas acidificantes.
Conductividad eléctrica	0.075 a 0.938 mmhos/cm (muy bajos en sales, sin restricciones para cultivos)..
Materia orgánica (MO)	0.07 a 5.65% (predominan niveles muy bajos).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 83. Nutrientes y capacidad del suelo

Nutriente/Propiedad	Rango	Nivel predominante
Calcio (Ca)	2.05 a 5.66 meq/100g	Bajo a medio
Magnesio (Mg)	1.0 a 4.0 meq/100g	Medio a óptimo
Potasio (K)	0.03 a 0.13 meq/100g	Bajo
Fósforo (P)	0.61 a 9.54 ppm	Bajo
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	10.56 a 25.64 meq/100g	Bajo a normal

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La clasificación taxonómica de los suelos Typic Ustochrepts es la siguiente:

- Orden: Inceptisoles (suelos jóvenes en desarrollo pedogenético)
- Suborden: Ochrepts (presencia de epipedón ócrico, con color claro en los primeros 18 cm)
- Gran grupo: Ustochrepts (régimen de humedad ústico, seco más de 90 días consecutivos al año)

< Subgrupo: Typic Ustochrepts (representativo de las características típicas del grupo).

Otros subgrupos en estos suelos:

< Typic Rhodustalfs

A Coloración rojiza por alta oxidación del hierro (horizonte Bt)

< Arenic Haplustalfs

A Contenidos elevados de arena (horizonte Bt).

Tabla 84. Análisis por horizonte

Horizonte	Características principales
Ap	Uso agropecuario, colores claros o pardos, texturas variables (franco - arcillosas).
Bw	Cambios en coloración y estructura, representando un horizonte cámbico (diagnóstico).
Bt	Acumulación de arcilla (iluviada) y, en el caso de Rhodustalfs, alta oxidación que genera color rojizo.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Observaciones y recomendaciones para estas superficies de llanura corresponden a:

< Fertilidad del suelo:

A Mejora necesaria en nutrientes como fósforo y potasio mediante fertilización
A Corrección del pH básico en algunos suelos con enmiendas acidificantes

< Manejo del contenido de materia orgánica:

A Incorporar prácticas de manejo como rotación de cultivos y uso de abonos orgánicos para mejorar la materia orgánica en el horizonte superficial.



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.9.1.2 Características generales de los suelos en pie de monte

Esta unidad, presenta suelos muy profundos, desarrollados sobre un relieve suavemente inclinado, presentando la siguiente morfología dominante de horizontes como un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial AC; como también, un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial Bw.

Las características generales de los suelos de pie de monte corresponden a:

- Topografía: Relieve suavemente inclinado con pendientes de 2 - 6%
- Morfología dominante de horizontes**:**
  - Horizonte superficial (Ap): Uso agropecuario
  - Horizonte subsuperficial (AC): Suelos sin desarrollo de horizonte diagnóstico
  - Horizonte subsuperficial (Bw): Cambios en coloración y estructura respecto al horizonte Ap
  - Horizonte subsuperficial (Bt): Acumulación de arcilla iluviada del horizonte Ap
  - Horizonte A - R: Material parental o roca madre bajo el horizonte A.

Tabla 85. Propiedades principales del horizonte superficial (Ap)

Propiedad	Descripción
Color predominante	Pardo, pardo amarillento claro, pardo pálido y amarillo rojizo (bajo contenido de materia orgánica).
Textura	Franco arcillo arenosa, franco arenoso, franca y franco arcillosa.
pH	6.09 a 7.96. Parte en rango óptimo (6.5 - 7.5); requiere enmiendas para corregir pH ácido (< 6.5) o básico (> 7.5).
Conductividad eléctrica	0.028 a 0.599 mmhos/cm (suelos libres de sales, sin restricciones para cultivos).
Materia orgánica (MO)	3.61% (predominan niveles bajos).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En referencia a los nutrientes y capacidad del suelo se detallan en la **Tabla 86**.

Tabla 86. Nutrientes y capacidad del suelo

Nutriente/Propiedad	Rango	Nivel predominante
Calcio (Ca)	1.75 a 18.75 meq/100g	Bajo a alto
Magnesio (Mg)	1.25 a 6.0 meq/100g	Medio a óptimo
Potasio (K)	0.02 a 0.13 meq/100g	Bajo
Fósforo (P)	0.52 a 15.99 ppm	Bajo a medio
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	8.02 a 32.66 meq/100g	Bajo a normal

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La clasificación taxonómica de los suelos consiste en:

- Orden: Entisoles (suelos jóvenes sin horizonte subsuperficial diagnóstico)
- Suborden: Orthents (suelos de reciente formación, con características mínimas de desarrollo pedogenético)

- Gran Grupo: Ustorthents (régimen de humedad ústico, seco más de 90 días consecutivos al año)
- Subgrupo: Typic Usthorthents (características típicas del grupo).

Otros subgrupos en estos suelos:

- Typic Haplustalfs:
  - Orden: Alfisoles (suelos maduros con horizonte argílico Bt)
  - Suborden: Ustalfs (régimen de humedad ústico)
  - Gran Grupo: Haplustalfs (desarrollo pedogenético moderado)
  - Subgrupo: Typic Haplustalfs (características típicas del grupo).
- Typic Ustochrepts:
  - Orden: Inceptisoles (suelos jóvenes con horizonte subsuperficial cámbico Bw)
  - Suborden: Ochrepts (epipedón ócrico, color claro por bajo contenido de materia orgánica)
  - Gran Grupo: Ustochrepts (régimen de humedad ústico)
  - Subgrupo: Typic Ustochrepts (características típicas del grupo).

Los resultados de los análisis se muestran en la **Tabla 87** por horizonte dieron por resultado.

Tabla 87. Características principales del horizonte

Horizonte	Características principales
Ap	Uso agropecuario, colores claros o pardos, texturas franco arcillosas y franco arenosas.
AC	Horizonte de transición sin diagnóstico, características intermedias entre Ap y material parental.
Bw	Cambios en color y estructura respecto a Ap; horizonte cámbico, indica desarrollo pedogenético inicial.
Bt	Horizonte de acumulación de arcilla (iluviación), desarrollo pedogenético más avanzado.
A - R	Horizonte superficial sobre material parental o roca madre.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En este tipo de sustrato las recomendaciones van dirigidas a la fertilidad de los suelos, el manejo de la materia orgánica y la clasificación taxonómica.

- Fertilidad del suelo:
  - Fertilizar con potasio y fósforo debido a niveles bajos
  - Ajustar el pH: aplicar cal agrícola para suelos ácidos (< 6.5) y enmiendas acidificantes en suelos básicos (> 7.5).
- Manejo de materia orgánica:
  - Incorporar abonos orgánicos y técnicas de conservación para elevar el contenido de MO en los horizontes superficiales.
- Clasificación taxonómica:
  - Tener en cuenta las inclusiones (Typic Haplustalfs y Typic Ustochrepts) para un manejo agrícola específico según cada tipo de suelo.



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.9.1.3 Características generales de los suelos en colinas

Esta unidad, presenta suelos muy profundos, desarrollados sobre un relieve ligeramente escarpado o ligeramente empinado, con pendientes de 25 - 50%, presentando la siguiente morfología dominante de horizontes, un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial Bw. Características generales de los suelos:

- Topografía: Relieve ligeramente escarpado o empinado con pendientes de 25 - 50%
- Morfología dominante de horizontes:
  - Horizonte superficial (Ap): Bajo uso agropecuario
  - Horizonte subsuperficial (Bw): Presenta cambios en coloración y estructura respecto al horizonte superficial Ap.

Las ppropiedades principales del horizonte superficial (Ap) se detallan en la **Tabla 88**.

Tabla 88. Características principales del horizonte (Ap)

Propiedad	Descripción
Color predominante	Amarillo rojizo (bajo contenido de materia orgánica). En pocos casos: pardo oscuro o pardo amarillento oscuro (mayor MO).
Textura	Franco arenosa.
pH	6.86 a 7.34 (dentro del rango óptimo para cultivos: 6.5 a 7.5).
Conductividad eléctrica	0.066 a 0.095 mmhos/cm (suelos libres de sales, sin restricciones para cultivos).
Materia orgánica (MO)	1.28% (niveles bajos, con predominancia de niveles muy bajos).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Los nutrientes y la capacidad del suelo se listan en la **Tabla 89**.

Tabla 89. Nutrientes en suelos en colinas

Nutriente/Propiedad	Rango	Nivel predominante
Calcio (Ca)	1.75 a 6.75 meq/100g	Bajo a óptimo
Magnesio (Mg)	0.75 a 1.25 meq/100g	Bajo a medio
Potasio (K)	0.02 a 0.37 meq/100g	Bajo a medio
Fósforo (P)	0.81 a 6.38 ppm	Bajo
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	8.02 a 18.84 meq/100g	Muy bajo a bajo

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La clasificación taxonómica de los suelos es:

- Orden: Inceptisoles (suelos jóvenes, con horizonte subsuperficial diagnóstico cámbico).
- Suborden: Ochrepts (epipedón ócrico, color claro en los 18 cm superiores por bajo contenido de materia orgánica)
- Gran Grupo: Ustochrepts (régimen de humedad ústico; seco por más de 90 días consecutivos al año)
- Subgrupo: Typic Ustochrepts (suelos con características típicas del grupo a este nivel taxonómico).

El análisis por horizonte consiste en las siguientes características principales.

Tabla 90. Horizontes en suelos en colinas

Horizonte	Características principales
Ap	Uso agropecuario, color amarillo rojizo predominante, textura franco arenosa, bajo contenido de materia orgánica.
Bw	Horizonte cámbico, con cambios en color y estructura respecto a Ap, evidencia de desarrollo pedogenético inicial.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En este tipo de sustrato las recomendaciones van dirigidas a la fertilidad de los suelos, el manejo de la materia orgánica y la clasificación taxonómica.

Fertilidad del suelo

- Fósforo y potasio: Aplicar fertilizantes debido a niveles bajos
- Materia orgánica: Incorporar abonos orgánicos o residuos de cultivos para mejorar la retención de nutrientes y la estructura del suelo.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

- La CIC baja indica menor capacidad del suelo para retener nutrientes; manejar fertilización en dosis pequeñas y frecuentes para evitar pérdidas por lixiviación.

pH del suelo

< El pH está dentro del rango óptimo; no se requieren correcciones, pero se recomienda monitorear regularmente para evitar cambios.

Clasificación y manejo específico

< Considerar las características del horizonte Bw al planificar cultivos y estrategias de manejo, ya que este horizonte puede influir en la retención de agua y nutrientes.



Suelo Typic Ustochrepts

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.9.1.4 Características generales de los suelos en serranías

Esta unidad, presenta suelos muy profundos, desarrollados sobre un relieve moderadamente escarpado o moderadamente empinado, con pendientes y suelos desarrollado sobre relieve fuertemente escarpado o fuertemente empinado, presentando la siguiente morfología dominante de horizontes como, un horizonte superficial Ap y un horizonte diagnóstico subsuperficial Bt; como también, un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial Bw y muy pocos suelos presentan un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial AC; es decir, no han desarrollado un horizonte diagnóstico subsuperficial.

Las características generales de los suelos son:

< Profundidad: Suelos muy profundos
< Relieve:

- A Moderadamente escarpado o empinado, con pendientes de 50° - 75%
- A Fuertemente escarpado o empinado, con pendientes > 75%

< Morfología dominante de horizontes:

- A Ap - Bt: Horizonte superficial (Ap) y horizonte diagnóstico subsuperficial argílico (Bt)
- A Ap - Bw: Horizonte superficial (Ap) y horizonte subsuperficial cámbico (Bw)
- A Ap - AC: Muy pocos suelos presentan este patrón, sin desarrollo de un horizonte diagnóstico subsuperficial.

Tabla 91. Propiedades del horizonte superficial (Ap)

Propiedad	Descripción
Color predominante	Pardo y pardo claro (bajo contenido de materia orgánica). Pocos casos de pardo oscuro (mayor MO).
Textura	Franco arenosa, franco arcillo arenosa y franco arcilloso.
pH	Rango: 5.92 a 8.41: = Ácido (pH 5.92): Requiere cal agrícola = Básico (pH 8.41): Requiere enmiendas acidificantes.
Conductividad Eléctrica	0.024 a 1.072 mmhos/cm (suelos libres o muy bajos en sales, sin restricciones para cultivos).
Materia orgánica (MO)	0.10 a 5.09% (desde niveles muy bajos a altos, siendo dominante el nivel muy bajo).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 92. Nutrientes y capacidad del suelo

Nutriente/Propiedad	Rango	Nivel predominante
Calcio (Ca)	1.46 a 6.45 meq/100g	Bajo a óptimo.
Magnesio (Mg)	0.81 a 4.75 meq/100g	Bajo a óptimo.
Potasio (K)	0.02 a 0.15 meq/100g	Bajo.
Fósforo (P)	0.61 a 12.61 ppm	Bajo a medio.
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	6.17 a 25.06 meq/100g	Muy baja a normal.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La clasificación taxonómica de los suelos consiste en:

- < Orden: Alfisoles (suelos maduros, con horizonte diagnóstico subsuperficial argílico)
- < Suborden: Ustalfs (régimen de humedad ústico, seco por más de 90 días consecutivos al año)
- < Gran Grupo: Haplustalfs (moderadamente desarrollados pedogenéticamente)
- < Subgrupo: Typic Haplustalfs (características típicas del grupo).

Otros subgrupos en estos suelos:

- Typic Ustochrepts (Inceptisoles): Suelos jóvenes con horizonte subsuperficial cámbico (Bw)
- Typic Rhodustalfs (Alfisoles): Suelos rojizos bien desarrollados con alto contenido de hierro oxidado
- Typic Ustorthents (Entisoles): Suelos de reciente formación, sin horizonte diagnóstico subsuperficial.

El resultado de los análisis por horizonte se listan en la **Tabla 93**.

Tabla 93. Características principales del horizonte

Horizonte	Características principales
Ap	Uso agropecuario, color pardo predominante, textura variable (franco arenoso, arcillo arenosa o franco arcilloso), pH variable.
Bt	Horizonte argílico, acumulación de arcilla iluviada desde Ap, indicador de madurez pedogenética.
Bw	Horizonte cámbico, con cambios en color y estructura, evidencia de desarrollo inicial.
AC	Horizonte de transición, sin desarrollo de un horizonte diagnóstico subsuperficial.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En este tipo de sustrato las recomendaciones van dirigidas a la fertilidad de los suelos, el manejo de la materia orgánica y la clasificación taxonómica.

Manejo del pH

- Aplicar cal agrícola en suelos ácidos (pH 5.92)
- Usar enmiendas acidificantes en suelos básicos (pH 8.41).

Fertilidad

- Fósforo y potasio: Son necesarios fertilizantes para mejorar los niveles bajos
- Materia orgánica: Incorporar abonos orgánicos para mejorar la retención de nutrientes y la estructura del suelo.

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

- En suelos con CIC muy baja, manejar fertilización en pequeñas dosis para evitar pérdidas por lixiviación.

Clasificación taxonómica

- Aprovechar las características de los suelos Typic Haplustalfs para cultivos adaptados a regímenes de humedad ústico
- Monitorear el desarrollo de los horizontes en suelos jóvenes (Typic Ustochrepts y Typic Ustorthents) para evaluar cambios pedogenéticos.



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.9.2 Descripción de los suelos en la Región de los Valles Mesotérmicos

4.9.2.1 Características generales de los suelos de Valles

Caracterizada por presentar suelos muy profundos, desarrollados sobre una topografía plana o casi plana, con pendientes de 0 - 2%, presentando las siguientes morfologías de horizontes, un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial Bt; un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial diagnóstico Bw. Características generales de los suelos:

- Profundidad: Muy profundos
- Topografía: Plana o casi plana, con pendientes de 0 - 2%
  - Morfología de horizontes:
    - Ap - Bt: Horizonte superficial (Ap) y subsuperficial diagnóstico argílico (Bt)
    - Ap - Bw: Horizonte superficial (Ap) y subsuperficial diagnóstico cámbico (Bw).

El horizonte Ap está relacionado con suelos bajo uso agropecuario. El horizonte subsuperficial Bt muestra acumulación de arcilla iluviada, mientras que el horizonte Bw evidencia cambios en coloración y estructura respecto al horizonte Ap.

Tabla 94. Propiedades del horizonte superficial (Ap)

Propiedad	Descripción
Color predominante	Pardo, pardo claro y pardo oscuro. Los colores claros indican bajo contenido de materia orgánica (MO); los oscuros, mayor MO.
Textura	Principalmente franco arcillo arenosa; en menor proporción, franco arenoso y franco arcilloso. Variabilidad atribuida al origen aluvial.

Propiedad	Descripción
pH	Rango: 5.38 a 8.64: = Muy ácido (5.38): Requiere cal agrícola = Muy básico (8.64): Requiere enmiendas acidificantes.
Conductividad Eléctrica (CE)	0.014 a 2.099 mmhos/cm. Suelos libres de sales o muy ligeramente salinos.
Materia orgánica (MO)	0.26 a 6.09%. Predominan contenidos muy bajos en MO.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 95. Nutrientes y capacidad del suelo

Nutriente/Propiedad	Rango	Nivel predominante
Calcio (Ca)	1.0 a 19.5 meq/100g	Bajo a alto
Magnesio (Mg)	0.75 a 5.45 meq/100g	Bajo a óptimo
Potasio (K)	0.01 a 0.22 meq/100g	Bajo a medio
Fósforo (P)	0.33 a 14.53 ppm	Bajo a medio
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	3.41 a 31.51 meq/100g	Bajo a normal

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La clasificación taxonómica de los suelos está representada por Typic Haplustalfs, Typic Ustochrepts. Suelos principales:

- Typic Haplustalfs:
  - Orden: Alfisoles (suelos maduros con horizonte argílico)
  - Suborden: Ustalfs (régimen de humedad ústico)
  - Gran Grupo: Haplustalfs (moderadamente desarrollados pedogenéticamente)
  - Subgrupo: Typic Haplustalfs (características típicas del grupo).
- Typic Ustochrepts:
  - Orden: Inceptisoles (suelos jóvenes en desarrollo)
  - Suborden: Ochrepts (epipedón ócrico)
  - Gran Grupo: Ustochrepts (régimen de humedad ústico)
  - Subgrupo: Typic Ustochrepts (características típicas del grupo).

Suelos adicionales

- Arenic Haplustalfs: Suelos con texturas arenosas.
- Aquic Haplustalfs: Suelos con condiciones de humedad saturada en parte del año.

Tabla 96. Análisis por horizonte

Horizonte	Características principales
Ap	Uso agropecuario, color pardo (claro u oscuro dependiendo del contenido de MO). Textura mayoritariamente franca arcillo arenosa.
Bt	Horizonte argílico con acumulación de arcilla iluviada, indicador de suelos maduros.
Bw	Horizonte cámbico, con cambios en coloración y estructura respecto al Ap, evidencia de desarrollo pedogenético incipiente.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En este tipo de sustrato las recomendaciones van dirigidas a la fertilidad de los suelos, el manejo de la materia orgánica y la clasificación taxonómica.

- Manejo del pH:
  - Aplicar cal agrícola en suelos con pH ácido (< 6.0)
  - Usar enmiendas acidificantes en suelos con pH básico (> 7.5)
- Fertilidad:
  - Fósforo y potasio: Requieren fertilización adecuada para mejorar los niveles bajos
  - Materia orgánica: Incorporar materia orgánica (abonos verdes o compost) para mejorar estructura y fertilidad del suelo
- Conductividad eléctrica:
  - Monitorear los suelos ligeramente salinos (CE > 2.0 mmhos/cm) para evitar afectaciones en cultivos sensibles
- Manejo del agua:
  - En suelos Aquic Haplustalfs, considerar drenajes para evitar saturación prolongada.



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.9.2.2 Características generales de los suelos de pie de monte

Unidad caracterizada por presentar suelos profundos y muy profundos, desarrollados sobre un relieve suavemente inclinado, con pendientes, presentando las siguientes morfologías de horizontes, un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial Bt. El horizonte Ap, el horizonte subsuperficial Bt, y el horizonte superficial Ap. Las características del suelo son:

- Profundidad: Suelos profundos y muy profundos
- Relieve: Suavemente inclinado, con pendientes del 2 - 6%

A Morfología de horizontes: Ap - Bt: Horizonte superficial (Ap) y horizonte subsuperficial diagnóstico argílico (Bt)
- G Horizonte Ap: Asociado a uso agropecuario.
- G Horizonte Bt: Acumulación de arcilla iluviada desde el horizonte superficial.

Tabla 97. Propiedades del horizonte superficial (Ap)

Propiedad	Descripción
Color predominante	Pardo grisáceo y pardo amarillento. Los tonos claros indican bajo contenido de materia orgánica (MO).
Textura	Principalmente franco arcillosa y arcillosa.
pH	Rango: 7.31 a 8.37: = Parte de los suelos está en el rango óptimo (6.5 - 7.5). = Suelos con pH básico (> 8.0): Requieren enmiendas acidificantes.
Conductividad Eléctrica (CE)	0.221 a 0.849 mmhos/cm. Suelos libres de sales o con salinidad muy baja, sin restricciones para cultivos.
Materia orgánica (MO)	2.69%. Nivel medio.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Los nutrientes y capacidad del suelo se detallan en la **Tabla 98**.

Tabla 98. Nutrientes y capacidad del suelo

Nutriente/Propiedad	Rango	Nivel predominante
Calcio (Ca)	5.0 a 5.95 meq/100g	Rango medio
Magnesio (Mg)	2.9 a 4.25 meq/100g	Medio a óptimo
Potasio (K)	0.08 a 0.11 meq/100g	Bajo
Fósforo (P)	5.22 a 21.92 ppm	Bajo a óptimo
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	20.45 a 21.15 meq/100g	Normal

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La clasificación taxonómica de los suelos son las siguientes.

Typic Plinthustalfs:

- < Orden: Alfisoles (suelos maduros con horizonte diagnóstico argílico)
- < Suborden: Ustalfs (régimen de humedad ústico: suelos secos por más de 90 días consecutivos al año)
- < Gran Grupo: Plinthustalfs (caracterizados por la presencia de plintita)
- < Subgrupo: Typic Plinthustalfs (representativos del gran grupo).

Los resultados de los análisis por horizonte se describen en la **Tabla 99**.

Tabla 99. Características principales del horizonte

Horizonte	Características principales
Ap	Horizonte superficial bajo uso agropecuario. Color pardo grisáceo a amarillento, textura franco arcillosa a arcillosa. Nivel medio de materia orgánica (2.57 a 2.69%), pH entre 7.31 y 8.37.
Bt	Horizonte subsuperficial argílico, acumulación de arcilla iluviada. Indicador de procesos patogenéticos avanzados y madurez del suelo.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En este tipo de sustrato las recomendaciones van dirigidas al pH, la fertilidad de los suelos, conductividad eléctrica y estructura del suelo.

Manejo del pH

- Aplicar enmiendas acidificantes en suelos con pH básico (> 7.5) para ajustarlo al rango óptimo
- Fertilidad del suelo:
  - Potasio (K): Implementar fertilización para elevar los niveles bajos de potasio
  - Fósforo (P): Ajustar fertilización según el contenido disponible
  - Materia orgánica (MO): Incorporar materia orgánica como compost o abonos verdes para mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes.

Conductividad eléctrica (CE)

- Aunque los suelos están libres de sales o tienen salinidad muy baja, es importante monitorear regularmente para mantener la calidad del suelo.

Estructura del suelo

- Dado que la textura predominante es franco arcillosa o arcillosa, se recomienda un manejo adecuado del agua para evitar problemas de compactación o drenaje deficiente.



Suelo Typic Plinthustalfs

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.9.2.3 Características generales de los suelos de colinas

Caracterizada por presentar suelos muy profundos, desarrollados sobre un relieve modernamente escarpado o moderadamente empinado y relieve ligeramente escarpado o ligeramente empinado, con pendientes de 50 - 75% y pendientes de 25 - 50%, respectivamente. Los suelos presentan las siguientes morfologías de horizontes, un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial Bt; un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial diagnóstico Bw; suelos con horizonte superficial Ap sobre de un horizonte subsuperficial AC. Las características de los suelos son:

- Profundidad
  - Suelos muy profundos
- Relieve:
  - Moderadamente escarpado o empinado: Pendientes del 50 - 75%.
  - Ligeramente escarpado o empinado: Pendientes del 25 - 50%.
- Morfología de horizontes:
  - Ap - Bt: Horizonte superficial (Ap) y subsuperficial argílico (Bt).
  - Ap - Bw: Horizonte superficial (Ap) y subsuperficial cámbico (Bw).
  - Ap - AC: Horizonte superficial (Ap) sobre un horizonte AC poco desarrollado.

Tabla 100. Propiedades generales del horizonte superficial (Ap)

Propiedad	Descripción
Color predominante	Pardo, pardo claro, pardo amarillento y pardo oscuro. La intensidad del color está asociada al contenido de materia orgánica (MO).
Textura	Franco arenosa, franco arcillo arenosa y, en menor proporción, franco arcilloso.
pH	Rango: 4.56 a 8.5: = Parte de los suelos está en el rango óptimo (6.5 - 7.5) = Suelos con pH muy ácido (< 5.5): Requieren enmiendas alcalinizantes (cal agrícola). = Suelos con pH básico (> 7.5): Requieren enmiendas acidificantes.
Conductividad eléctrica (CE)	0.030 a 0.186 mmhos/cm. Suelos libres de sales, sin restricciones para cultivos.
Materia orgánica (MO)	5.07%. Dominan contenidos muy bajos (< 2%).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Los nutrientes y capacidad del suelo se describen en la **Tabla 101**.

Tabla 101. Nutrientes del suelo de colinas en los Valles Mesotérmicos

Nutriente/Propiedad	Rango	Nivel predominante
Calcio (Ca)	1.25 a 14.5 meq/100g	Bajo a óptimo,
Magnesio (Mg)	0.50 a 3.62 meq/100g	Bajo a óptimo,
Potasio (K)	0.01 a 0.11 meq/100g	Bajo
Fósforo (P)	0.13 a 6.56 ppm	Bajo
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	1.34 a 30.82 meq/100g	Muy bajo a normal

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En la clasificación taxonómica de los suelos los principales subgrupos son los siguientes.

Tabla 102. Clasificación de suelos y subgrupos en la región

Propiedad	Descripción
Typic Haplustalfs	Suelos maduros, desarrollados pedogenéticamente, con horizonte Bt (argílico).
Typic Ustochrepts	Suelos jóvenes (Inceptisoles), con horizonte Bw (cámbico) y epipedón ócrico (color claro, bajo MO).
Typic Ustipsamments	Suelos recientes (Entisoles), arenosos, con baja retención de humedad y sin horizonte diagnóstico.
Arenic Paleustalfs	Suelos muy viejos, bien desarrollados, con altos contenidos de arena y horizonte Bt.
Psammentic Rhodustults	Suelos maduros, altamente meteorizados, con horizonte Bt y altos contenidos de arena. Color rojizo por hierro oxidado.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 103. El análisis detallado por horizonte

Horizonte	Características principales
Ap	Horizonte superficial bajo uso agropecuario. Textura predominante franco arenosa a franco arcillo arenosa. Color pardo claro a oscuro. Materia orgánica entre 0.15 - 5.07%.
Bt	Horizonte subsuperficial argílico. Acumulación de arcilla iluviada. Indica madurez del suelo.
Bw	Horizonte subsuperficial cámbico. Cambios en color y estructura con respecto al horizonte Ap. Indica desarrollo moderado.
AC	Horizonte transicional con poco desarrollo pedogenético. No presenta horizonte diagnóstico subsuperficial.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En este tipo de sustrato las recomendaciones van dirigidas al pH, mejorar la fertilidad de los suelos, incorporar materia orgánica:

Manejo del pH

- Suelos ácidos (< 5.5): Aplicar cal agrícola para elevar el pH al rango óptimo (6.5 - 7.5).
- Suelos básicos (> 7.5): Aplicar enmiendas acidificantes (por ejemplo, azufre elemental).

Mejoras en fertilidad

- Potasio (K): Implementar fertilización potásica para corregir niveles bajos.
- Fósforo (P): Incrementar la aplicación de fertilizantes fosfatados.
- Materia orgánica (MO): Incorporar abonos verdes, compost o estiércol para mejorar la calidad del horizonte superficial.

Textura y manejo del agua

- Los suelos arenosos presentan baja retención de humedad. Implementar sistemas de riego eficiente y cobertura vegetal para reducir la evaporación y mejorar la capacidad de retención.

Control de la erosión

- En zonas con pendientes pronunciadas (50 - 75%), implementar prácticas de manejo como terrazas, barreras vivas o cultivos en franjas para minimizar la pérdida de suelo.

Monitoreo constante

< Realizar análisis periódicos para ajustar el manejo del suelo según los cambios en sus propiedades fisicoquímicas.



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.9.2.4 Características generales de los suelos de serranías

Caracterizada por presentar suelos muy profundos, desarrollados sobre un relieve modernamente escarpado o moderadamente empinado y relieve fuertemente escarpado o fuertemente empinado, con pendientes de 50 - 75% y pendientes > 75%, respectivamente. Los suelos presentan las siguientes morfologías de horizontes, un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial AC; un horizonte superficial Ap y un horizonte subsuperficial diagnóstico Bt; suelos con horizonte superficial Ap sobre de un horizonte diagnóstico subsuperficial Bw. Las características generales de los suelos consisten en:

< Profundidad

A Suelos muy profundos.

< Relieve:

A Moderadamente escarpado o empinado: Pendientes del 50 - 75%.
A Ligeramente escarpado o empinado: Pendientes del 25 - 50%.

< Morfología de horizontes

A Ap - Bt: Horizonte superficial (Ap) y subsuperficial argílico (Bt).
A Ap - Bw: Horizonte superficial (Ap) y subsuperficial cámbico (Bw).
A Ap - AC: Horizonte superficial (Ap) sobre un horizonte AC poco desarrollado.

Tabla 104. Propiedades generales del horizonte superficial (Ap)

Propiedad	Descripción
Color predominante	Pardo, pardo claro, pardo amarillento y pardo oscuro. La intensidad del color está asociada al contenido de materia orgánica (MO).
Textura	Franco arenosa, franco arcillo arenosa y, en menor proporción, franco arcilloso.

Propiedad	Descripción
pH	Rango: 4.56 a 8.5: = Parte de los suelos está en el rango óptimo (6.5 - 7.5) = Suelos con pH muy ácido (< 5.5): Requieren enmiendas alcalinizantes (cal agrícola). = Suelos con pH básico (> 7.5): Requieren enmiendas acidificantes.
Conductividad eléctrica (CE)	0.030 a 0.186 mmhos/cm. Suelos libres de sales, sin restricciones para cultivos.
Materia orgánica (MO)	5.07%. Dominan contenidos muy bajos (< 2%).

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Los nutrientes y capacidad del suelo se describen a detalle en la **Tabla 105**.

Tabla 105. Nutrientes y capacidad del suelo

Nutriente/Propiedad	Rango	Nivel predominante
Calcio (Ca)	1.25 a 14.5 meq/100g	Bajo a óptimo
Magnesio (Mg)	0.50 a 3.62 meq/100g	Bajo a óptimo
Potasio (K)	0.01 a 0.11 meq/100g	Bajo
Fósforo (P)	0.13 a 6.56 ppm	Bajo
Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)	1.34 a 30.82 meq/100g	Muy bajo a normal

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La clasificación taxonómica de los suelos de los principales subgrupos se listan en la **Tabla 106**.

Tabla 106. Clasificación taxonómica de los suelos de los principales subgrupos

Clasificación	Descripción
Typic Haplustalfs	Suelos maduros, desarrollados pedogenéticamente, con horizonte Bt (argílico).
Typic Ustochrepts	Suelos jóvenes (Inceptisoles), con horizonte Bw (cámbico) y epipedón ócrico (color claro, bajo MO).
Typic Ustipsamments	Suelos recientes (Entisoles), arenosos, con baja retención de humedad y sin horizonte diagnóstico.
Arenic Paleustalfs	Suelos muy viejos, bien desarrollados, con altos contenidos de arena y horizonte Bt.
Psammentic Rhodustults	Suelos maduros, altamente meteorizados, con horizonte Bt y altos contenidos de arena. Color rojizo por hierro oxidado.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En la **Tabla 107**, se describe el análisis detallado por horizonte.

Tabla 107. Análisis detallado por horizonte

Horizonte	Características principales
Ap	Horizonte superficial bajo uso agropecuario. Textura predominante franco arenosa a franco arcillo arenosa. Color pardo claro a oscuro. Materia orgánica entre 0.15 - 5.07%.
Bt	Horizonte subsuperficial argílico. Acumulación de arcilla iluviada. Indica madurez del suelo.
Bw	Horizonte subsuperficial cámbico. Cambios en color y estructura con respecto al horizonte Ap. Indica desarrollo moderado.
AC	Horizonte transicional con poco desarrollo pedogenético. No presenta horizonte diagnóstico subsuperficial.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En este tipo de sustrato las recomendaciones van dirigidas al manejo del pH, mejorar la fertilidad de los suelos, textura y manejo de agua, control de la erosión y monitoreo constante:

Manejo del pH

- < Suelos ácidos (< 5.5): Aplicar cal agrícola para elevar el pH al rango óptimo (6.5 - 7.5).
- < Suelos básicos (> 7.5): Aplicar enmiendas acidificantes (por ejemplo, azufre elemental).

Mejoras en fertilidad

- < Potasio (K): Implementar fertilización potásica para corregir niveles bajos.
- < Fósforo (P): Incrementar la aplicación de fertilizantes fosfatados.
- < Materia orgánica (MO): Incorporar abonos verdes, compost o estiércol para mejorar la calidad del horizonte superficial.

Textura y manejo del agua

- < Los suelos arenosos presentan baja retención de humedad. Implementar sistemas de riego eficiente y cobertura vegetal para reducir la evaporación y mejorar la capacidad de retención.

Control de la erosión

- < En zonas con pendientes pronunciadas (50 - 75%), implementar prácticas de manejo como terrazas, barreras vivas o cultivos en franjas para minimizar la pérdida de suelo.

Monitoreo constante

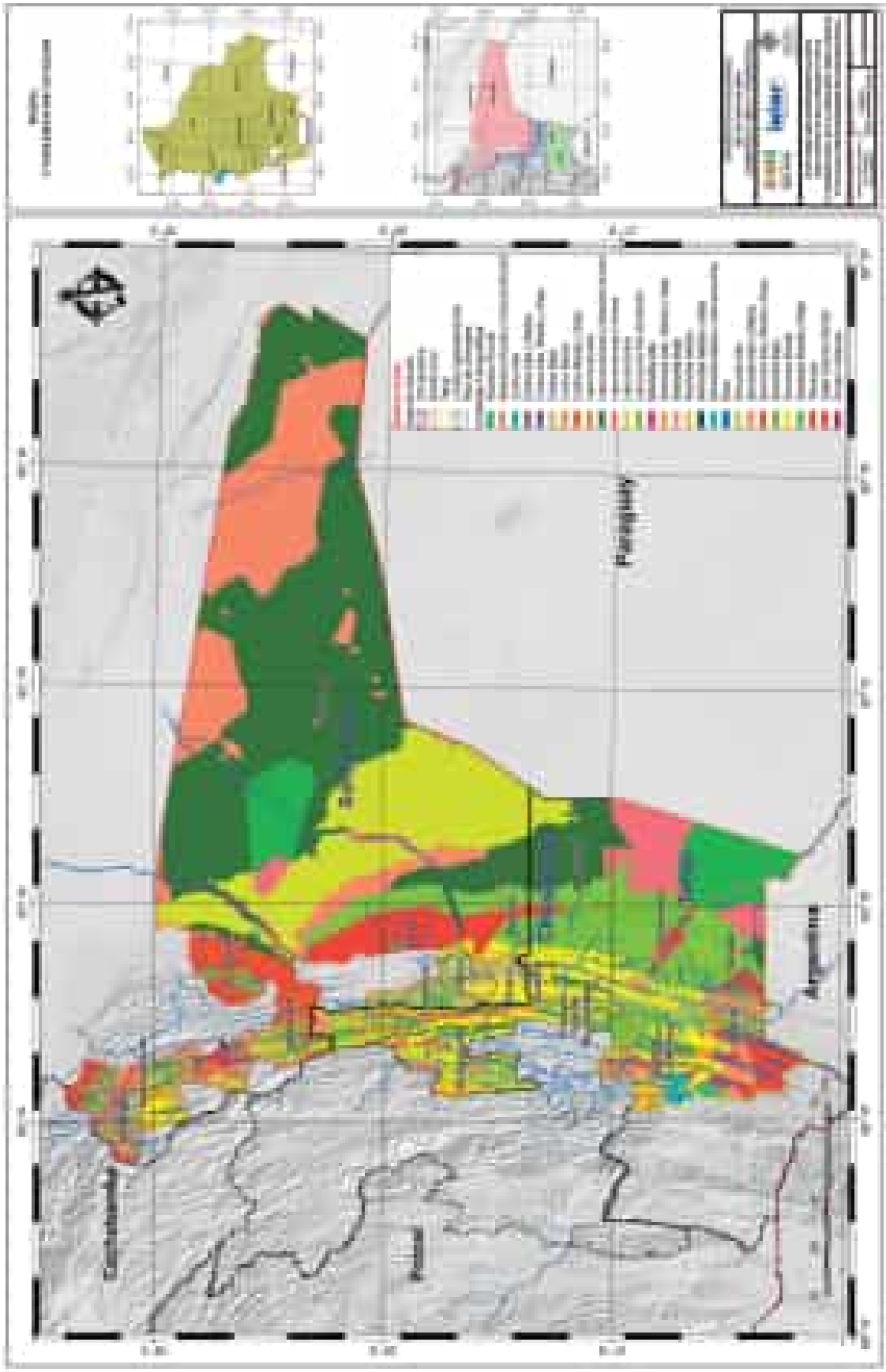
- < Realizar análisis periódicos para ajustar el manejo del suelo según los cambios en sus propiedades fisicoquímicas.



Suelo Typic Usthorthents Suelo Typic Plinthustalfs

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

4.9.3 Mapas edafológicos de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos



Mapa 31. Unidades de suelos

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Mapa 32. Taxonomía de las unidades de suelos

4.10 Cobertura y uso actual de la tierra

El **Mapa 33** de cobertura y uso actual del suelo de la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, es un instrumento técnico que describe en términos de cobertura de la tierra todos los recursos existentes en la región, identificando el uso actual por cada categoría de cobertura. El mapa del COBUSO, permite conocer la distribución geográfica de los recursos naturales, poder cuantificarlos e interpretar su potencial, y de esta manera, planificar el desarrollo económico local.

La generación del COBUSO es de fundamental importancia para realizar una adecuada planificación del territorio para conocer el estado actual de la cobertura vegetal natural y poder monitorear los impactos ambientales sobre los ecosistemas y orientar la preservación de los recursos naturales en beneficio de las comunidades locales.

Se trata de una herramienta que facilita la toma de decisiones adecuadas en cuanto al uso y el aprovechamiento de los recursos naturales y ocupación del territorio, en cuanto a sus potencialidades y limitaciones, orientando el desarrollo bajo un enfoque de sostenibilidad, posibilitando el crecimiento económico equilibrado conservando la biodiversidad y medio ambiente, de ahí que la leyenda del mapa, usando como referencia el COBUSO de Bolivia del 2010 (MDRyT, 2010), corresponde a conceptos específicos que permiten conocer tanto la cobertura actual y el uso del suelo en la región. Se obtuvieron las clases de cobertura y uso de la tierra para los departamentos de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz, para el año 2024, mediante el empleo de herramientas de teledetección y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Las leyendas de clases de cobertura terrestre son en base a las clases de cobertura del mapa de cobertura y uso actual de la tierra de Bolivia del año 2010, elaborado por el Viceministerio de Tierras, estas son:

Tabla 108. Análisis de suelos representativos de esta región

Cobertura	Superficie km²	Porcentaje
Agricultura comercial	13715.86	10.64%
Agricultura de plantaciones plurianuales		
Agricultura múltiple		
Bosque denso amazónico en llanura Inundada estacionalmente	99316.77	77.08%
Bosque denso andino montano húmedo		
Bosque denso andino montano subhúmedo		
Bosque denso chaqueño de llanura semiárida		
Bosque denso chaqueño premontano árido		
Bosque denso chiquitano inundado estacionalmente con palmeras		
Bosque denso chiquitano sobre ondulaciones y/o planicies ligeramente disectadas subhúmedo		
Bosque o Monte ralo andino montano semiárido		
Bosque o monte ralo andino montano subhúmedo		
Bosque ralo andino montano bajo subhúmedo		
Bosque ralo chaqueño basimontano semiárido		
Bosque ralo chaqueño ribereño semiárido		
Carreteras asfaltadas y sin asfalto		

Cobertura	Superficie km²	Porcentaje
Cuerpos y cursos de agua: Lagos, lagunas, embalses, estanques de decantación o sedimentos, ríos y arroyos	2109.55	1.64%
Depósitos de arena playas y dunas		
Derrumbes o deslizamientos erosivos		
Carcavas		
Estructura urbana y rural, ciudades y pueblos		
Herbazal graminoide vivaz en llanura semiárida	13712.68	10.64%
Herbazal graminoide vivaz llanura inundada por períodos cortos		
Herbazal graminoide vivaz llanura inundada semiárida		
Herbazal graminoide vivaz llanura inundada por períodos cortos		
Herbazal graminoide vivaz puna altoandina árida		
Matorral chiquitano sobre ondulaciones y o llanuras ligeramente disectadas semiáridos		
Matorral pajonal andino montano semiárido y la vegetación dispersa vivaz en pedregales puna alto andina semiárida		

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La **Tabla 109** muestra el resumen de la cobertura, uso, código, superficie y porcentajes de todos los tipos de usos que componen los tres departamentos (Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz).

Tabla 109. Resumen de la cobertura y uso de la tierra

N°	Cobertura	Uso	Código	Área km²	Porcentaje
1	Agricultura Comercial.	Productivo: Agroindustrial y exportación.	7,0	10759.89	8.35
2	Agricultura de plantaciones plurianuales.	Productivo: Mixto (de consumo e industrial).	7,0	1491.66	1.16
3	Agricultura múltiple.	Productivo: Alimenticios de consumo, subsistencia y mercado local.	7,0	1464.30	1.14
4	Bosque denso amazónico en llanura inundada estacionalmente.	Extractivo forestal: Extracción de productos forestales maderable y no maderable; en pequeña escala; caza y pesca de subsistencia; vida silvestre.	1,1k(b)	11.12	0.01
5	Bosque denso andino montano húmedo.	Productivo agropecuario: Cultivos alimenticios, pastoreo directo en pequeña escala.	1,2q(f)	247.49	0.19
6	Bosque denso andino montano subhúmedo.	Productivo agropecuario, extractivo forestal y petrolero: Cultivos alimenticios, pastoreo directo por sectores, productos maderables y no maderables, extracción de combustibles fósiles.	1,2q(g)	8642.35	6.71
7	Bosque denso chaqueño de llanura semiárida.	Productivo ganadero y extractivo forestal minero: Pastoreo directo por sectores, leña, carbón y combustibles fósiles.	1,4k(i)	35718.08	27.72

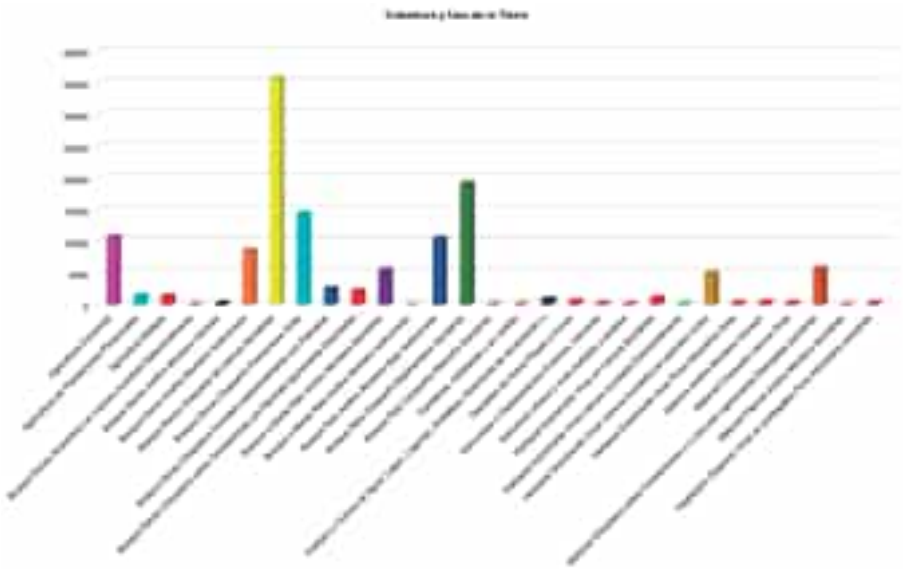
N°	Cobertura	Uso	Código	Área km²	Porcentaje
8	Bosque denso chaqueño premontano árido.	Productivo agropecuario: Cultivos alimenticios, pastoreo directo por sectores.	1,4o(j)	14458.42	11.22
9	Bosque denso chiquitano inundado estacionalmente con palmeras.	Protectivo ecosistemas: Vida silvestre.	1,5b(y)	2633.86	2.04
10	Bosque denso chiquitano sobre ondulaciones y/o planicies ligeramente disectadas subhúmedo.	Productivo agropecuario, extractivo forestal: Productos maderables y no maderables; cultivos alimenticios, pastoreo por sectores.	1,5l(g)	2298.22	1.78
11	Bosque o monte ralo andino montano semiárido	Productivo agropecuario, extractivo forestal: Pastoreo, ramoneo, cultivos alimenticios en algunos sectores, extracción de leña en parte.	2,2q(i)	5566.42	4.32
12	Bosque o monte ralo andino montano subhúmedo.	Productivo agropecuario: Cultivos alimenticios, extracción de leña y pastoreo extensivo.	2,2q(g)	1.14	0.00
13	Bosque ralo andino montano bajo subhúmedo.	Productivo agropecuario y extractivo minero: Cultivos alimenticios por sectores; pastoreo directo; combustibles fósiles.	2,2p(g)	10520.75	8.17
14	Bosque ralo chaqueño basimontano semiárido.	Productivo agropecuario: En sectores, cultivos alimenticios, pastoreo y ramoneo.	2,4ñ(i)	19165.36	14.87
15	Bosque ralo chaqueño ribereño semiárido.	Extractivo forestal: Extracción de leña, pastoreo de ramoneo directo.	2,4a(i)	53.55	0.04
16	Carreteras, asfaltadas y sin asfalto.	Vías de acceso por automóvil	7,0	58.72	0.05
17	Cuerpos y cursos de agua: lagos, lagunas, embalses, estanques de decantación o sedimentación, ríos y arroyos.	Productivo aguas superficiales mixto: Generación de energía eléctrica Agua para riego, Pesca, Captación de Agua potable, Transporte Fluvial.	9,0	987.18	0.77
18	Depósitos de arena playas y dunas.	Recreativo: Escénico, turístico.	8,1	633.73	0.49
19	Derrumbes o deslizamientos erosivos, cárcavas.	Recreativo: Escénico, turístico.	8,3	272.58	0.21
20	Estructura urbana y rural ciudades y pueblos.	Mixtos o combinados: Residencial, servicios, industria, otros.	7,0	157.33	0.12
21	Herbazal graminoide vivaz en llanura semiárida.	Productivo ganadero: Pastoreo directo.	4,6k(i)	1128.78	0.88
22	Herbazal graminoide vivaz llanura inundada estacionalmente.	Productivo ganadero: Pastoreo directo, forrajeo de aves.	4,6k(b)	124.72	0.10
23	Herbazal graminoide vivaz llanura inundada por períodos cortos.	Productivo ganadero: Pastoreo directo, forrajeo de aves.	4,6k(c)	5010.40	3.89
24	Herbazal graminoide vivaz puna altoandina árida.	Extractivo minero: Productivo agropecuario, protectivo, vida silvestre.	4,6w(j)	397.68	0.31

N°	Cobertura	Uso	Código	Área km²	Porcentaje
25	Matorral andino montano húmedo.	Productivo agrícola: Cultivos alimenticios y forestales, pastoreo.	3,2q(f)	558.24	0.43
26	Matorral chaqueño llanura árida.	Productivo ganadero: Pastoreo directo, ramoneo, extracción de leña.	3,4k(j)	385.82	0.30
27	Matorral chiquitano sobre ondulaciones y o llanuras ligeramente disectadas semiárido.	Productivo ganadero: Pastoreo directo, ramoneo, extracción de leña.	3,5l(i)	5764.68	4.47
28	Matorral pajonal andino montano semiárido.	Productivo agropecuario: Pastoreo, en sectores cultivos alimenticios.	3,2q(i)	1.20	0.00
29	Vegetación dispersa vivaz en pedregales puna altoandina semiárida.	Extractivo minero en parte: Explotación de yacimientos mineros; por sectores escaso pastoreo directo.	6,6w(i)	341.17	0.27
Total				**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En toda la zona de estudio lo que más destaca es el tipo de cobertura del tipo bosques, como el bosque denso chaqueño de llanura semiárida, con una extensión de territorio de 35718.08 km², seguida por el bosque ralo chaqueño basimontano semiárido con una superficie de 19165.36 km², luego el bosque denso chaqueño premontano árido con un área de 14458.42 km², en cuarto lugar, se encuentra la unidad agricultura comercial con una extensión aproximada de 10759.89 km².

Gráfico 63. Cobertura y uso de la tierra



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Mapa 33. Cobertura y uso actual de la tierra

Capítulo

5

5 Zonificación del territorio

La zonificación agroecológica (ZAE) es una herramienta esencial para la planificación territorial, ya que evalúa la aptitud de las tierras para diferentes cultivos potenciales, promoviendo su sostenibilidad a corto, mediano y largo plazo. Según el IICA (1980), la ZAE es un proceso dinámico y flexible que facilita decisiones informadas sobre el mejor uso del suelo, minimizando riesgos para agricultores y entidades de apoyo.

La FAO (1997) la define como un método para separar áreas con potencialidades y limitaciones similares, basándose en combinaciones de suelo, fisiografía y clima, MAGAP (2014) agrega que delimita áreas biofísicas y económicamente homogéneas para optimizar el uso del suelo y fomentar prácticas agrícolas sostenibles. Una ZAE bien implementada, que integre recursos físicos, económicos y sociales, resulta fundamental para la planificación y el desarrollo de programas específicos en Regiones como el Chaco y los Valles Mesotérmicos de Bolivia.

5.1 Criterios, variables y datos utilizados en la zonificación

Las variables consideradas en el estudio, están agrupadas en tres (3) categorías;

1. Climáticas: Precipitación y temperatura
2. Relieve: Pendiente y altitud y finalmente
3. Edafológicas: Textura del suelo, pH, capacidad de intercambio catiónico, nitrógeno total, fósforo, potasio, materia orgánica, calcio, magnesio y conductividad eléctrica.

En total son 14 las variables que serán utilizadas para la zonificación del territorio, analizadas a nivel detallado bajo el siguiente orden que se muestra en la **Tabla 110**.

Tabla 110. Variables consideradas para la zonificación del territorio

N°	Categorías	N°	Variables
1	Climática	1	Precipitación
		2	Temperatura

N°	Categorías	N°	Variables
2	Relieve	1	Pendiente
		2	Altitud
3	Edafológica	1	Textura del suelo
		2	pH
		3	Capacidad de intercambio catiónico
		4	Nitrógeno total
		5	Fósforo
		6	Potasio
		7	Materia orgánica
		8	Calcio
		9	Magnesio
		10	Conductividad eléctrica

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 111. Matriz de variables con clases de aptitud para la zonificación

N°	Variables climáticas	Unidades	6 (No Apto)	5 (Muy Poco Apto)	4 (Poco Apto)	3 (Moderadamente Apto)	2 (Apto)	1 (Muy Apto)
1	Temperatura promedio anual	ºC	> 28	28 - 26	26 - 24	24 - 22	22 - 20	20 - 18
2	Precipitación	mm.	1800 -1600	1600 - 1400	1400 - 1200	1200 - 1000	1000 - 800	800 - 600
II	Variables de relieve	Unidades	6 (No Apto)	5 (Muy Poco Apto)	4 (Poco Apto)	3 (Moderadamente Apto)	2 (Apto)	1 (Muy Apto)
3	Pendiente %	%	> 40 %	40 - 10 %	10 - 5 %	5 - 3 %	3 - 1 %	1 - 0 %
4	Altitud m.	m.	3000 - 2600	2600 - 2200	2200 - 1800	1800 - 1400	1400 - 1000	1000 - 600
III	Variables edafológicas	Unidades	6 (No Apto)	5 (Muy Poco Apto)	4 (Poco Apto)	3 (Moderadamente Apto)	2 (Apto)	1 (Muy Apto)
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla)	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez/alcalinidad	pH del suelo	0 - 4.0 - 10.1 - 14.0	4.1 - 5.0 - 9.0 - 10.0	5.1 - 5.5 - 8.5 - 8.9	5.6 - 6.0 - 8.0 - 8.4	6.1 - 6.4 - 7.6 - 7.9	6.5 - 7.5
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	meq/100 g	0 - 5	5.1 - 10	10.1 - 20	20.1 - 35	35.1 - 45	> 45
8	Nitrógeno total (NT)	%	< 0.01	0.02 - 0.05	0.06 - 0.15	0.16 - 0.20	0.21 - 0.30	> 0.31
9	Fósforo (P)	ppm	< 2	2.1 - 5	5.1 - 12	12.1 - 20	20.1 - 40	> 40.1
10	Potasio (K)	meq/100 g	< 0.10	0.11 - 0.14	0.15 - 0.20	0.21 - 0.50	0.51 - 0.80	> 0.81
11	Materia orgánica (MO)	%	< 0.60	0.61 - 1.20	1.21 - 1.80	1.81 - 2.40	2.41 - 4.20	> 4.21
12	Calcio (Ca)	meq/100 g	< 0.2	0.3 - 0.5	0.6 - 1.4	1.5 - 2.9	3.0 - 4.9	> 5.0
13	Magnesio (Mg)	meq/100 g	< 0.1	0.2 - 0.3	0.4 - 0.6	0.7 - 0.9	1.0 - 4.1	> 4.2
14	Conductividad Eléctrica (CE)	mmhos/ cm	> 4.6	3.1 - 4.5	1.6 - 3.0	0.21 - 0.50	1.1 - 1.5	< 1.0

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

5.1.1 Información de análisis de suelos

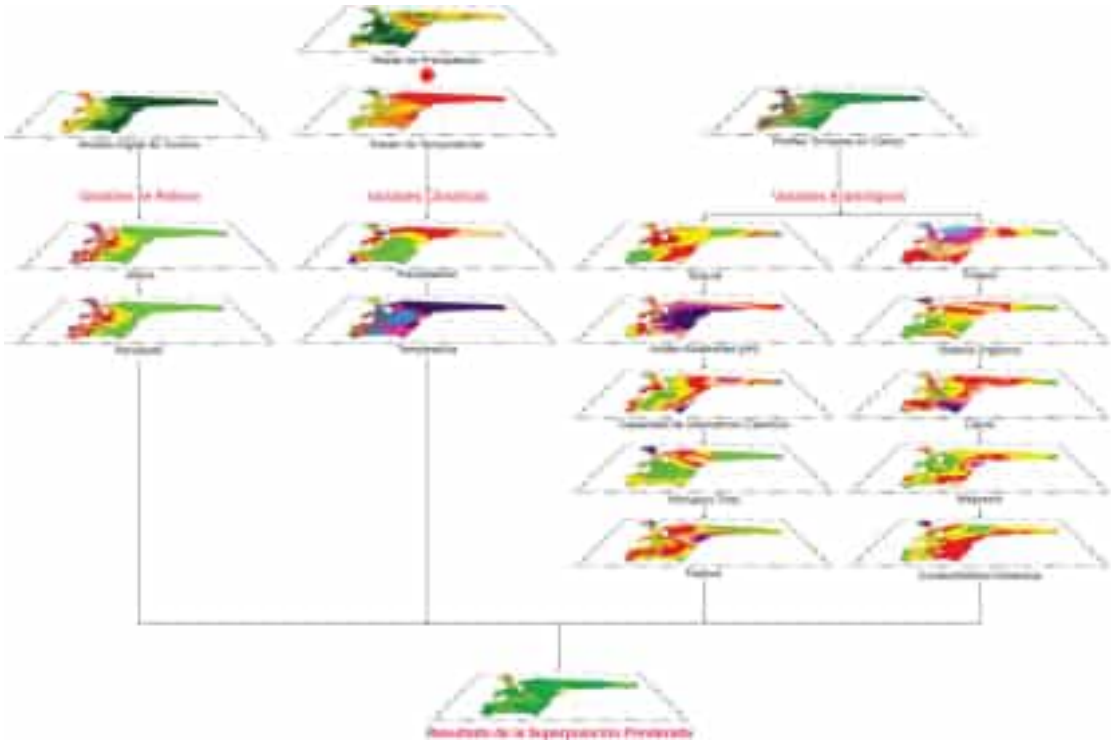
En la **Tabla 112**, se detalla los análisis de las doscientos veinticinco (225) muestras, tomadas en sitios representativos de los dieciocho (18) municipios, la ubicación de los perfiles se puede observar en el **Mapa 34**, para la zonificación se usó catorce (14) variables que son los siguientes: pH, C.E. (Conductibilidad Eléctrica), Ca (Calcio), Mg (Magnesio), CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico), K (Potasio), P (Fósforo), MO % (Porcentaje de Materia Orgánica), NT %, (Porcentaje de Nitrógeno Total) A % (Porcentaje de Arena), L % (Porcentaje de Limo), Y % (Porcentaje de Arcilla), Textura, y DA (Densidad Aparente).

Estas componentes, permiten obtener información sobre la textura, estructura, composición, estabilidad, y la presencia de agua u otros materiales a diferentes profundidades. que posteriormente servirá para dar directrices a la agricultura y comprender las condiciones de los suelos para implementar diferentes cultivos.

5.1.2 Solapamiento ponderado

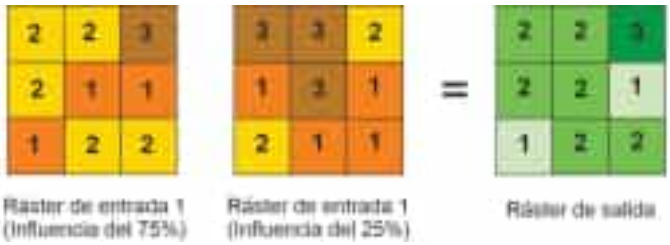
Luego de ser transformados todas las variables a rásters con el tamaño de píxel adecuado, se procedió a la zonificación agroecológica tomando las variables de relieve (altura y pendiente), las variables climáticas (precipitación y temperatura) y por último las variables edafológicas (textura, pH, capacidad de intercambio catiónico, nitrógeno total, fósforo, potasio, materia orgánica, calcio, magnesio y la conductibilidad eléctrica), en la **Figura 11** se muestra el orden de cada variable (ráster).

Figura 11. Variables tomadas para la zonificación agroecológica



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La siguiente ilustración muestra cómo funciona el algoritmo de la superposición ponderada con dos rásters de entrada con el mismo tamaño de píxel y el mismo rango de clasificación.



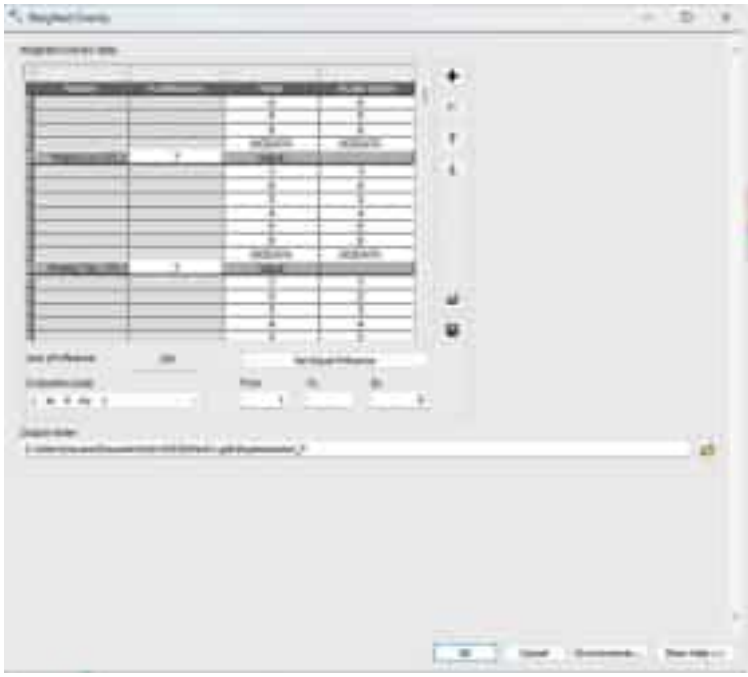
Fuente: Documentación de ArcGIS 10.8

En la ilustración de arriba, los dos rásters de entrada se han reclasificado en una escala de medición común de 1 (color amarillo) a 3 (color café). A cada ráster se le asigna un porcentaje de influencia. Los valores de las celdas se multiplican por su porcentaje de influencia y los resultados se suman para crear el ráster de salida.

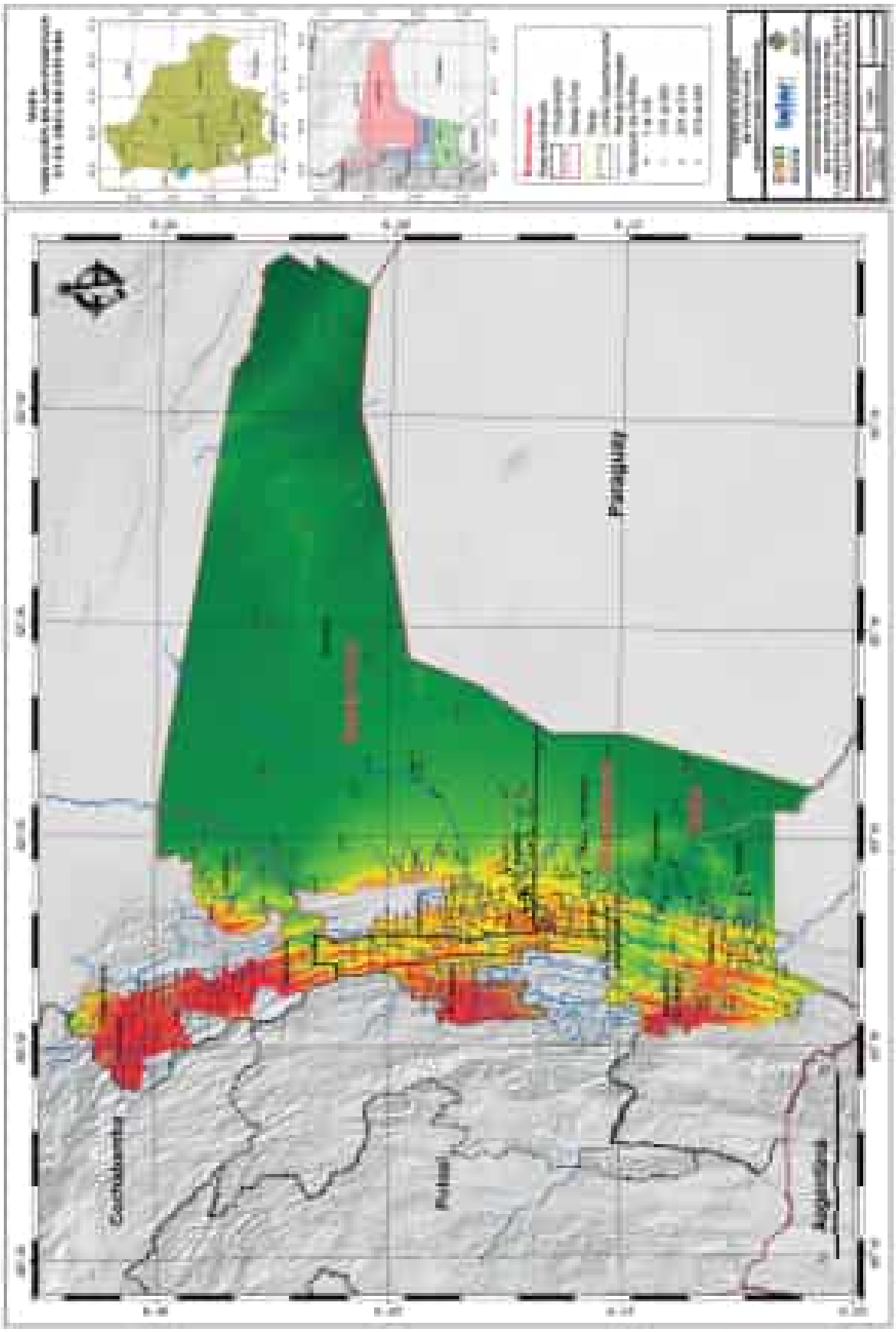
Por ejemplo, consideremos la celda superior izquierda. Los valores de las dos entradas se convierten en (2 * 0.75) = 1.5 y (3 * 0.25) = 0.75. La suma de 1.5 y 0.75 es el resultado de la suma. La suma de 1.5 y 0.75 es 2.25. Como el ráster de salida de la superposición ponderada solo admite valores enteros, el valor final se redondea a 2.

Para crear el ráster de zonificación se usó el comando **Weighted Overlay**. Esta ventana del comando superpone varios ráster utilizando una escala de medida común y pondera cada uno en función de su importancia (se asignó una ponderación común para todas las variables.

Figura 12. Ventana de dialogo Weighted Overlay



Fuente: Documentación de ArcGIS 10.8.



Mapa 34. Ubicación de los perfiles en el área de estudio

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 112. Información de análisis de suelos de perfiles aperturados en campo

Nº	Perfil	Municipio	pH	C.E.	Ca	Mg	CIC	K	P	MO %	NT %	A %	L %	Y %	Textura	DA
1	P - 1	Entre Ríos	6.49	0.05	2.75	0.75	11.93	0.01	8.77	0.00	0.02	76.56	8.56	14.88	FA	1.31
2	P - 2	Entre Ríos	6.10	0.09	10.75	3.00	30.82	0.11	8.00	0.57	0.04	38.56	22.56	38.88	FY	1.34
3	P - 3	Entre Ríos	6.26	0.08	5.00	2.75	23.91	0.14	2.05	0.15	0.01	46.56	20.56	32.88	FYA	1.41
4	P - 4	Entre Ríos	5.97	0.08	11.75	3.75	31.05	0.04	3.11	2.13	0.18	44.56	26.56	28.88	FY	1.48
5	P - 5	Entre Ríos	6.43	0.06	8.25	3.50	27.14	0.04	3.11	0.07	0.01	46.56	26.56	26.88	FYA	1.31
6	P - 6	Entre Ríos	6.38	0.05	5.02	3.19	20.08	0.03	0.61	1.22	0.06	46.04	24.92	29.04	FYA	1.26
7	P - 7	Entre Ríos	6.27	0.09	4.00	2.75	20.45	0.03	3.88	0.01	0.04	60.72	17.28	22.00	FYA	1.38
8	P - 8	Entre Ríos	5.46	0.11	4.65	3.00	19.45	0.04	0.00	2.97	0.16	43.68	27.28	29.04	FY	1.27
9	P - 9	Caraparí	5.91	0.08	3.25	1.75	22.53	0.06	0.71	2.92	0.16	42.56	28.92	28.52	FY	1.31
10	P - 10	Caraparí	6.30	0.04	2.75	1.75	14.70	0.04	0.42	1.29	0.07	60.56	16.92	22.52	FYA	1.32
11	P - 11	Caraparí	6.20	0.03	1.25	0.75	12.16	0.05	3.21	1.05	0.04	60.56	18.92	20.52	FYA	1.40
12	P - 12	Caraparí	6.57	0.03	2.00	0.50	10.32	0.04	2.25	0.38	0.02	74.56	8.92	16.52	FA	1.47
13	P - 13	Caraparí	6.50	0.06	4.00	2.50	19.99	0.05	0.33	2.00	0.09	52.56	21.28	26.16	FYA	1.32
14	P - 14	Caraparí	7.15	0.12	4.00	1.25	15.62	0.05	3.97	1.68	0.08	70.56	11.28	18.16	FA	1.43
15	P - 15	Caraparí	7.71	0.08	7.00	1.00	15.39	0.02	6.56	0.52	0.03	62.56	18.56	18.88	FA	1.34
16	P - 16	Caraparí	6.58	0.04	5.25	2.75	21.84	0.04	0.13	1.51	0.07	58.20	14.92	26.88	FYA	1.31
17	P - 17	Caraparí	6.53	0.06	5.75	2.00	23.22	0.05	0.71	1.36	0.09	50.20	22.92	26.88	FYA	1.27
18	P - 18	Caraparí	6.46	0.04	2.75	1.00	1.34	0.03	0.10	0.82	0.05	65.98	15.14	18.88	FA	1.33
19	P - 19	Caraparí	7.02	0.07	4.75	1.75	3.41	0.04	0.13	1.58	0.09	56.56	18.56	24.88	FYA	1.30
20	P - 20	Caraparí	6.59	0.08	3.75	2.75	4.33	0.11	4.26	1.99	0.11	40.56	30.56	28.88	FY	1.23
21	P - 21	Caraparí	6.94	0.04	1.25	1.00	10.09	0.04	0.13	0.85	0.05	68.56	12.56	18.88	FA	1.45
22	P - 22	Caraparí	7.08	0.08	3.50	1.25	21.15	0.09	2.34	1.44	0.09	38.56	36.56	24.88	F	1.32
23	P - 23	Yacuiba	6.66	0.15	10.50	6.00	33.35	0.07	0.42	3.61	0.17	51.28	25.28	23.44	FYA	1.48
24	P - 24	Yacuiba	7.15	0.06	3.50	1.50	13.54	0.02	0.10	0.27	0.02	73.28	7.28	19.44	FA	1.42
25	P - 25	Yacuiba	7.36	0.12	17.00	3.50	29.44	0.07	0.10	1.64	0.07	61.28	14.92	23.80	FYA	1.47
26	P - 26	Yacuiba	6.80	0.03	2.50	1.50	12.85	0.04	3.49	1.35	0.07	73.28	8.92	17.80	FA	1.17
27	P - 27	Yacuiba	6.46	0.03	4.00	2.75	11.47	0.03	1.19	0.89	0.03	57.64	22.92	19.44	FA	1.41
28	P - 28	Yacuiba	6.05	0.02	2.25	1.00	18.38	0.01	2.92	0.86	0.03	63.64	14.92	21.44	FYA	1.29

Continua de la **Tabla 112**.

Nº	Perfil	Municipio	pH	C.E.	Ca	Mg	CIC	K	P	MO %	NT %	A %	L %	Y %	Textura	DA
29	P - 29	Yacuiba	5.92	0.02	3.25	1.25	16.31	0.02	0.04	0.98	0.05	63.64	16.92	19.44	FA	1.56
30	P - 30	Yacuiba	6.09	0.02	3.50	1.25	16.77	0.03	0.15	1.05	0.06	61.64	18.92	19.44	FA	1.54
31	P - 31	Yacuiba	6.49	0.05	4.75	1.50	21.84	0.07	0.10	0.84	0.06	51.64	27.21	21.15	FYA	1.50
32	P - 32	Yacuiba	7.24	0.08	5.50	4.50	11.01	0.02	2.63	0.30	0.02	73.64	8.92	17.44	FA	1.52
33	P - 33	Yacuiba	6.96	0.07	6.00	1.75	15.39	0.03	2.63	1.48	0.10	65.64	14.92	19.44	FA	1.47
34	P - 34	Yacuiba	6.95	0.10	6.50	2.25	16.77	0.09	3.49	2.07	0.35	61.64	17.21	21.15	FYA	2.18
35	P - 35	Villamontes	7.05	0.15	3.00	2.50	17.46	0.06	3.78	0.65	0.04	54.72	25.28	20.00	FYA	1.13
36	P - 36	Villamontes	7.38	0.21	5.00	1.50	15.62	0.10	7.04	0.88	0.06	58.72	21.28	20.00	FYA	1.37
37	P - 37	Villamontes	7.13	0.08	4.50	1.75	15.39	0.02	2.82	0.35	0.04	70.36	11.28	18.36	FA	1.22
38	P - 38	Villamontes	6.63	0.12	3.25	1.25	17.23	0.13	15.59	0.90	0.08	60.36	19.28	20.36	FYA	1.46
39	P - 39	Villamontes	6.58	0.04	3.00	1.25	14.24	0.02	3.01	0.40	0.11	72.00	9.28	18.72	FA	1.41
40	P - 40	Villamontes	6.39	0.22	18.75	2.50	32.66	0.10	9.25	2.53	0.09	32.00	29.28	38.72	FY	1.49
41	P - 41	Villamontes	6.93	0.14	3.50	1.75	16.77	0.13	8.96	0.63	0.04	62.00	17.28	20.72	FYA	1.40
42	P - 42	Villamontes	7.84	0.12	5.25	1.50	16.54	0.08	7.14	0.07	0.06	60.00	22.92	17.08	FA	1.44
43	P - 43	Villamontes	7.53	0.60	16.50	6.00	23.68	0.07	3.49	0.92	0.11	7.64	57.28	35.08	FYA	1.18
44	P - 44	Villamontes	7.73	0.94	11.25	4.00	24.60	0.03	2.44	0.78	0.10	19.64	35.28	45.08	Y	1.46
45	P - 45	Villamontes	7.96	0.18	33.50	3.75	23.91	0.06	4.17	0.63	0.08	45.64	24.92	29.44	FYA	1.40
46	P - 46	Macharetí	7.45	0.09	2.10	1.95	9.63	0.04	3.11	0.10	0.00	62.92	18.94	18.14	FA	1.31
47	P - 47	Macharetí	6.58	0.14	1.90	1.05	8.71	0.04	2.92	0.20	0.01	70.92	10.94	18.14	FA	1.55
48	P - 48	Macharetí	6.55	0.11	2.00	1.25	13.08	0.04	2.05	0.66	0.04	54.92	20.94	24.14	FYA	1.49
49	P - 49	Macharetí	7.55	0.13	2.15	2.33	11.70	0.10	0.00	1.06	0.04	52.92	24.94	22.14	FYA	1.38
50	P - 50	Macharetí	6.96	0.07	3.05	2.65	10.78	0.04	1.38	1.02	0.05	42.70	30.94	26.36	F	1.41
51	P - 51	Macharetí	7.10	0.08	1.90	1.05	6.17	0.02	2.05	0.05	0.00	72.70	10.94	16.36	FA	1.55
52	P - 52	Macharetí	7.82	0.08	4.00	3.12	18.84	0.05	5.03	0.84	0.06	40.76	28.92	30.32	FY	1.27
53	P - 53	Macharetí	6.66	0.07	5.15	3.45	22.99	0.04	0.00	0.20	0.01	34.40	23.28	42.32	Y	1.25
54	P - 54	Macharetí	7.84	0.07	1.75	1.00	6.17	0.14	0.71	0.35	0.02	76.40	9.28	14.32	FA	1.55
55	P - 55	Macharetí	7.49	0.08	1.98	1.22	8.02	0.01	2.34	0.38	0.02	74.40	9.28	16.32	FA	1.49
56	P - 56	Macharetí	8.16	0.07	2.35	1.64	11.24	0.04	6.37	1.25	0.05	58.40	17.28	24.32	FYA	1.41

Continua de la **Tabla 112**.

Nº	Perfil	Municipio	pH	C.E.	Ca	Mg	CIC	K	P	MO %	NT %	A %	L %	Y %	Textura	DA
57	P - 57	Boyuibe	7.28	1.07	3.05	2.04	15.62	0.08	0.33	5.09	0.26	39.12	15.28	45.60	Y	1.49
58	P - 58	Boyuibe	7.90	0.15	6.45	4.75	25.06	0.08	1.57	1.25	0.05	33.12	37.28	29.60	FY	1.32
59	P - 59	Boyuibe	7.91	0.12	3.22	2.45	17.69	0.06	1.38	0.69	0.03	55.12	19.28	25.60	FYA	1.33
60	P - 60	Boyuibe	7.90	0.15	2.58	1.66	14.70	0.06	0.00	0.67	0.05	65.12	15.28	19.60	FA	1.47
61	P - 61	Boyuibe	7.33	0.13	3.05	1.80	15.62	0.11	9.16	1.38	0.08	42.04	30.92	27.04	FY	1.19
62	P - 62	Boyuibe	7.78	0.11	2.05	1.00	11.47	0.04	0.00	1.26	0.08	45.12	31.28	23.60	F	1.37
63	P - 63	Boyuibe	7.31	0.06	1.75	0.82	8.02	0.02	0.00	0.84	0.03	49.12	25.28	25.60	FYA	1.40
64	P - 64	Boyuibe	7.81	0.19	2.90	1.25	14.93	0.12	9.54	1.42	0.07	50.98	29.42	19.60	F	1.44
65	P - 65	Boyuibe	7.82	0.21	2.65	1.35	12.85	0.12	0.00	2.93	0.16	12.98	13.42	73.60	Y	1.14
66	P - 66	Boyuibe	7.91	0.11	6.98	4.55	30.13	0.06	0.52	0.28	0.01	67.12	13.28	19.60	FA	1.69
67	P - 67	Boyuibe	8.41	0.18	2.65	1.08	11.70	0.04	1.09	2.05	0.11	68.96	9.28	21.76	FYA	1.40
68	P - 68	Cuevo	8.08	0.19	2.66	1.88	9.17	0.04	0.00	2.16	0.12	34.40	37.14	28.46	FY	1.22
69	P - 69	Cuevo	8.64	0.09	3.65	2.78	19.76	0.05	0.00	0.62	0.03	60.40	19.28	20.32	FYA	1.46
70	P - 70	Cuevo	8.70	0.10	3.45	2.95	12.39	0.03	1.57	0.56	0.03	62.40	17.28	20.32	FYA	1.46
71	P - 71	Cuevo	8.20	0.23	3.75	2.95	15.05	0.08	0.00	2.40	0.11	40.40	27.28	32.32	FY	1.28
72	P - 72	Cuevo	7.10	0.03	2.98	1.52	9.75	0.04	0.00	0.77	0.05	76.40	9.28	14.32	FA	1.54
73	P - 73	Cuevo	7.37	0.04	3.84	2.45	18.22	0.03	0.00	0.97	0.07	62.40	17.28	20.32	FYA	1.47
74	P - 74	Cuevo	6.62	0.07	3.99	2.75	19.84	0.10	1.86	5.07	0.03	48.40	25.28	26.32	FYA	1.29
75	P - 75	Cuevo	5.58	0.12	1.90	0.84	11.11	0.04	1.86	2.15	0.10	73.54	11.42	15.04	FA	1.55
76	P - 76	Cuevo	6.77	0.40	3.14	2.64	18.45	0.12	4.74	1.37	0.08	53.54	23.42	23.04	FYA	1.30
77	P - 77	Cuevo	8.55	0.31	3.00	2.12	17.77	0.22	11.46	2.53	0.15	57.68	19.28	23.04	FYA	1.36
78	P - 78	Cuevo	8.06	0.15	5.74	3.62	24.56	0.10	0.00	1.62	0.08	29.68	39.28	31.04	FY	1.34
79	P - 79	Huacaya	8.17	0.15	3.85	2.94	18.45	0.07	0.13	1.52	0.06	59.84	18.72	21.44	FYA	1.41
80	P - 80	Huacaya	7.20	0.04	1.78	1.05	11.05	0.06	0.00	0.90	0.05	77.84	8.72	13.44	FA	1.57
81	P - 81	Huacaya	7.85	0.07	3.49	2.64	14.37	0.07	0.00	0.72	0.05	74.56	3.28	22.16	FYA	1.45
82	P - 82	Huacaya	8.25	0.11	3.52	2.05	17.54	0.07	0.00	1.04	0.06	64.56	14.00	21.44	FYA	1.39
83	P - 83	Huacaya	8.03	0.11	1.65	0.94	9.54	0.04	1.57	3.65	0.20	73.84	8.72	17.44	FA	1.28
84	P - 84	Huacaya	6.88	0.05	3.45	2.64	14.55	0.07	0.00	1.28	0.07	69.84	8.72	21.44	FYA	1.47

Continua de la **Tabla 112**.

Nº	Perfil	Municipio	pH	C.E.	Ca	Mg	CIC	K	P	MO %	NT %	A %	L %	Y %	Textura	DA
85	P - 85	Huacaya	8.17	0.07	2.56	1.26	12.77	0.04	0.00	0.30	0.02	77.84	2.00	20.16	FYA	1.54
86	P - 86	Huacaya	6.00	0.04	2.15	1.10	11.45	0.04	0.00	1.19	0.06	78.56	5.28	16.16	FA	1.42
87	P - 87	Huacaya	6.64	0.05	2.05	0.97	10.84	0.02	0.00	0.96	0.06	73.84	8.00	18.16	FA	1.46
88	P - 88	Huacaya	8.50	0.07	1.66	1.05	9.75	0.03	0.00	0.13	0.01	78.56	6.00	15.44	FA	1.54
89	P - 89	Huacaya	6.78	0.07	3.02	2.35	13.78	0.05	1.09	1.78	0.08	63.84	14.00	22.16	FYA	1.51
90	P - 90	Charagua	7.20	0.32	2.99	1.45	14.89	0.07	12.61	4.08	0.18	43.12	23.28	33.60	FY	1.18
91	P - 91	Charagua	7.82	0.14	1.96	0.99	11.85	0.11	0.61	0.77	0.05	75.12	3.28	21.60	FYA	1.56
92	P - 92	Charagua	6.93	0.10	1.79	0.85	8.46	0.15	2.34	3.79	0.20	77.12	5.28	17.60	FA	1.23
93	P - 93	Charagua	7.87	0.09	1.49	0.85	8.50	0.05	0.61	1.20	0.07	74.40	6.00	19.60	FA	1.44
94	P - 94	Charagua	7.07	0.05	1.96	1.12	9.94	0.06	3.11	0.99	0.05	75.12	7.28	17.60	FA	1.52
95	P - 95	Charagua	6.80	0.04	1.46	0.81	10.90	0.10	0.00	1.15	0.06	74.40	10.00	15.60	FA	1.42
96	P - 96	Charagua	7.56	0.12	2.49	1.24	15.89	0.03	9.73	1.63	0.09	61.12	17.28	21.60	FYA	1.53
97	P - 97	Charagua	8.21	0.12	2.85	1.47	17.90	0.12	7.14	3.42	0.20	64.40	12.00	23.60	FYA	1.40
98	P - 98	Charagua	8.11	0.14	2.15	1.05	14.87	0.05	3.11	2.20	0.10	50.40	20.00	29.60	FYA	1.25
99	P - 99	Charagua	7.84	0.14	3.54	2.64	17.90	0.09	2.15	1.87	0.10	52.40	18.00	29.60	FYA	1.20
100	P - 100	Charagua	7.81	0.17	4.95	3.25	21.65	0.10	0.00	4.48	0.20	33.12	31.28	35.60	FY	1.13
101	P - 101	Camiri	7.86	0.11	11.00	1.75	12.16	0.04	0.90	0.26	0.04	69.28	13.28	17.44	FA	1.10
102	P - 102	Camiri	6.57	0.14	4.75	1.50	16.08	0.07	4.55	0.52	0.06	65.28	17.28	17.44	FA	1.16
103	P - 103	Camiri	7.07	0.07	2.50	2.00	13.31	0.06	1.67	0.00	0.03	65.28	17.28	17.44	FA	1.34
104	P - 104	Camiri	7.05	0.16	10.00	6.00	27.60	0.10	3.21	1.66	0.14	44.00	26.92	29.08	FYA	1.55
105	P - 105	Camiri	7.82	0.15	19.50	3.25	22.07	0.04	7.33	1.14	0.08	58.00	18.92	23.08	FYA	1.50
106	P - 106	Camiri	6.78	0.05	3.50	0.75	14.01	0.08	1.09	0.08	0.04	70.00	10.56	19.44	FA	1.45
107	P - 107	Camiri	6.56	0.07	7.50	3.25	24.60	0.11	1.09	0.68	0.10	45.64	22.92	31.44	FYA	1.23
108	P - 108	Camiri	7.68	0.15	9.50	2.50	17.92	0.09	1.09	0.21	0.05	63.64	16.92	19.44	FYA	1.39
109	P - 109	Camiri	6.72	0.03	2.25	0.50	7.79	0.01	6.28	0.00	0.03	77.64	5.48	16.88	FA	1.49
110	P - 110	Camiri	7.05	0.05	2.53	1.54	10.66	0.05	0.33	0.88	0.03	71.68	11.28	17.04	FA	1.48
111	P - 111	Camiri	7.06	0.13	13.50	3.25	26.67	0.02	2.82	1.33	0.12	29.28	38.20	32.52	FY	1.31
112	P - 112	Muyupampa	6.01	0.08	5.75	2.00	21.84	0.04	3.59	2.65	0.11	60.00	17.28	22.72	FYA	1.38

Continua de la **Tabla 112**.

Nº	Perfil	Municipio	pH	C.E.	Ca	Mg	CIC	K	P	MO %	NT %	A %	L %	Y %	Textura	DA
113	P - 113	Muyupampa	5.84	0.05	2.75	2.25	16.31	0.06	2.34	0.81	0.03	52.00	29.28	18.72	FA	1.32
114	P - 114	Muyupampa	7.34	0.07	6.75	0.75	18.84	0.02	0.81	0.81	0.00	67.28	15.28	17.44	FA	1.59
115	P - 115	Muyupampa	5.71	0.16	2.00	1.00	14.24	0.06	1.86	1.13	0.01	71.28	13.28	15.44	FA	1.19
116	P - 116	Muyupampa	6.25	0.10	5.00	2.00	24.37	0.11	0.04	1.82	0.01	57.28	23.28	19.44	FA	1.44
117	P - 117	Muyupampa	6.19	0.04	3.25	1.25	14.01	0.02	1.48	0.81	0.04	76.00	7.28	16.72	FA	1.41
118	P - 118	Muyupampa	7.25	0.17	10.50	2.75	24.60	0.07	2.53	1.48	0.10	32.00	41.28	26.72	F	1.24
119	P - 119	Muyupampa	6.32	0.19	10.50	3.25	28.29	0.03	2.63	2.39	0.13	38.00	31.28	30.72	FY	1.30
120	P - 120	Muyupampa	6.81	0.08	8.00	1.50	23.68	0.06	2.25	1.87	0.09	54.00	20.28	25.72	FYA	1.35
121	P - 121	Muyupampa	6.28	0.05	5.25	1.75	20.92	0.07	1.86	2.14	0.11	70.00	11.28	18.72	FA	1.40
122	P - 122	Muyupampa	7.57	0.14	3.75	0.75	15.39	0.07	2.53	1.06	0.01	55.28	27.28	17.44	FA	1.41
123	P - 123	Monteagudo	7.09	0.06	3.00	0.75	13.08	0.08	2.05	0.89	0.05	68.42	14.70	16.88	FA	1.46
124	P - 124	Monteagudo	6.60	0.07	3.25	1.00	21.61	0.07	7.81	1.31	0.07	54.56	20.56	24.88	FYA	1.47
125	P - 125	Monteagudo	6.19	0.06	2.75	1.00	21.15	0.06	6.56	1.41	0.09	44.72	31.28	24.00	F	1.37
126	P - 126	Monteagudo	5.81	0.06	3.25	0.75	16.31	0.05	2.05	0.95	0.07	64.72	15.28	20.00	FYA	1.31
127	P - 127	Monteagudo	5.90	0.05	4.75	1.00	25.98	0.07	2.53	2.70	0.15	30.36	41.64	28.00	FY	1.18
128	P - 128	Monteagudo	5.87	0.01	1.00	0.75	6.17	0.01	0.10	0.52	0.03	78.36	7.64	14.00	FA	1.63
129	P - 129	Monteagudo	8.08	0.13	1.50	0.75	17.46	0.02	0.52	1.73	0.09	60.00	20.00	20.00	FYA	1.26
130	P - 130	Monteagudo	6.46	0.03	3.00	1.00	15.62	0.02	0.10	0.66	0.04	80.96	2.68	16.36	FA	1.36
131	P - 131	Monteagudo	6.63	0.03	3.00	1.25	16.54	0.04	1.00	1.17	0.07	60.00	23.64	16.36	FA	1.40
132	P - 132	Monteagudo	5.82	0.04	1.25	1.75	9.40	0.05	1.86	0.67	0.03	76.00	7.28	16.72	FA	1.53
133	P - 133	Monteagudo	6.21	0.05	5.50	2.25	22.30	0.07	0.35	1.95	0.09	52.00	23.28	24.72	FYA	1.29
134	P - 134	Lagunillas	7.41	0.16	5.00	1.25	19.30	0.07	7.91	1.00	0.02	67.28	13.28	19.44	FA	1.47
135	P - 135	Lagunillas	6.96	0.12	6.50	1.50	25.52	0.11	2.44	1.95	0.03	53.28	21.28	25.44	FYA	1.34
136	P - 136	Lagunillas	7.00	0.04	4.00	1.00	19.30	0.03	0.71	1.01	0.05	69.28	11.28	19.44	FA	1.44
137	P - 137	Lagunillas	7.18	0.11	13.00	3.75	31.51	0.09	4.64	2.25	0.11	47.28	23.28	29.44	FYA	1.41
138	P - 138	Lagunillas	7.35	0.14	7.50	1.25	15.39	0.10	1.77	0.89	0.03	71.28	11.28	17.44	FA	1.38
139	P - 139	Lagunillas	6.97	0.06	2.00	2.25	15.85	0.09	2.05	0.96	0.04	71.28	11.28	17.44	FA	1.46
140	P - 140	Lagunillas	7.56	0.14	14.50	2.00	24.60	0.10	3.40	0.97	0.05	55.28	18.92	25.80	FYA	1.23

Continua de la **Tabla 112**.

Nº	Perfil	Municipio	pH	C.E.	Ca	Mg	CIC	K	P	MO %	NT %	A %	L %	Y %	Textura	DA
141	P - 141	Lagunillas	6.86	0.06	3.00	1.25	15.39	0.07	2.25	1.14	0.06	68.92	13.28	17.80	FA	1.46
142	P - 142	Lagunillas	6.84	0.07	4.50	2.00	20.22	0.06	3.21	1.49	0.07	64.92	15.64	19.44	FA	1.45
143	P - 143	Lagunillas	7.02	0.08	6.50	1.75	22.07	0.03	1.29	0.75	0.04	63.28	15.28	21.44	FYA	1.42
144	P - 144	Lagunillas	7.15	0.06	6.00	2.50	19.07	0.02	5.99	1.13	0.05	67.28	13.28	19.44	FA	1.37
145	P - 145	Cabezas	6.88	0.13	1.85	0.84	9.99	0.07	9.92	1.83	0.07	74.56	7.28	18.16	FA	1.28
146	P - 146	Cabezas	7.20	0.04	1.33	0.62	8.85	0.04	0.00	1.20	0.07	69.84	12.00	18.16	FA	1.49
147	P - 147	Cabezas	7.23	0.07	5.36	3.45	20.87	0.05	1.67	1.76	0.09	52.40	20.00	27.60	FYA	1.32
148	P - 148	Cabezas	6.70	0.33	5.66	2.95	25.54	0.09	7.04	5.65	0.03	23.84	20.00	56.16	Y	1.14
149	P - 149	Cabezas	6.62	0.10	5.04	3.01	21.98	0.08	5.32	2.09	0.11	47.84	25.28	26.88	FYA	1.07
150	P - 150	Cabezas	8.16	0.11	5.13	3.66	20.75	0.12	9.44	0.96	0.07	69.84	7.28	22.88	FYA	1.50
151	P - 151	Cabezas	6.55	0.07	2.05	1.27	10.56	0.04	0.61	1.24	0.08	73.84	8.00	18.16	FA	1.51
152	P - 152	Cabezas	7.67	0.26	3.05	1.66	16.05	0.11	1.09	3.47	0.15	35.84	31.28	32.88	FY	1.18
153	P - 153	Cabezas	7.32	0.13	3.50	1.85	15.12	0.13	7.14	3.14	0.16	56.56	13.28	30.16	FYA	1.35
154	P - 154	Cabezas	6.71	0.02	2.65	1.64	9.55	0.13	0.00	3.28	0.15	69.12	13.28	17.60	FA	1.42
155	P - 155	Cabezas	6.70	0.04	2.01	1.35	9.46	0.05	2.82	2.45	0.11	75.12	5.28	19.60	FA	1.46
156	P - 156	Pampagrande	5.20	0.08	6.94	4.63	27.55	0.10	2.15	6.15	0.30	28.40	28.00	43.60	Y	0.88
157	P - 157	Pampagrande	8.37	0.85	5.95	4.25	21.15	0.11	21.92	2.57	0.15	20.40	38.56	41.04	Y	1.14
158	P - 158	Pampagrande	6.54	0.09	3.98	2.99	17.23	0.04	9.92	5.39	0.25	32.40	36.56	31.04	FY	1.29
159	P - 159	Pampagrande	8.34	1.24	5.40	3.25	21.61	0.10	5.80	1.71	0.10	18.04	36.92	45.04	Y	1.18
160	P - 160	Pampagrande	7.85	0.23	1.90	0.95	8.25	0.09	5.60	4.40	0.22	78.04	4.92	17.04	FA	1.58
161	P - 161	Pampagrande	4.90	0.11	6.05	4.26	24.98	0.05	4.74	9.69	0.42	16.40	18.00	65.60	Y	0.89
162	P - 162	Pampagrande	7.32	0.63	3.60	2.55	15.39	0.03	12.99	2.65	0.12	47.68	26.56	25.76	FYA	1.35
163	P - 163	Pampagrande	7.31	0.22	5.00	2.90	20.45	0.08	5.22	2.69	0.15	25.32	40.92	33.76	FY	1.32
164	P - 164	Pampagrande	7.73	0.61	5.05	3.15	20.22	0.08	14.53	4.18	0.18	33.68	36.56	29.76	FY	1.23
165	P - 165	Pampagrande	8.16	0.55	4.20	3.05	17.92	0.03	5.80	3.59	0.20	65.68	10.56	23.76	FYA	1.56
166	P - 166	Pampagrande	0.00	0.70	2.00	1.05	10.32	0.04	6.56	1.47	0.08	56.96	17.28	25.76	FYA	1.57
167	P - 167	Comarapa	5.38	0.10	6.45	4.26	28.95	0.04	1.77	4.25	0.18	22.40	34.00	43.60	Y	0.92
168	P - 168	Comarapa	7.33	0.17	5.60	3.98	21.15	0.05	1.29	1.55	0.08	22.40	45.28	32.32	FY	1.03

Continua de la **Tabla 112**.

Nº	Perfil	Municipio	pH	C.E.	Ca	Mg	CIC	K	P	MO %	NT %	A %	L %	Y %	Textura	DA
169	P - 169	Comarapa	5.39	0.12	5.15	4.06	21.61	0.04	3.11	5.06	0.25	26.40	29.28	44.32	Y	0.92
170	P - 170	Comarapa	7.64	0.30	6.25	5.45	22.99	0.07	4.93	3.55	0.20	30.40	33.28	36.32	FY	0.94
171	P - 171	Comarapa	6.98	0.22	6.00	5.20	20.92	0.15	2.63	4.31	0.22	32.40	27.28	40.32	Y	1.15
172	P - 172	Comarapa	7.16	0.13	4.70	3.55	15.62	0.12	0.23	6.09	0.28	48.40	25.28	26.32	FYA	1.22
173	P - 173	Comarapa	7.52	0.21	3.45	2.15	12.16	0.06	3.01	2.55	0.15	74.40	5.28	20.32	FYA	1.44
174	P - 174	Comarapa	7.58	0.41	3.55	2.80	14.70	0.08	4.17	2.60	0.15	42.40	29.28	28.32	FY	1.26
175	P - 175	Comarapa	8.10	1.49	4.00	3.02	19.30	0.10	8.48	4.12	0.22	24.40	45.28	30.32	FY	1.26
176	P - 176	Comarapa	7.89	2.10	3.20	2.90	14.47	0.10	6.18	6.57	0.30	44.40	29.28	26.32	FY	1.33
177	P - 177	Comarapa	7.69	0.37	3.65	2.80	15.62	0.08	12.71	2.05	0.12	50.40	18.56	31.04	FYA	1.23
178	P - 178	El Trigal	5.43	0.82	2.22	1.38	18.61	0.07	1.19	5.00	0.22	29.12	41.28	29.60	FY	1.06
179	P - 179	El Trigal	6.89	0.15	4.96	3.05	20.92	0.10	0.42	2.32	0.15	25.12	43.28	31.60	FY	1.20
180	P - 180	El Trigal	6.95	0.55	3.01	1.98	17.69	0.13	9.44	4.72	0.22	24.76	41.64	33.60	FY	1.12
181	P - 181	El Trigal	6.37	0.09	4.69	3.06	20.45	0.07	0.00	2.22	0.12	58.76	19.64	21.60	FYA	1.32
182	P - 182	El Trigal	6.92	0.08	2.10	1.00	12.62	0.09	0.00	1.27	0.07	63.76	14.64	21.60	FYA	1.54
183	P - 183	El Trigal	5.99	0.06	1.92	0.84	11.24	0.02	0.00	1.41	0.08	76.40	8.00	15.60	FA	1.43
184	P - 184	El Trigal	5.63	0.08	1.45	0.60	7.56	0.13	0.00	6.06	0.30	28.40	29.28	42.32	Y	1.11
185	P - 185	El Trigal	6.90	0.11	5.00	2.89	22.07	0.07	0.00	2.74	0.15	48.40	29.28	22.32	F	1.35
186	P - 186	El Trigal	7.20	0.56	2.33	1.65	13.54	0.13	0.90	5.11	0.25	10.40	47.28	42.32	YL	1.20
187	P - 187	El Trigal	6.40	0.10	4.26	3.00	21.84	0.09	0.04	2.37	0.14	66.40	14.92	18.68	FA	1.38
188	P - 188	El Trigal	6.42	0.05	1.92	0.94	11.70	0.04	0.00	1.41	0.08	64.40	16.92	18.68	FA	1.51
189	P - 189	Vallegrande	7.70	0.71	10.50	8.50	13.31	0.11	1.48	1.76	0.36	31.64	33.21	35.15	FY	1.51
190	P - 190	Vallegrande	6.30	0.19	4.50	4.75	11.01	0.11	0.00	1.53	0.36	35.28	33.57	31.15	FY	1.35
191	P - 191	Vallegrande	4.56	0.06	4.15	1.75	17.00	0.07	0.04	2.11	0.10	43.28	11.57	45.15	Y	1.28
192	P - 192	Vallegrande	5.79	0.13	2.75	1.30	10.09	0.11	0.00	1.94	0.10	51.64	17.21	31.15	FYA	1.12
193	P - 193	Vallegrande	5.99	0.24	3.05	2.45	11.93	0.11	1.67	1.56	0.07	29.64	32.92	37.44	FY	1.22
194	P - 194	Vallegrande	7.09	0.29	2.10	1.85	9.86	0.10	0.00	1.06	0.06	29.64	34.92	35.44	FY	1.26
195	P - 195	Vallegrande	7.44	0.28	2.48	2.00	10.55	0.11	0.15	1.18	0.06	29.64	36.92	33.44	FY	1.21

Continua de la **Tabla 112**.

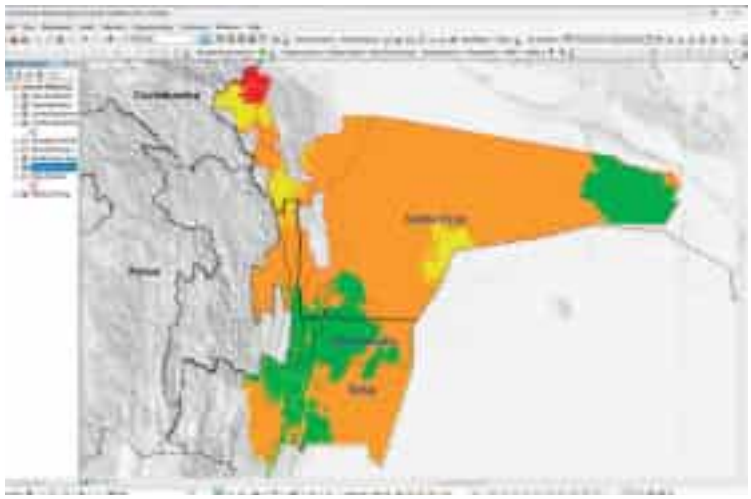
Nº	Perfil	Municipio	pH	C.E.	Ca	Mg	CIC	K	P	MO %	NT %	A %	L %	Y %	Textura	DA
196	P - 196	Vallegrande	7.37	0.15	4.25	2.75	16.08	0.08	0.11	0.87	0.05	41.64	28.92	29.44	FY	1.42
197	P - 197	Vallegrande	6.42	0.21	3.25	1.90	11.01	0.12	0.16	1.96	0.11	43.28	25.28	31.44	FY	1.12
198	P - 198	Vallegrande	5.42	0.08	3.00	2.20	15.85	0.10	0.18	1.61	0.07	51.64	20.92	27.44	FYA	1.14
199	P - 199	Vallegrande	4.91	0.06	4.25	2.95	19.99	0.10	0.18	2.34	0.01	29.64	32.92	37.44	FY	1.04
200	P - 200	Vallegrande	6.09	0.08	5.10	3.75	25.75	0.05	0.10	5.09	0.03	37.64	30.92	31.44	FY	1.01
215	P - 215	Charagua	6.67	0.33	6.25	3.00	22.30	0.06	4.45	0.81	0.05	33.84	39.12	27.04	F	1.21
216	P - 216	Charagua	6.35	0.07	3.25	2.25	23.35	0.03	0.00	1.36	0.07	69.84	9.12	21.04	FYA	1.45
217	P - 217	Charagua	6.98	0.08	7.50	1.75	20.18	0.03	0.13	1.29	0.07	63.84	11.12	25.04	FYA	1.26
218	P - 218	Charagua	6.36	0.04	1.00	1.25	13.45	0.01	0.33	0.37	0.04	80.40	2.56	17.04	FA	1.53
219	P - 219	Charagua	6.19	0.04	5.50	2.75	19.42	0.03	0.61	0.92	0.07	58.40	12.56	29.04	FYA	1.20
220	P - 220	Charagua	7.81	0.40	18.75	11.25	17.55	0.05	23.65	2.24	0.11	46.40	28.56	25.04	FYA	0.98
221	P - 221	Macharetí	6.70	0.09	4.25	4.75	19.10	0.04	4.45	0.59	0.04	58.40	21.28	20.32	FYA	1.34
222	P - 222	Macharetí	6.25	0.06	5.25	2.25	23.08	0.02	1.77	0.42	0.02	46.40	29.28	24.32	F	1.31
223	P - 223	Villamontes	7.72	0.11	6.50	2.00	10.70	0.02	0.33	0.15	0.03	68.40	13.28	18.32	FA	1.57
224	P - 224	Villamontes	6.71	0.19	8.25	4.50	36.65	0.05	0.61	1.77	0.10	10.40	45.28	44.32	YL	1.10
225	P - 225	Charagua	6.85	0.11	6.50	2.00	21.30	0.04	2.63	1.58	0.10	42.40	33.28	24.32	F	1.20

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

5.1.3 Resultados

Una vez finalizada el proceso del comando **Weighted Overlay**, el resultado es un ráster con 4 zonas claramente identificadas (apto, moderadamente apto, poco apto y muy poco apto), estas áreas se muestran en la **Figura 13**.

Figura 13. Resultado del procesamiento del cruce de variables



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

5.2 Zonificación según variables

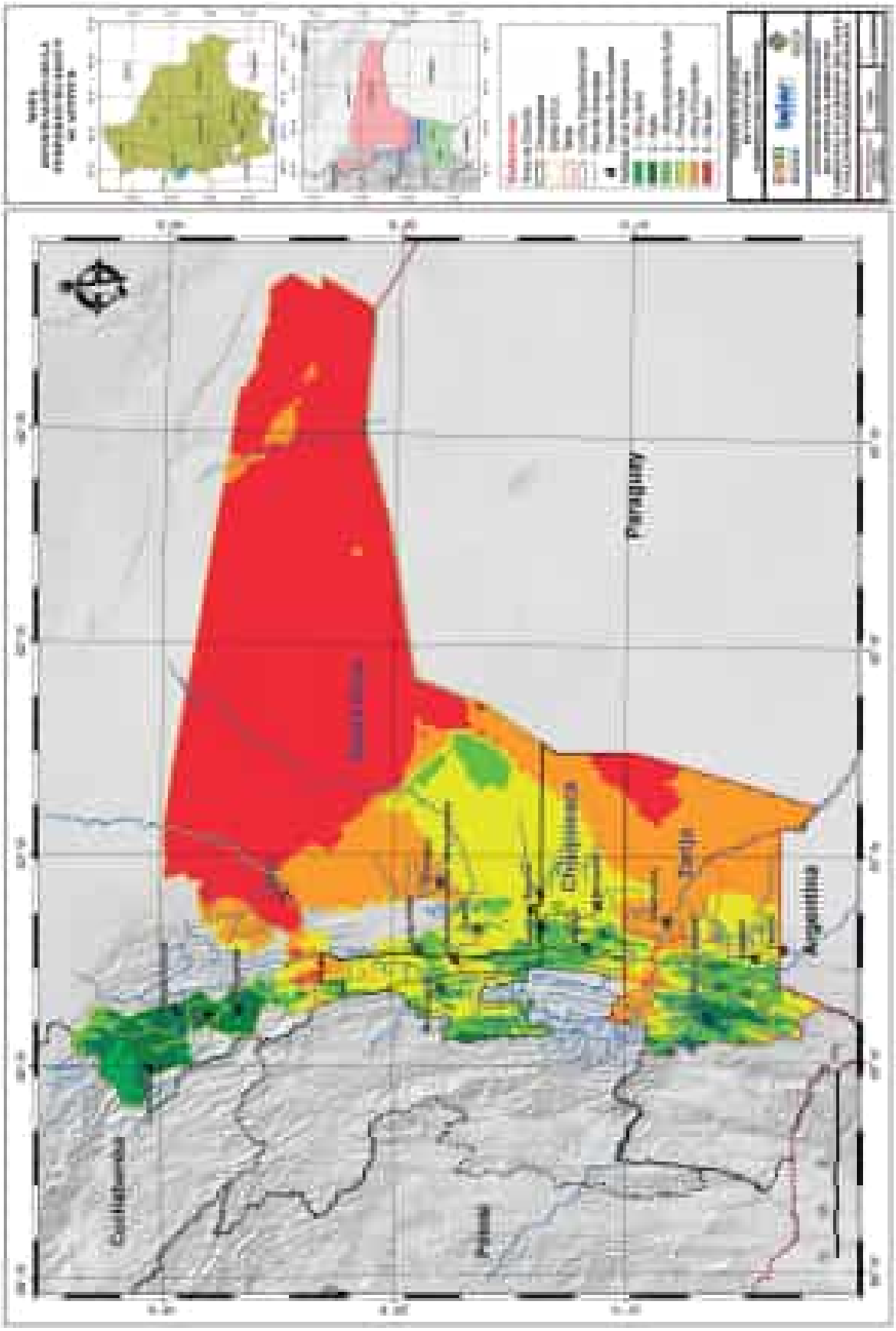
5.2.1 Temperatura

La temperatura en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, está influenciada por la latitud, topografía, las estaciones, la altitud y la nubosidad. Estas condiciones generan temperaturas máximas entre diciembre y enero, y mínimas entre junio y julio. Según Raj M., Ramírez V., las temperaturas cardinales determinan los rangos en los que un cultivo puede desarrollarse sin sufrir daños fisiológicos. La temperatura óptima es aquella en la que los procesos metabólicos del cultivo son más eficientes, siempre que haya suficiente radiación, agua y CO_2. Este parámetro es clave en la zonificación agroclimática para definir cultivos adecuados a cada región.

Tabla 113. Áreas según su aptitud de temperatura

N°	Clase de aptitud	Área km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	1436.90	1.12
2	Apto	5554.98	4.31
3	Moderadamente apto	11133.48	8.64
4	Poco apto	25390.65	19.70
5	Muy poco apto	26127.55	20.28
6	No apto	59211.31	45.95
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 35. Zonificación de temperatura según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 20.

Analizando el **Mapa 35** y la **Tabla 113** generada, área con nivel aptitud muy apto 1436.90 km^2 representando el 1.12 % del área total de intervención, área con nivel de aptitud apto 5554.98 km^2 representando el 4.31 % del área total de intervención, área con nivel de aptitud moderadamente apto 11133.48 km^2 representando el 8.64 % del área total de intervención, área con nivel de aptitud poco apto 25390.65 km^2 representando el 19.70 % del área total de intervención, área con nivel de aptitud muy poco apto 26127.55 km^2 representando el 20.28 % del área total de intervención y el área con nivel de aptitud no apto 59211.31 km^2 representando el 45.95 % del área total de intervención.

A partir de los niveles con aptitud muy apto y apto, se determinó un área total de 6991.88 km^2 con aptitud para los cultivos, que representa el 5.43 % del territorio como áreas aptas para la producción agrícola, con temperaturas que oscilan entre los 18 - 22 °C para que la planta pueda crecer correctamente y dar su fruto.

Por debajo o por encima de esta temperatura óptima la planta no se consigue desarrollar adecuadamente y es posible que el cultivo no realice su ciclo biológico normal y no alcance su máximo potencial de rendimiento. Además, la temperatura interviene en ciertas funciones como por ejemplo la apertura o cierre de las estomas, que son imprescindibles en los procesos vitales de la fotosíntesis, transpiración y respiración de la planta.

5.2.2 Precipitación

La precipitación es un factor climático de mucha importancia en las Regiones del Chaco y los Valles Mesotérmicos, caracterizadas por un clima semiárido y subhúmedo. Las lluvias se concentran exclusivamente en el verano, mientras que el invierno se caracteriza por sequías prolongadas.

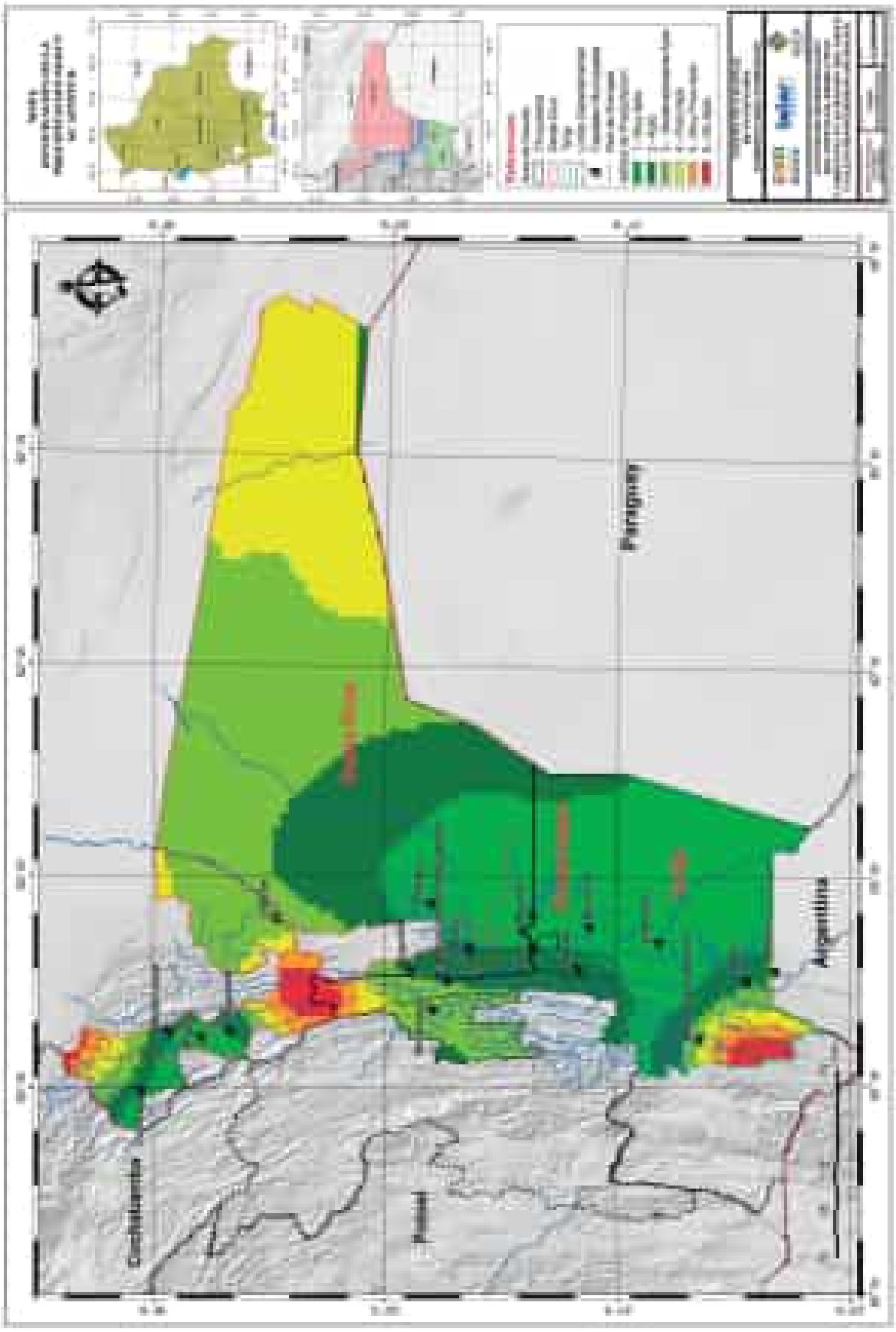
Una temporada de verano con lluvias escasas limita la acumulación de agua, dificultando las actividades agropecuarias hasta el siguiente periodo lluvioso. Según Raj M., Ramírez V., la lluvia tiene una influencia mecánica sobre el suelo, arrastrando sedimentos, disgregando partículas y transportando nutrientes esenciales para las plantas.

Además, aporta nitrógeno amoniacal y nítrico desde la atmósfera (1 litro de lluvia contiene aproximadamente 2 mg de nitrógeno amoniacal y 0.7 mg en forma nítrica). La distribución de las precipitaciones es fundamental para realizar estudios de zonificación climática.

Tabla 114. Área según su aptitud de precipitación

N°	Clase de aptitud	Área km^2	Porcentaje (%)
1	Muy apto	35478.84	27.53
2	Apto	24662.44	19.14
3	Moderadamente apto	39711.75	30.82
4	Poco apto	23124.61	17.95
5	Muy poco apto	2459.83	1.91
6	No apto	3417.39	2.65
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 36. Zonificación de la precipitación según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como resultado, una vez generado el **Mapa 36** de aptitud de la "Precipitación", se obtuvo los siguientes grupos más sobresalientes según las clases de aptitud, área con clase aptitud muy apto 35478.84 km^2 que representa 27.53 % del área total de intervención, área con clase de aptitud apto 24662.44 km^2 que representa 19.14 % del área total de intervención, área con clase de aptitud moderadamente apto 39711.75 km^2 que representa 30.82 % del área total de intervención, área con clase de aptitud poco apto 23124.61 km^2 que representa 17.95 % del área total de intervención, área con clase de aptitud muy poco apto 2459.83 km^2 que representa 1.91 % del área total de intervención y el área con clase de aptitud no apto 3417.39 km^2 que representa 2.65 % del área total de intervención.

A partir de las clases de aptitud muy apto y apto se tiene un área 60141.28 km^2 que representa el 46.67 % del área total de intervención como áreas aptas para la producción agrícola, considerando la variable de precipitación se satisface el requerimiento hídrico de los cultivos priorizados. Así mismo, estas condiciones permiten determinar las prácticas agrícolas más adecuadas para cada zona que contribuyen a mejorar la calidad de los alimentos y a conservar la biodiversidad.

5.2.3 Pendiente

La pendiente del terreno es la inclinación o desnivel del suelo, expresada como porcentaje, calculado multiplicando por 100 la tangente del ángulo que define el desnivel. Es un factor determinante para la habilitación de tierras agrícolas. En agricultura bajo riego, se prefieren terrenos planos, mientras que en agricultura de secano se aceptan pendientes mayores. Para la mecanización agrícola, las pendientes ideales van de planas a moderadamente planas, ya que las pendientes elevadas dificultan el uso de maquinaria y la tecnificación.

Según Sancho F. (2005), la productividad del suelo está influenciada por diversos factores, siendo la erosión uno de los más importantes y estrechamente relacionada con la pendiente. La erosión elimina la capa superficial rica en materia orgánica y nutrientes, altera propiedades del suelo como la capacidad de retención de agua, la estructura, y la profundidad efectiva.

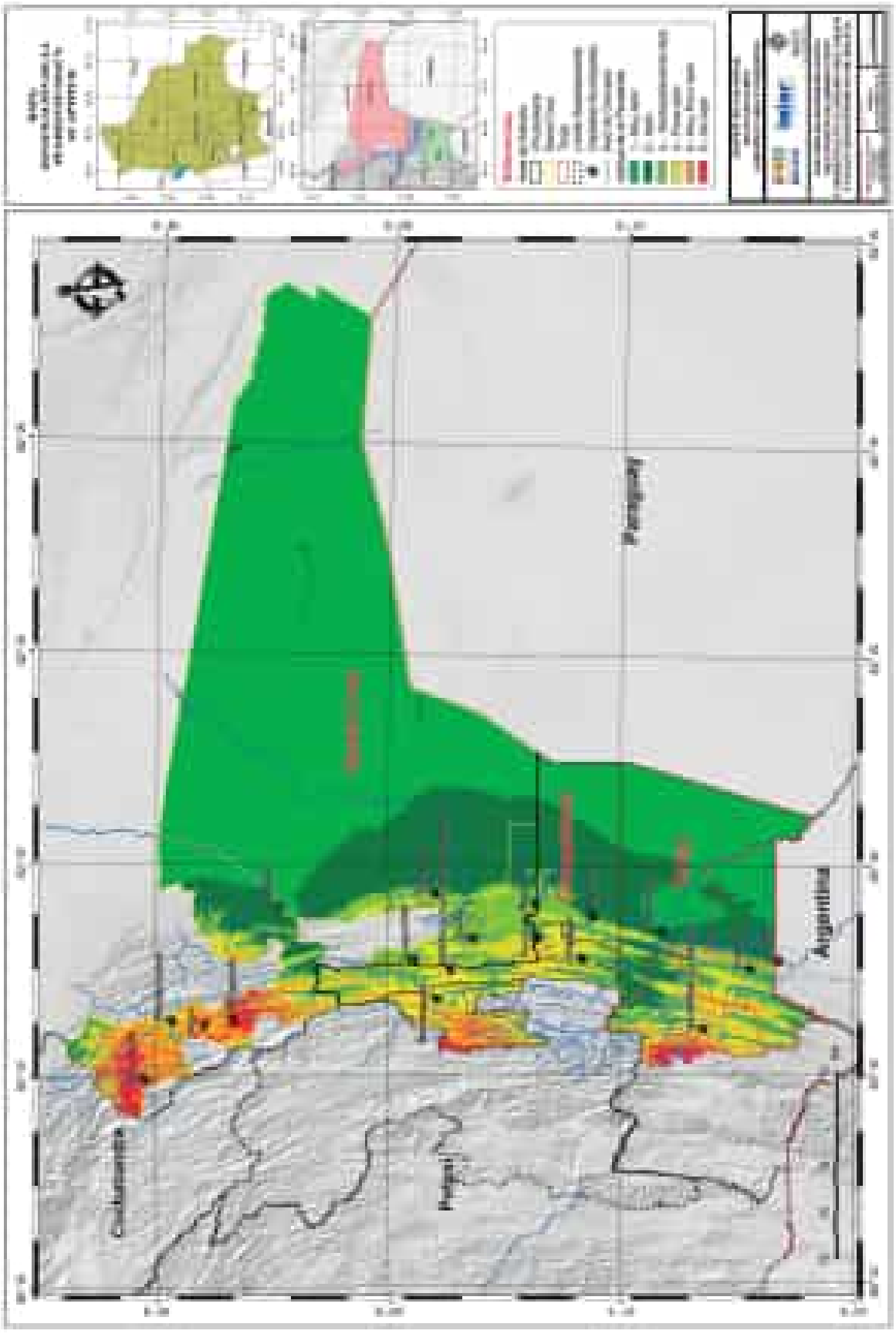
Su impacto varía según el tipo de suelo y la pendiente, pero es más severo y rápido en terrenos inclinados, representando una de las principales limitantes para la sostenibilidad agrícola en estas áreas.

Por otro lado, en los terrenos al pie de la pendiente, el material erosionado se deposita, enriqueciendo el suelo y aumentando la productividad en estas zonas deposicionales.

Tabla 115. Áreas según su aptitud de pendientes

N°	Clase de aptitud	Área km^2	Porcentaje (%)
1	Muy apto	74181.35	57.57
2	Apto	22673.02	17.60
3	Moderadamente apto	13269.70	10.30
4	Poco apto	10052.58	7.80
5	Muy poco apto	6260.15	4.86
6	No apto	2418.06	1.88
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 37. Zonificación de la pendiente según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El análisis del **Mapa 37** de aptitud de la variable pendiente (%) revela datos importantes según las clases de aptitud:

- Muy apto: 74181.35 km^2 (57.57 % del área total)
- Apto: 22673.02 km^2 (17.60 %)
- Moderadamente apto: 13269.70 km^2 (10.30 %)
- Poco apto: 10052.58 km^2 (7.80 %)
- Muy poco apto: 6260.15 km^2 (4.86 %)
- No apto: 2418.06 km^2 (1.88 %).

Las tierras muy aptas y aptas representan el 75.17 % del área de intervención (96854.37 km^2), con pendientes entre 0 - 3 %, por lo tanto, ideal para la producción de los cultivos priorizados debido a que en este rango se tiene la probabilidad de riesgo de erosión bajo y su alta eficiencia en drenaje, facilidad de labores con mecanización y uso de insumos agrícolas. Las tierras moderadamente aptas (10.30 %, pendientes de 3 - 5 %) son adecuadas, aunque con mayores limitaciones. Por otro lado, las áreas poco aptas (7.80 %, pendientes de 5 - 10 %) presentan restricciones moderadas para la producción agrícola. Las categorías muy poco apto y no apto suman el 6.74 % del área (8678.21 km^2), con pendientes entre 10 - 40 %. Estas tierras son inadecuadas para cultivos debido al alto riesgo de erosión y a la dificultad para realizar labores agrícolas (Jarasiunas, 2016). La pendiente influye significativamente en el rendimiento agrícola, afectando el drenaje, la distribución del agua y la estabilidad del suelo. Por ello, se evaluó su impacto en la productividad, rentabilidad y manejo técnico de los cultivos priorizados en el área de estudio.

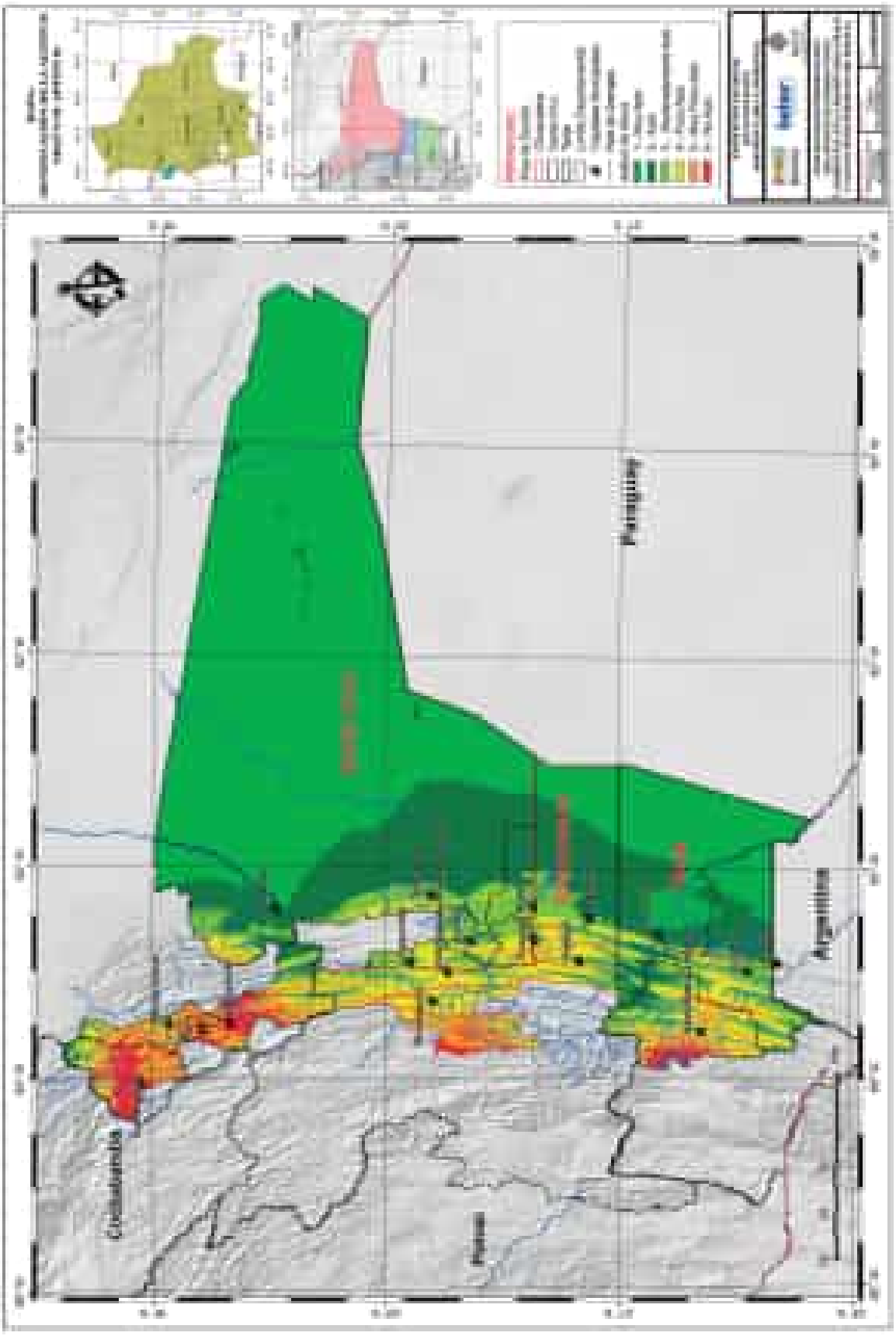
5.2.4 Altitud

La altitud sobre el nivel del mar es un factor clave que influye en el clima de los ecosistemas. En las Regiones del Chaco y los Valles Mesotérmicos, las diferencias altitudinales oscilan entre 0 y 3000 m. Según la metodología de Caldas ajustada por IDEAM (2017), se identifican tres categorías climáticas tomando en cuenta la altitud, clima cálido, templado y frío. La altitud afecta directamente el desarrollo de los cultivos y el rendimiento de las cosechas debido a su relación con la temperatura. A mayor altitud, la temperatura disminuye, lo que favorece el desarrollo de ciertos cultivos adaptados a climas más fríos. Por otro lado, cultivos con un límite altitudinal por debajo de 2000 m., suelen ser más productivos en climas cálidos con temperaturas más altas. León R. (2018), señala que la temperatura desciende entre 1 y 1.2 °C por cada 200 m., siendo este gradiente térmico un factor determinante en la distribución de los climas y la adaptación de los cultivos.

Tabla 116. Áreas según su aptitud de la altitud

N°	Clase de aptitud	Área km^2	Porcentaje (%)
1	Muy apto	72509.34	56.27
2	Apto	22802.91	17.7
3	Moderadamente apto	12853.97	9.98
4	Poco apto	11035.41	8.56
5	Muy poco apto	6742.08	5.23
6	No apto	2911.16	2.26
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 38. Zonificación de la altitud según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El análisis de aptitud territorial mostró que el 56.27 % del área total (72509.34 km^2) es muy apto y el 17.70 % (22802.91 km^2) es apto, sumando 73.97 % del área total (95312.25 km^2) dentro del rango altitudinal de 600 a 1400 m. Estas zonas corresponden al piso subtropical, caracterizado por un clima estable con mínimas variaciones térmicas a lo largo del año, especialmente en el Chaco Boliviano. Este entorno es altamente favorable para actividades agrícolas debido a las condiciones climáticas constantes y adecuadas.

El 9.98 % del área (12853.97 km^2), clasificado como moderadamente apto, se encuentra entre los 1400 y 1800 m., en la Región Subandina de los valles centrales y del sur. Por otro lado, el 16.05 % del área (20688.65 km^2), clasificado como poco apto, muy poco apto o no apto, se ubica entre los 1800 y 2600 m., dentro del piso mesotérmico.

Esta última zona, que incluye los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija, presenta temperaturas medias anuales de 18 - 20 °C, alta biodiversidad y una intensa explotación agrícola. La altitud es un factor determinante en la productividad agrícola, ya que influye directamente en el desarrollo y el rendimiento de los cultivos según sus requerimientos específicos.

5.2.5 Textura del suelo (% arena, limo y arcilla)

La textura del suelo se define por la proporción relativa de partículas que lo componen, clasificadas según su tamaño como, arena (2 a 0.05 mm), limo (0.05 a 0.002 mm) y arcilla (< 0.002 mm o 2 micras) (USDA, 2017). Los suelos arcillosos, de textura fina, son altamente fértiles, con gran capacidad para retener nutrientes y humedad. Sin embargo, presentan limitaciones prácticas, son difíciles de labrar, se expanden al humedecerse y se agrietan al secarse. Su facilidad para compactarse reduce el espacio poroso, dificultando el movimiento de agua y aire, lo que limita la infiltración del agua de lluvia y aumenta la escorrentía superficial. Aunque estos suelos almacenan más agua que los arenosos, no toda su humedad es accesible para las plantas.

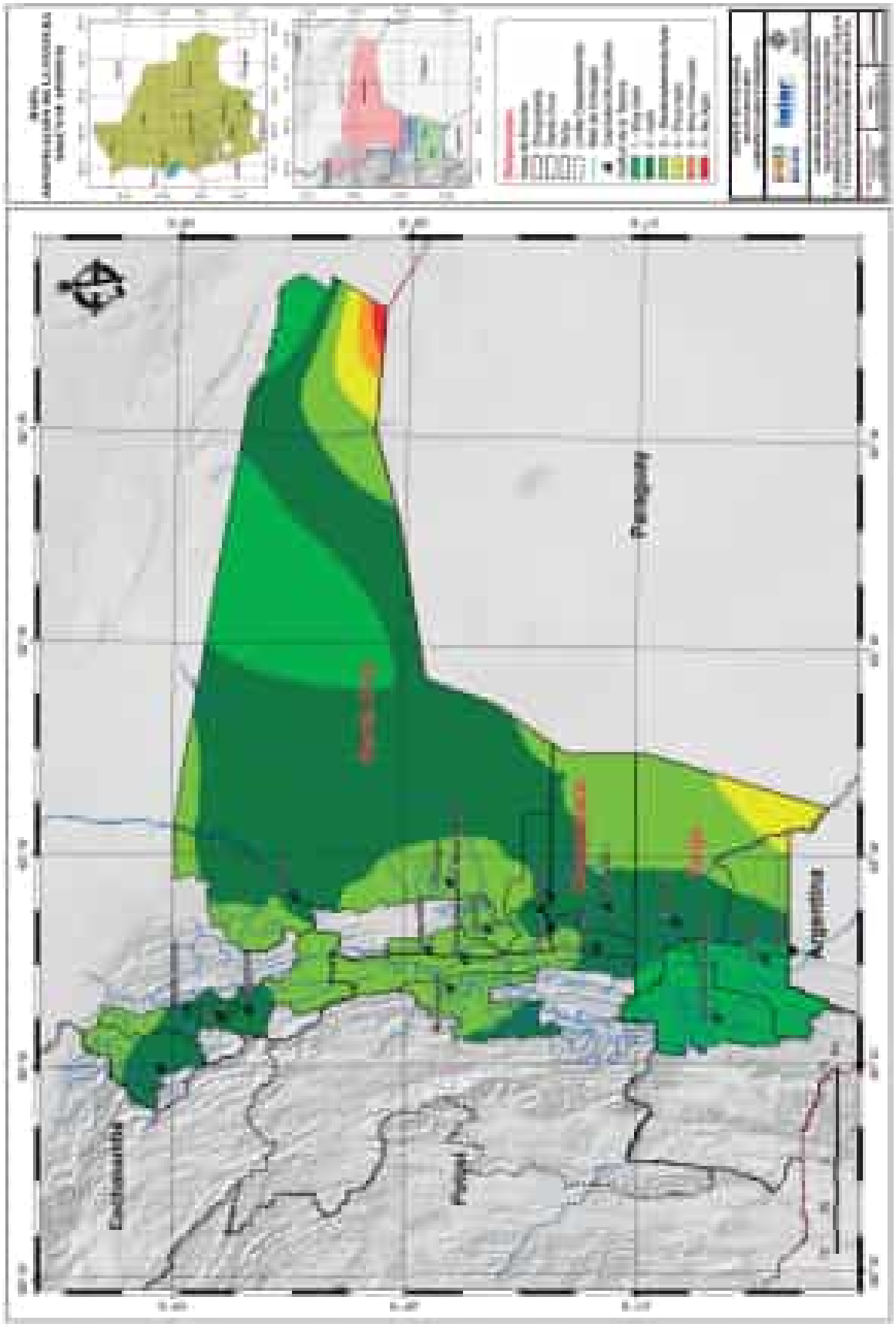
Por otro lado, los suelos arenosos, de textura gruesa, son sueltos, fáciles de trabajar y menos propensos a compactarse, aunque un alto contenido de arena fina puede generar compactación.

Estos suelos retienen poca agua y, por lo tanto, son naturalmente secos, pero la mayor parte de la humedad disponible puede ser aprovechada por las plantas. A diferencia de los suelos arcillosos, requieren un mantenimiento más frecuente, como el encalado, debido a su baja capacidad de retención de nutrientes y su tendencia a perder acidez con mayor rapidez.

Tabla 117. Áreas según su aptitud de la textura

N°	Clases de aptitud	Área km^2	Porcentaje (%)
1	Muy apto	24101.21	18.70
2	Apto	63157.15	49.01
3	Moderadamente apto	36958.80	28.68
4	Poco apto	3698.88	2.87
5	Muy poco apto	680.34	0.53
6	No apto	258.48	0.20
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 39. Zonificación de la textura según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La clasificación de los suelos según su aptitud muestra que los suelos muy aptos (texturas FA, FYA y FL) abarcan 24101.21 km^2 (18.70 %), mientras que los aptos (texturas FYL y FL) cubren 63157.15 km^2 (49.01 %), representando juntos el 67.7 % del área total. Estos suelos, de textura media, combinan arcilla, limo y arena en proporciones equilibradas, lo que favorece un buen drenaje, aireación y fertilidad moderada a alta. Son ideales para la agricultura, gracias a su capacidad de almacenar nutrientes y su contenido de materia orgánica. Los suelos moderadamente aptos (texturas YA y YL), con 36958.80 km^2 (28.68 %), y los poco aptos (textura Y), con 3698.88 km^2 (2.87 %), representan el 31.5 % del área total. Estos suelos tienen un mayor contenido de arcilla, lo que los hace más compactos y menos aireados, aunque con buena capacidad para retener agua y nutrientes. Sin embargo, su drenaje y manejo agrícola son más complicados, lo que limita su uso eficiente en actividades productivas. Finalmente, los suelos muy poco aptos (texturas FA y A), con 680.34 km^2 (0.53 %), y los no aptos (textura AF), con 258.48 km^2 (0.20 %), suman apenas el 0.73 % del territorio. Estas áreas presentan suelos arenosos y francos arenosos, caracterizados por ser sueltos, bien aireados, pero con baja retención de agua y limitada disponibilidad de nutrientes.

En estos suelos, las plantas suelen mostrar deficiencias de micronutrientes como boro (B) y molibdeno (Mo), mientras que los suelos de textura más fina contienen más zinc (Zn) en comparación con los arenosos (Echeverría H. 2024).

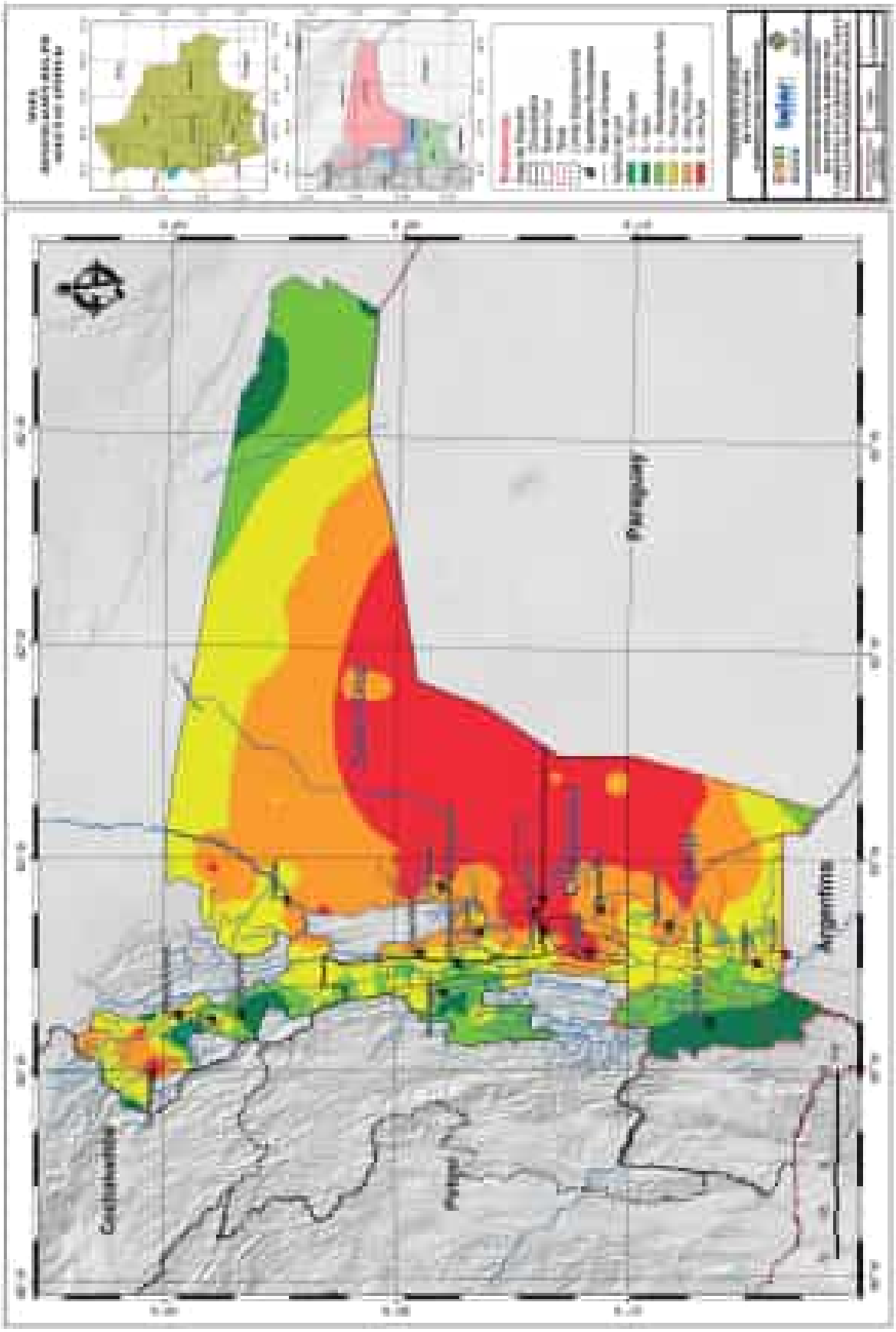
5.2.6 pH (acidez/alcalinidad)

El pH del suelo, que varía en una escala de 0 a 14, clasifica los suelos como ácidos (pH < 7), neutros (pH 7) o alcalinos (pH > 7) (SEMARNAT, 2002). En suelos ácidos, la presencia de aluminio (Al) y hierro (Fe) reduce la disponibilidad de fósforo (P) debido a su transformación en fosfatos insolubles, mientras que niveles elevados de Al^{3+} pueden ser tóxicos para las plantas. Factores como el intemperismo de minerales, fertilizantes amoniacales, descomposición orgánica y lluvias ácidas contribuyen a la acidificación del suelo. Por otro lado, los suelos alcalinos, ricos en sodio (Na^+) debido a acumulación de sales por falta de drenaje y alta evaporación, también presentan baja disponibilidad de fósforo al formar fosfatos insolubles de calcio. Tanto en suelos ácidos como alcalinos, el desequilibrio de pH afecta la absorción de nutrientes esenciales, impactando negativamente la fertilidad y el desarrollo de cultivos. El rango óptimo de pH para la fertilidad del suelo se encuentra entre 6.5 y 7.5, donde la mayoría de los nutrientes esenciales están disponibles para las plantas, lo que favorece un crecimiento óptimo y mayor producción de biomasa (INIFAP, 2023). Fuera de este rango, pH bajos generan deficiencias de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio, mientras que pH altos limitan la disponibilidad de hierro, manganeso, zinc y cobre (Bárbaro, 2019).

Tabla 118. Áreas según su aptitud de la textura

N°	Clases de aptitud	Área km^2	Porcentaje (%)
1	Muy apto	97.26	0.08
2	Apto	6565.09	5.09
3	Moderadamente apto	18239.96	14.16
4	Poco apto	34353.53	26.66
5	Muy poco apto	36735.90	28.51
6	No apto	32863.12	25.50
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 40. Zonificación del pH según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Los suelos catalogados como muy aptos y aptos, con rangos de pH entre 6.1 y 7.5, representan el 5.2 % del territorio (verde y amarillo). Este rango es considerado ideal para la mayoría de cultivos hortícolas y frutales, ya que no presenta problemas significativos de manejo y permite una máxima disponibilidad de nutrientes esenciales. Según Castellanos J, (2023), el rango óptimo se amplía de 6.0 a 6.5, permitiendo un equilibrio nutricional favorable para diversos cultivos agrícolas.

Los suelos moderadamente aptos y poco aptos, que abarcan el 41 % del territorio (rojo y crema), tienen un pH que varía entre medianamente ácido a neutro y medianamente básico. Los suelos ácidos a neutros ofrecen una moderada disponibilidad de nutrientes con un bajo riesgo fitotóxico, siendo adecuados para muchos cultivos. Por otro lado, los suelos medianamente básicos presentan limitaciones en la disponibilidad de fósforo, boro, hierro, zinc, manganeso y cobre debido a la presencia de carbonato de calcio ($CaCO_3$), lo que afecta el rendimiento agrícola.

Los suelos muy poco aptos y no aptos, que constituyen el 53.8 % del territorio (rosado y azul), presentan condiciones extremas de acidez o alcalinidad. Los suelos muy ácidos pueden causar toxicidad por aluminio, exceso de metales como hierro y manganeso, y deficiencias de calcio, magnesio, fósforo y otros nutrientes esenciales, además de una baja actividad bacteriana. En contraste, los suelos alcalinos muestran problemas de clorosis férrica, menor disponibilidad de fósforo y boro, y una alta presencia de carbonato de calcio y magnesio, lo que limita aún más la productividad agrícola.

5.2.7 Capacidad de intercambio catiónico

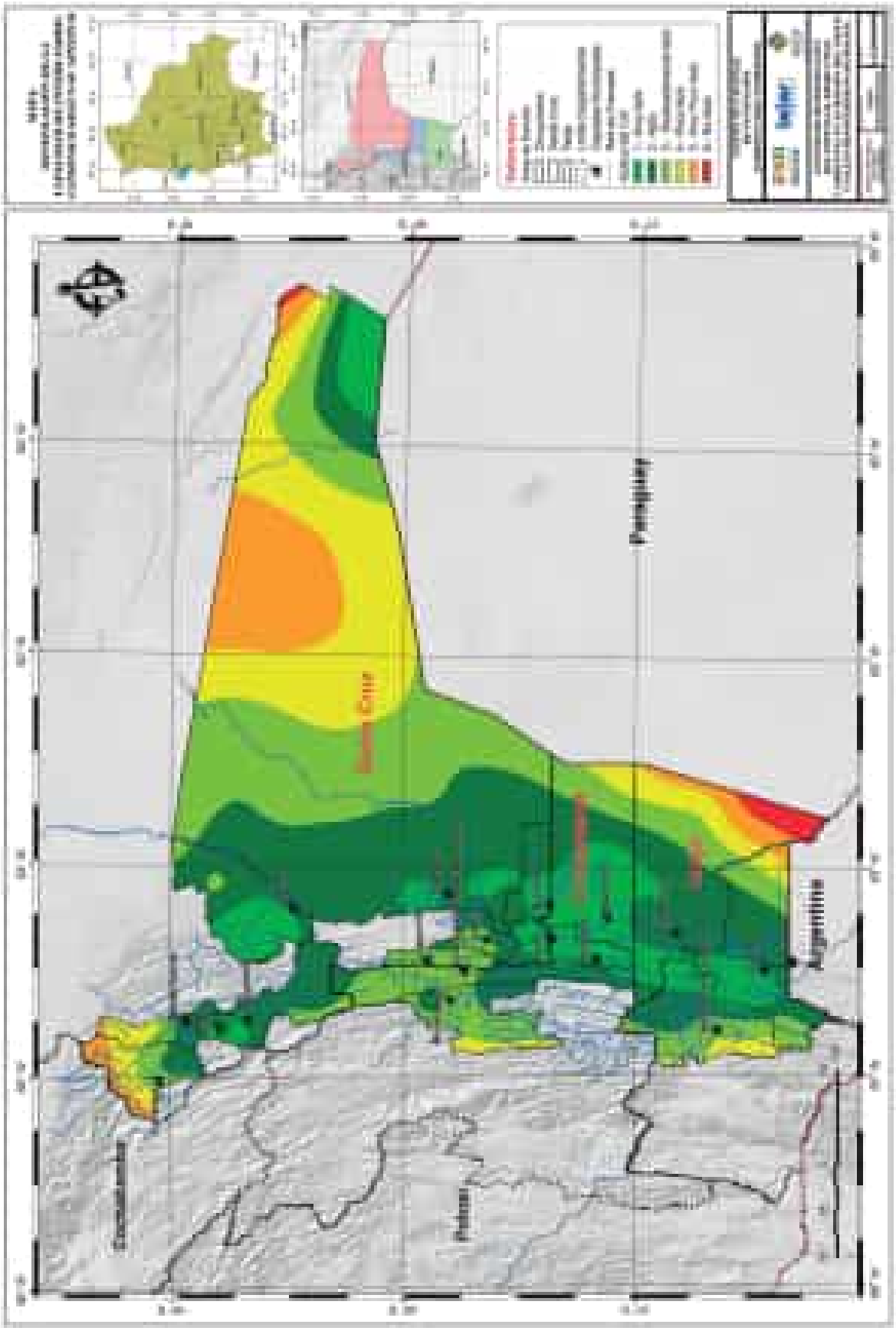
La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es la medida de cationes que un suelo puede retener, y su valor está relacionado con la cantidad y tipo de arcillas y el contenido de materia orgánica en el suelo (INPOFOS, 1997). Los cationes intercambiables se dividen en básicos (calcio, magnesio, sodio, potasio y amonio) y ácidos (aluminio e hidrógeno) (Castellanos J. 2023). Este mecanismo permite que los cationes sean retenidos temporalmente en el suelo y estén disponibles para las plantas.

Los suelos arcillosos, con una alta capacidad de intercambio catiónico, son más fértiles, ya que retienen mayor cantidad de cationes y reducen la pérdida por lixiviación. En contraste, los suelos arenosos tienen una capacidad de intercambio catiónico baja, lo que limita su capacidad de retener nutrientes. Asimismo, el incremento en el contenido de materia orgánica mejora la capacidad de intercambio catiónico, potenciando la fertilidad del suelo y su capacidad de proporcionar nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal. Áreas según su aptitud de la capacidad de intercambio catiónico.

Tabla 119. Áreas según su aptitud de la Capacidad de Intercambio Catiónico

N°	Clases de aptitud	Área km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	15936.55	12.37
2	Apto	41127.40	31.92
3	Moderadamente apto	35647.63	27.66
4	Poco apto	23261.66	18.05
5	Muy poco apto	11718.54	9.09
6	No apto	1163.09	0.90
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 41. Zonificación de la Capacidad de Intercambio Catiónico según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC), medida en meq/100g, clasifica los suelos en seis niveles según su rango. La clase muy apto (> 45 meq/100g) abarca el 12.37 % del área (15936.55 km^2), mientras que la clase apto (35.1 - 45 meq/100g) comprende el 31.92 % (41127.40 km^2). Las clases moderadamente apto (20.1 - 35 meq/100g) y poco apto (10.1 - 20 meq/100g) representan el 27.66 % (35647.63 km^2) y 18.05 % (23261.66 km^2), respectivamente. Por su parte, las clases muy poco apto (5.1 - 10 meq/100g) y no apto (< 5 meq/100g) cubren el 9.09 % (11718.54 km^2) y 0.90 % (1163.09 km^2) del área total. En general, los suelos con una CIC entre 20 y 45 meq/100g (clases muy alto, alto y medio) constituyen el 72 % del territorio, mientras que los suelos con una CIC menor a 20 meq/100g (clases bajo, muy bajo y extremadamente bajo) abarcan el 28 %. Los suelos con una CIC baja (0 - 20 meq/100g) son predominantemente arenosos o francos arenosos, con bajo contenido de materia orgánica y menor capacidad para retener cationes, lo que reduce su fertilidad. Por el contrario, los suelos con una CIC moderada a alta (20 - 45 meq/100g) suelen ser francos, franco arcillosos o arcillosos, con mayor materia orgánica, lo que incrementa su capacidad de retención de nutrientes y agua, mejorando la fertilidad y la eficiencia de los fertilizantes. La CIC, influenciada por el tipo de arcillas y la materia orgánica, puede mejorarse mediante la adición de estos elementos en proporciones recomendadas.

5.2.8 Nitrógeno total

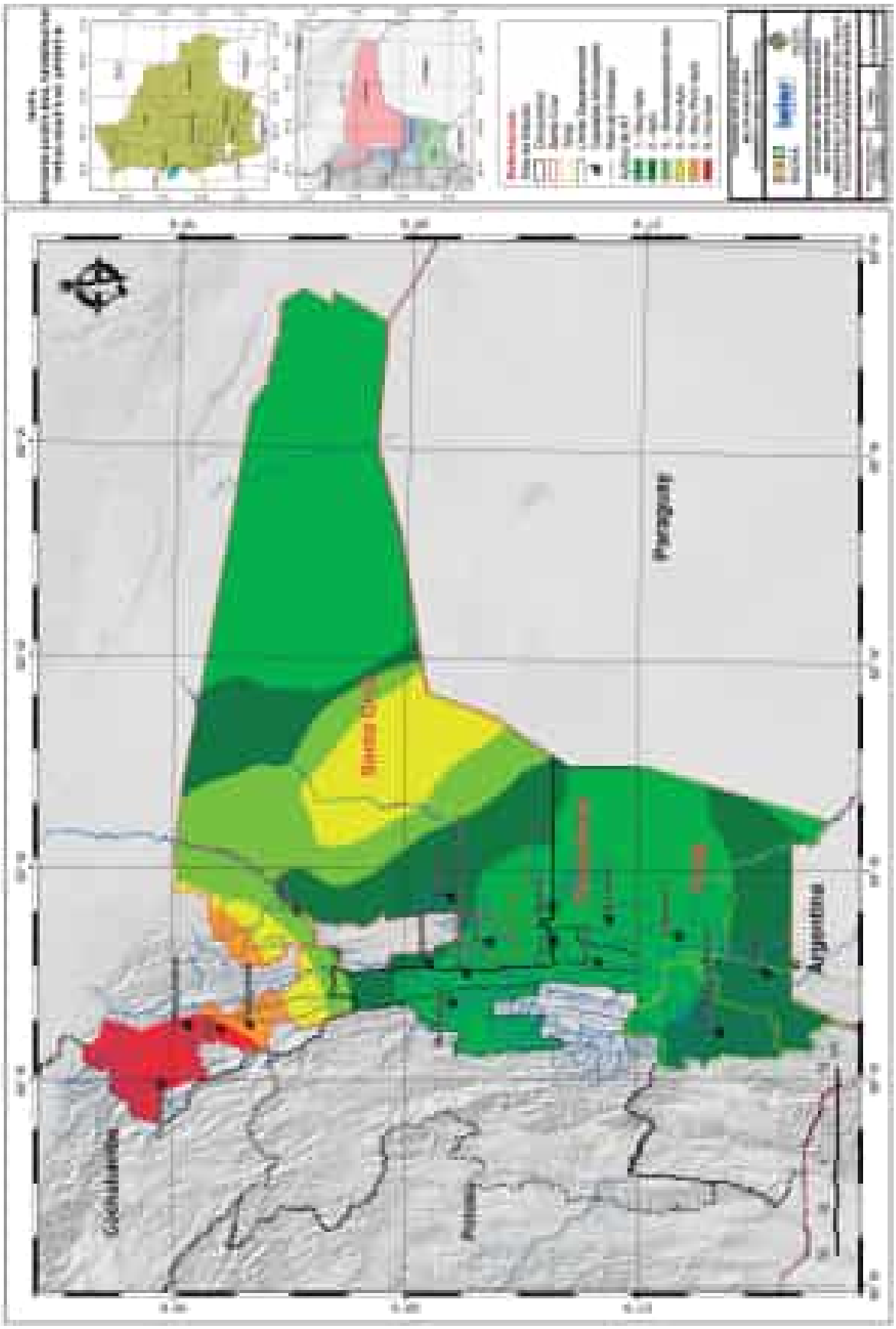
La disponibilidad de nitrógeno en el suelo depende de la mineralización de la materia orgánica por parte de los microorganismos, la cual es favorecida en pH cercanos a 7, donde la población de bacterias encargadas de la nitrificación y fijación de nitrógeno es alta. La disponibilidad del nitrógeno en el suelo cambia en función de todos los aportes y pérdidas presentes en el suelo. Estos procesos son variables y actúan de forma localizada en cada sistema de producción, por lo que es necesario analizar el suelo para conocer la cantidad de este nutrimento en forma disponible. Esta información nos permitirá determinar los requerimientos de nutrientes (fertilizantes), para obtener los rendimientos máximos esperados por cultivo, establecido en cada zona de producción.

Tabla 120. Áreas según su aptitud de Nitrógeno

N°	Clases de aptitud	Área km^2	Porcentaje (%)
1	Muy apto	63028.93	48.91
2	Apto	29635.91	23.00
3	Moderadamente apto	17411.35	13.51
4	Poco apto	11910.93	9.24
5	Muy poco apto	2084.79	1.62
6	No apto	4782.95	3.71
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como resultado de la zonificación en el **Mapa 42** de aptitud “Nitrógeno Total (NT)”, se tiene los siguientes datos relevantes, área con clase aptitud muy apto 63028.93 km^2 que representa 48.91 % del área total de intervención, área con clase de aptitud apto 29635.91 km^2 que representa 23.00 % del área total de intervención, área con clase de aptitud moderadamente apto 17411.35 km^2 que representa 13.51 % del área total de intervención, área con clase de aptitud poco apto 11910.93 km^2 que representa 9.24 % del área total de intervención, área con clase de aptitud muy poco apto 2084.79 km^2 que representa 1.62 % del área total de intervención y el área con clase de aptitud no apto 4782.95 km^2 que representa 3.71 % del área total de intervención.



Mapa 42. Zonificación del Nitrógeno Total según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Considerando que el nitrógeno en el suelo es fundamental para el crecimiento de las plantas y para que los cultivos sean productivos, se tiene determinado las clases de aptitud muy apto y apto con un área de 92664.84 km^2 que representa 71.91 % del área total de intervención, con disponibilidad del nutriente (nitrógeno total) en los suelos para la producción de cultivos.

El nitrógeno forma parte alrededor del 5 % de la materia orgánica, la cantidad de nitrógeno total en el suelo está estrechamente relacionada a la cantidad de materia orgánica. El porcentaje de nitrógeno en la porción mineral del suelo varía entre 0.02 % a 0.4 % (500 a 10000 kg/ha) con un promedio de 0.14 % que equivale a 3600 kg/ha de nitrógeno total.

Con respecto a las clases de aptitud moderadamente apto, poco apto, muy poco apto y no apto los suelos para la producción agrícola en su mayoría disponen de bajos contenidos de nitrógeno total, su presencia en estos suelos está estrechamente ligada al contenido de materia orgánica, hacia el oeste parte de la Región de los Valles Mesotérmicos aproximadamente un 35 % a 45 % de los suelos agrícolas contienen menos de 2600 kg/ha de nitrógeno total (menos de 50 kg/ha de nitrógeno disponible), hacia el este en la región de la llanura de Santa Cruz los contenidos de nitrógeno total son bajos en alrededor del 95 % de los suelos actualmente cultivados, oscilando los valores entre 2600 a 3900 kg/ha de nitrógeno total, equivalentes aproximadamente entre 50 a 80 kg/ha de nitrógeno disponible para los cultivos.

Lo anterior no es satisfactorio ni suficiente para el desarrollo normal de la mayoría de los cultivos de alto rendimiento, el nitrógeno del suelo es una fuente agotable y disminuye en cantidad, conforme abastece y contribuye netamente a la nutrición de las plantas que crecen y se desarrollan en ese suelo.

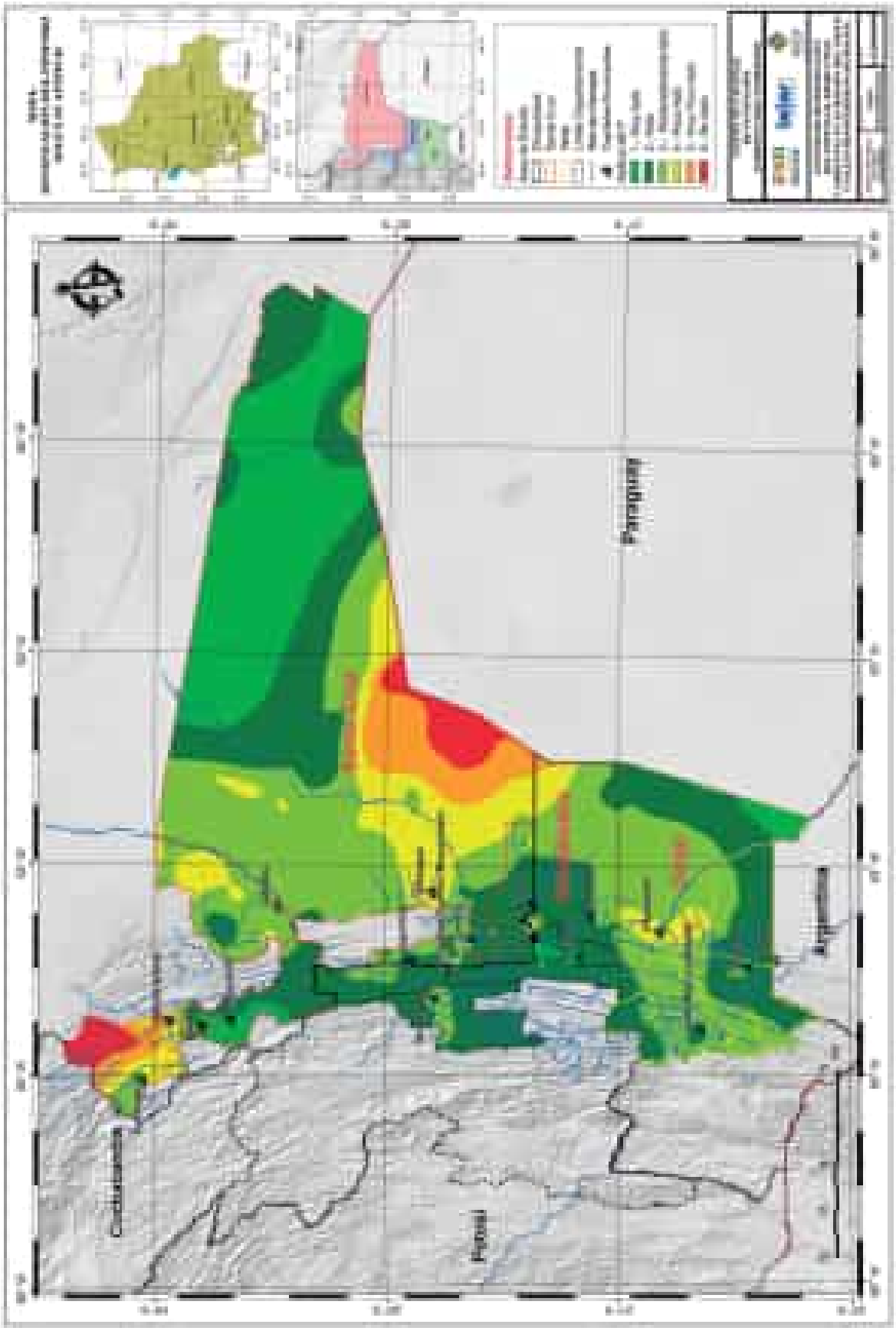
La deficiencia de nitrógeno en el suelo es corregible, a través de la fertilización con abonos nitrogenados orgánicos o minerales. También se puede incorporar materia orgánica fresca o humificada al suelo en base a un análisis de suelo con fines de fertilidad, puesto que las consecuencias de un exceso de nitrógeno son la eutrofización, acidificación, toxicidad, volatilización, etc.

5.2.9 Fósforo

El fósforo (P) es uno de los nutrientes esenciales más importantes en la agricultura, este elemento, junto con otros como el nitrógeno (N), el manganeso (Mn), el zinc (Zn) y el potasio (K), es clave para aumentar la calidad del suelo e impulsar el crecimiento y fortalecimiento vegetal, obteniendo como resultado cultivos con una mayor rentabilidad y capacidad productiva.

El fósforo es uno de los agentes principales que hacen posible la fotosíntesis. Además de ayudar a las plantas a convertir y procesar la energía del sol, también favorece el transporte y la absorción de otros nutrientes esenciales como el nitrógeno. De esta forma, cuando hay una deficiencia de fósforo, se puede observar que el cultivo es menos vigoroso y las hojas pueden estar débiles y de color violeta debido a que la fotosíntesis no se está realizando adecuadamente.

Por otro lado, el fósforo es un nutriente vital en la agricultura, dado que contribuye en gran medida al crecimiento de los cultivos. Una cantidad adecuada de fósforo en las plantas ayuda a que su desarrollo sea más sano y fuerte, promoviendo la floración y que la maduración de los frutos se produzca antes.



Mapa 43. Zonificación del Fósforo según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 121. Áreas según su aptitud de Fósforo

N°	Clases de aptitud	Área km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	23826.98	18.49
2	Apto	40169.86	31.17
3	Moderadamente apto	41733.19	32.39
4	Poco apto	13198.86	10.24
5	Muy poco apto	6272.18	4.87
6	No apto	3653.78	2.84
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En base a la matriz de zonificación, y empleando los rangos definidos para cada clase de aptitud, se generó el **Mapa 43** de zonificación del "Fósforo (P)", obteniendo los siguientes datos de importancia, área con clase de aptitud muy apto 23826.98 km² que representa 18.49 % del área total de intervención, área con clase de aptitud apto 40169.86 km² que representa 31.17 % del área total de intervención, área con clase de aptitud moderadamente apto 41733.19 km² que representa 32.39 % del área total de intervención, área con clase de aptitud poco apto 13198.86 km² que representa 10.24 % del área total de intervención, área con clase de aptitud muy poco apto 6272.18 km² que representa 4.87 % y el área con clase de aptitud no apto 3653.78 km² que representa 2.84 % del área total de intervención.

Como resultado, a partir de las clases de aptitud muy apto y apto se tiene un área 63996.84 km² que representa el 49.66 % del área total de intervención con disponibilidad de fósforo soluble en los suelos para ser tomadas por las plantas. La clase de aptitud moderadamente apto que representa 32.39 % del área total de intervención con bojo contenido de fósforo soluble en el suelo para la asimilación de las plantas cultivadas. A partir de las clases de aptitud poco apto, muy poco apto y no apto que representan el 17.95 % del área total de intervención con insuficientes (muy bajos) contenidos de fósforo soluble para la asimilación de las plantas cultivadas. Después del nitrógeno, el fósforo es el segundo elemento esencial más importante en la nutrición de las plantas, es un elemento trascendental en la funcionalidad de los vegetales, pues forma parte de un gran número de compuestos orgánicos esenciales, donde están los aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y la clorofila, este último sumamente importante para una adecuada fotosíntesis, sin dejar de mencionar que es un elemento implicado en todos los procesos de transferencia de energía.

La roca madre o material madre define los contenidos de fósforo en el suelo, y por lo general se reportan concentraciones de fósforo de 200 a 5000 ppm (Lindsay,1979). Pero el inconveniente es que la mayor parte de este contenido se encuentra en formas no disponibles o asimilables para las plantas. De manera, que sólo es una pequeña porción la que verdaderamente está disponible para que sea tomada por las plantas, y en varios casos, insuficiente para abastecer la producción comercial de un cultivo, sobre todo de cultivos altamente demandantes del elemento.

Esta porción de fósforo que está inmediatamente disponible es la que se encuentra en la solución del suelo y es de apenas unas décimas de ppm de fósforo; pero afortunadamente hay otras fracciones de fósforo que ayudan en la nutrición de las plantas, las cuales se denominan lábiles y pueden estar en un momento disponibles para ser tomadas por las plantas. Tisdale y otros (1993), también indica que hay un marcado efecto del clima en la disponibilidad de fósforo

en el suelo, siendo las zonas más húmedas las que presentan mayores problemas de deficiencia de fósforo, tal es el caso de determinadas áreas que corresponden a los municipios de Charagua, Muyupampa, Comarapa, Pampagrande y Cabezas. En cuanto a su movilidad en el suelo, el fósforo es prácticamente inmóvil y las plantas pueden tomarlo en dos formas químicas conocidas como ortofosfato primario (H_2PO_4 -) y ortofosfato secundario (HPO_4 =); las proporciones de toma por las plantas de estas formas de fósforo está fuertemente definido por el pH del suelo. La poca movilidad del fósforo en el suelo implica que conforme se vaya aplicando fuertes cantidades del elemento mediante fertilizantes o insumos orgánicos, se irá acumulando en el suelo y el contenido disponible para las plantas, por ende, también incrementará. Tal es así, que después de varios años aplicando fósforo, llegará un momento donde la carga del elemento en el suelo será suficiente para producir cultivos sin ningún problema durante varios años, hasta reducir el nivel del elemento en el suelo a valores inferiores al nivel crítico y ya sea necesario aportarlo mediante fertilizantes.

5.2.10 Potasio

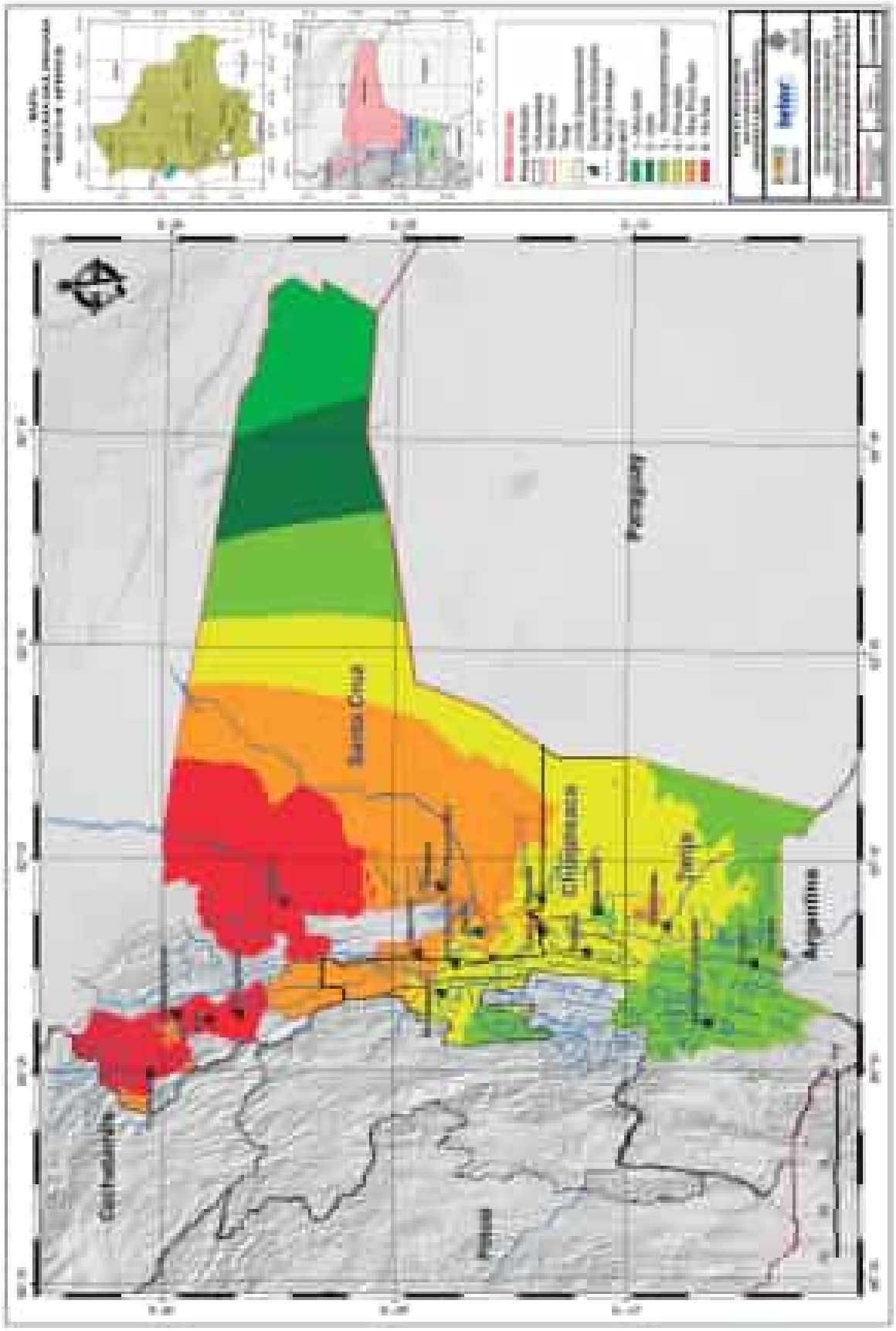
El potasio en el suelo se encuentra en cuatro formas, las cuales difieren en su disponibilidad de potasio para los cultivos. De mayor a menor disponibilidad esta el, potasio en solución, potasio intercambiable, potasio no intercambiable y potasio mineral (García y Quinke, 2012). La fijación del potasio en la solución del suelo es mínima y rápidamente es absorbido por las plantas por estar inmediatamente disponible. Cuando este potasio es absorbido y extraído por las plantas, es renovado y restituido inmediatamente por la cesión de formas menos fácilmente accesibles ubicadas en las zonas de adsorción de los coloides minerales y orgánicos del suelo. El proceso de fijación de potasio es común en suelos que en su constitución mineralógica contienen principalmente arcillas del tipo illitas y esmectitas. Cuando a estos suelos se les agrega potasio proveniente de fertilizantes, en realidad este ocupa en primera instancia los lugares interlaminares.

Por otro lado, cuando los sitios de fijación se encuentran poco saturados, el ingreso de potasio al sistema puede implicar una disminución de la disponibilidad actual del nutriente para el cultivo, pero una fuente de reserva futura. Aunque la anterior es quizá la principal razón de fijación de potasio, ésta también puede surgir por factores térmicos, que producen la apertura de las estructuras de los minerales micáceos, favoreciendo la liberación de este elemento y la saturación potásica del suelo. Los valores de potasio fijado aumentan a un nivel máximo, después del cual los valores de fijación suelen ya modificarse poco debido a la saturación de los sitios del complejo de intercambio. Por esta razón, es importante estudiar los mecanismos responsables de la fijación - liberación de cada suelo para poder implementar estrategias de manejo de la fertilidad buscando incrementar la eficiencia de la fertilización potásica (Conti, 2004).

Tabla 122. Áreas según su aptitud de Potasio

N°	Clases de aptitud	Área km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	7774.63	6.03
2	Apto	8768.09	6.80
3	Moderadamente apto	25614.08	19.88
4	Poco apto	35375.39	27.45
5	Muy poco apto	30554.65	23.71
6	No apto	20768.02	16.12
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



Mapa 44. Zonificación del Potasio según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El potasio (K+) es un macronutriente esencial para las plantas, las cuales necesitan cantidades elevadas de este nutriente, incluso semejantes a las necesidades del nitrógeno en algunos casos. Cumple un papel importante en la activación de más de 60 enzimas que actúan en diferentes procesos metabólicos, dentro de los más importantes están la fotosíntesis y la síntesis de proteínas y carbohidratos. Actúan en el balance en agua y en el crecimiento meristemático (Mengel y kirkby, 1987). En términos prácticos significa que el potasio actúa sobre el crecimiento vegetativo, fructificación, maduración y calidad de los frutos.

Con la generación del **Mapa 44** de aptitud del "Potasio (K)", se lograron los siguientes datos más sobresalientes según las clases de aptitud, área con clase de aptitud muy apto 7774.63 km^2 que representa 6.03 % del área total de intervención, área con clase de aptitud apto 8768.09 km^2 que representa 6.80 % del área total de intervención, área con clase de aptitud moderadamente apto 25614.08 km^2 que representa 19.88 % del área total de intervención, área con clase de aptitud poco apto 35375.39 km^2 que representa 27.45 % del área total de intervención, área con clase de aptitud muy poco apto 30554.65 km^2 que representa 23.71 % del área total de intervención y el área con clase de aptitud no apto 20768.02 km^2 que representa 16.12 % del área total de intervención. Las clases de aptitud muy apto y apto con un área de 16542.72 km^2 que representa 12.83 % del área total de intervención que corresponde hacia el este del municipio de Charagua, un porcentaje bajo dentro del área de referencia con relación a las demás clases de aptitud. De acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos los resultados está dentro del rango 0.51 a 0.81 meq de K intercambiable/100gr de suelo establecido en la matriz de zonificación, equivalentes a 510 a 810 kg/ha de K intercambiable, lo que lo ubica dentro de la clasificación como respuesta del cultivo muy alto, suficiente para satisfacer los requerimientos de cualquier cultivo de alto rendimiento.

La clase de aptitud moderadamente apto 25614.08 km^2 que representa 19.88 % del área total de intervención, que corresponde hacia el este el municipio de Charagua, al oeste el municipio de Monteagudo y hacia el sur los municipios de Entre Ríos, Caraparí y Yacuiba. Según el informe de laboratorio, se tiene como resultado para esta clase de aptitud que está dentro del rango 0.21 a 0.50 meq de K intercambiable/100gr de suelo establecido en la matriz de zonificación, equivalentes a 210 a 500 kg/ha de K intercambiable, lo que lo ubica dentro de la clasificación como respuesta del cultivo alto, suficiente para satisfacer los requerimientos de la mayoría de los cultivos establecidos. A partir de las clases de aptitud poco apto, muy poco apto y no apto 86698.06 km^2 que representa 67.28 % del área total de intervención que corresponde en gran parte a los Valles Mesotérmicos del departamento de Santa Cruz, al este los municipios de Cabezas y Charagua y hacia el sur gran parte de los municipios de Boyuibe, Huacaya, Macharetí y Villamontes. Según el informe de laboratorio, se tiene como resultado para estas clases de aptitud que está dentro del rango 0.10 a 0.20 meq de K intercambiable/100gr de suelo establecido en la matriz de zonificación, equivalentes a 100 a 200 kg/ha de K intercambiable, lo que lo ubica dentro de la clasificación como respuesta del cultivo muy bajo para satisfacer sus requerimientos.

La cantidad de potasio en la solución del suelo es mínima y rápidamente es absorbido por las plantas por estar inmediatamente disponible. Cuando este potasio es absorbido y extraído por las plantas, es renovado y restituido inmediatamente por la cesión de formas menos fácilmente accesibles ubicadas en las zonas de adsorción de los coloides minerales y orgánicos del suelo. El proceso de adsorción - desorción es el que repone y equilibra la concentración de potasio de la solución del suelo (Conti, s/f). Cuando la concentración potásica de la solución ha disminuido hasta un mínimo (potasio intercambiable mínimo), el mismo es liberado de las Inter láminas de las arcillas (potasio fijado) para reponer el potasio de la solución del suelo. Ante la fuerte extracción de potasio por los cultivos, el potasio no intercambiable juega un papel fundamental en la nutrición potásica cuando la forma intercambiable es insuficiente, pero es importante

aclarar que el potasio no intercambiable pasa a la solución con mucha menor velocidad que el intercambiable. En resumen, entendemos por potasio fijado al potasio no intercambiable, el cual se encuentra acumulado en el espacio interlaminar de las arcillas. Cuando hablamos de fijación, debe entenderse en un sentido relativo, ya que el potasio fijado puede estar luego disponible para ser absorbido por las raíces de las plantas.

5.2.11 Materia orgánica

La importancia de la materia orgánica en el suelo va a incidir en la fertilidad del mismo, al permitir el crecimiento y desarrollo de cualquier vegetal. Su origen natural viene de la descomposición de los restos de seres vivos que se depositan sobre el suelo, en un proceso en el que intervienen la temperatura, el agua y determinados organismos vivos (lombrices, insectos, microorganismos, etc.).

Durante este proceso degradativos se forma de un complejo de macromoléculas en estado coloidal, constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc.,, sobre el que continúa la degradación y síntesis. De esta forma podemos encontrarnos con tres tipos de materia orgánica, materia orgánica fresca, compuesta de restos de plantas y desperdicios domésticos relativamente recientes, con un alto contenido de azúcares y un alto valor energético. Materia orgánica parcialmente descompuesta, con un importante contenido orgánico y de nutrientes, haciendo de compost o fertilizante. Materia orgánica descompuesta, no contiene demasiados nutrientes, pero favorece la absorción del agua en los suelos. La presencia de esta materia orgánica en descomposición en los suelos es importante para el aporte de nutrientes que necesita la vegetación, pero, también, para mantener unas adecuadas propiedades físico - químicas del suelo (pH, permeabilidad, absorción, conservación y temperatura).

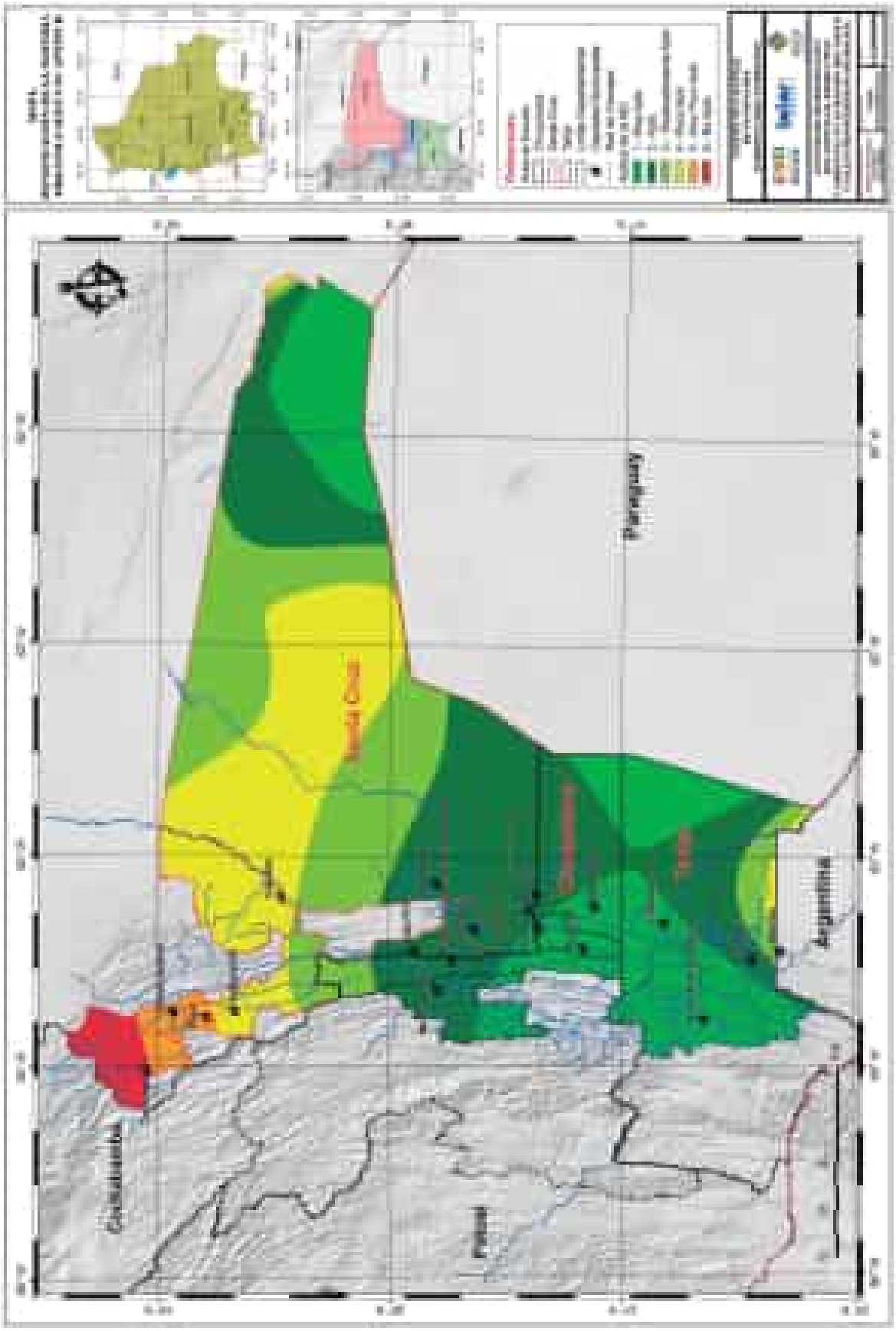
La materia orgánica contribuye a oscurecer el color del suelo y, con ello, a absorber las radiaciones y regular la temperatura. También ayuda a estabilizar la estructura y permeabilidad del suelo, aumenta su capacidad de retención de agua, reduce la erosión hídrica y eólica, y protege de la contaminación al absorber plaguicidas y otros contaminantes que podrían infiltrarse hacia aguas subterráneas. Ahora bien, la presencia de materia orgánica en el suelo es escasa y no suele superar el 2% del peso seco. Un porcentaje que aún es menor cuando se trata de suelos explotados, con la consiguiente pérdida de fertilidad de los mismos. Esto ha motivado la búsqueda de formas de aportar materia orgánica extra a los suelos, estos aportes se vienen realizando mediante la incorporación de rastrojos, rotaciones de cultivo, aporte de abonos verdes, cubiertas vegetales, o bien la fabricación y aplicación de compost o fertilizantes orgánicos obtenidos a partir de residuos orgánicos de diferente origen.

Tabla 123. Áreas según su aptitud de la Materia Orgánica

N°	Clases de aptitud	Área km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	29137.77	22.61
2	Apto	40533.80	31.46
3	Moderadamente apto	27703.54	21.50
4	Poco apto	26661.84	20.69
5	Muy poco apto	2108.00	1.64
6	No apto	2709.90	2.10
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Mapa 45. Zonificación de la Materia Orgánica según su aptitud



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Resultado de la interpretación del **Mapa 45** de aptitud del contenido del % de la sistemas de información geográfica materia orgánica (MO) en el suelo y su disponibilidad para su aprovechamiento por las plantas de los cultivos, se tiene un área con clase de aptitud muy apto 29137.77 km^2 que representa 22.61 % del área total de intervención, área con clase de aptitud apto 40533.80 km^2 que representa 31.46 % del área total de intervención, área con clase de aptitud moderadamente apto 27703.54 km^2 que representa 21.50 % del área total de intervención, área con clase de aptitud poco apto 26661.84 km^2 que representa 20.69 % del área total de intervención, área con clase de aptitud muy poco apto 2108.00 km^2 que representa 1.64 % del área total de intervención y el área con clase de aptitud no apto 2709.90 km^2 que representa 2.10 % del área total de intervención. La clase de aptitud muy apto con el 22.61 % del área total de intervención, que corresponde a regiones dentro los municipios, hacia el este el municipio de Charagua, hacia el oeste el municipio de Monteagudo, y hacia el sur los municipios de Huacaya, Macharetí, Villamontes y Entre Ríos.

Con respecto al contenido de materia orgánica de los suelos, tomamos como base los resultados del análisis de suelos en laboratorio y la matriz de zonificación establecido. Según el resultado del análisis de suelos, está dentro del rango mayor a 4.21 % de contenido de materia orgánica en los suelos, que corresponde dentro de la clasificación muy alto contenido de materia orgánica suficiente para satisfacer los requerimientos de cualquier cultivo de alto rendimiento y donde no se requiere aplicar nitrógeno para su mantenimiento.

La clase de aptitud apto con 31.46 % del área total de intervención, que corresponde a regiones dentro los municipios, hacia el este el municipio de Charagua, hacia el oeste los municipios de Monteagudo, Muyupampa, al norte el municipio de Lagunillas y hacia el sur los municipios de Camiri, Cuevo, Boyuibe, Caraparí y Macharetí. Según el resultado del análisis de suelos, está dentro del rango 2.41 a 4.20 % de contenido de materia orgánica en los suelos, que corresponde dentro de la clasificación alto contenido de materia orgánica para satisfacer los requerimientos de los cultivos y donde no se requiere aplicar o incorporar nitrógeno para mantenimiento.

La clase de aptitud moderadamente apto con 21.50 % del área total de intervención, que corresponde a regiones dentro los municipios, al sur parte del municipio de Yacuiba, al noreste el municipio de Cabezas y Charagua. Según el resultado del análisis de suelos, está dentro del rango 1.81 a 2.40 % de contenido de materia orgánica en los suelos, que corresponde dentro de la clasificación moderado contenido de materia orgánica para satisfacer los requerimientos de los cultivos y donde se requiere aplicar o incorporar nitrógeno para mantenimiento.

A partir de las clases de aptitud poco apto, muy poco apto y no apto con 24.43 % del área total de intervención, que corresponde a regiones dentro los municipios, al noreste parte del municipio de Cabezas, al noroeste los municipios de Vallegrande, Pampagrande y Comarapa. Según el resultado del análisis de suelos, están dentro de los rangos de menos 0.6 a 1.80 % de contenido de materia orgánica en los suelos, que corresponde dentro de la clasificación bajo contenido de materia orgánica en los suelos donde se tiene una ligera a moderada respuesta del cultivo.

5.2.12 Calcio

En el suelo, este elemento es el responsable, en conjunto con las sustancias húmicas, de la agregación de las partículas. Asimismo, en la planta tiene un rol similar, ya que participa principalmente en la conservación de la integridad de las células, es decir, impide que los tejidos de la planta, principalmente frutos, se degraden con facilidad. El calcio se encuentra presente en el suelo en muchas formas, principalmente como carbonatos, silicatos, yeso u otros compuestos

minerales. La forma orgánica del calcio en el suelo se presenta en la materia orgánica, la cual proviene de los residuos vegetales aportados. Por lo tanto, el contenido en calcio en el suelo depende principalmente de los materiales de origen (rocas) y del grado de meteorización y lixiviación que ha ocurrido en el suelo a través de los años. Además, el calcio es el único elemento que permite desplazar el sodio de las partículas del suelo.

Por lo tanto, el análisis de suelos es primordial para diseñar un adecuado manejo nutrimental del calcio en el suelo, desde un encalado para mejorar su disponibilidad hasta prácticas específicas que favorezcan un balance adecuado para un óptimo desarrollo de los cultivos. Las deficiencias de calcio en los suelos están generalmente asociadas a efectos de acidez del suelo. También pueden ser causadas por una baja disponibilidad del calcio o debido a un estrés hídrico que tiene como resultado bajas tasas de transpiración.

Tabla 124. Áreas según su aptitud de Calcio

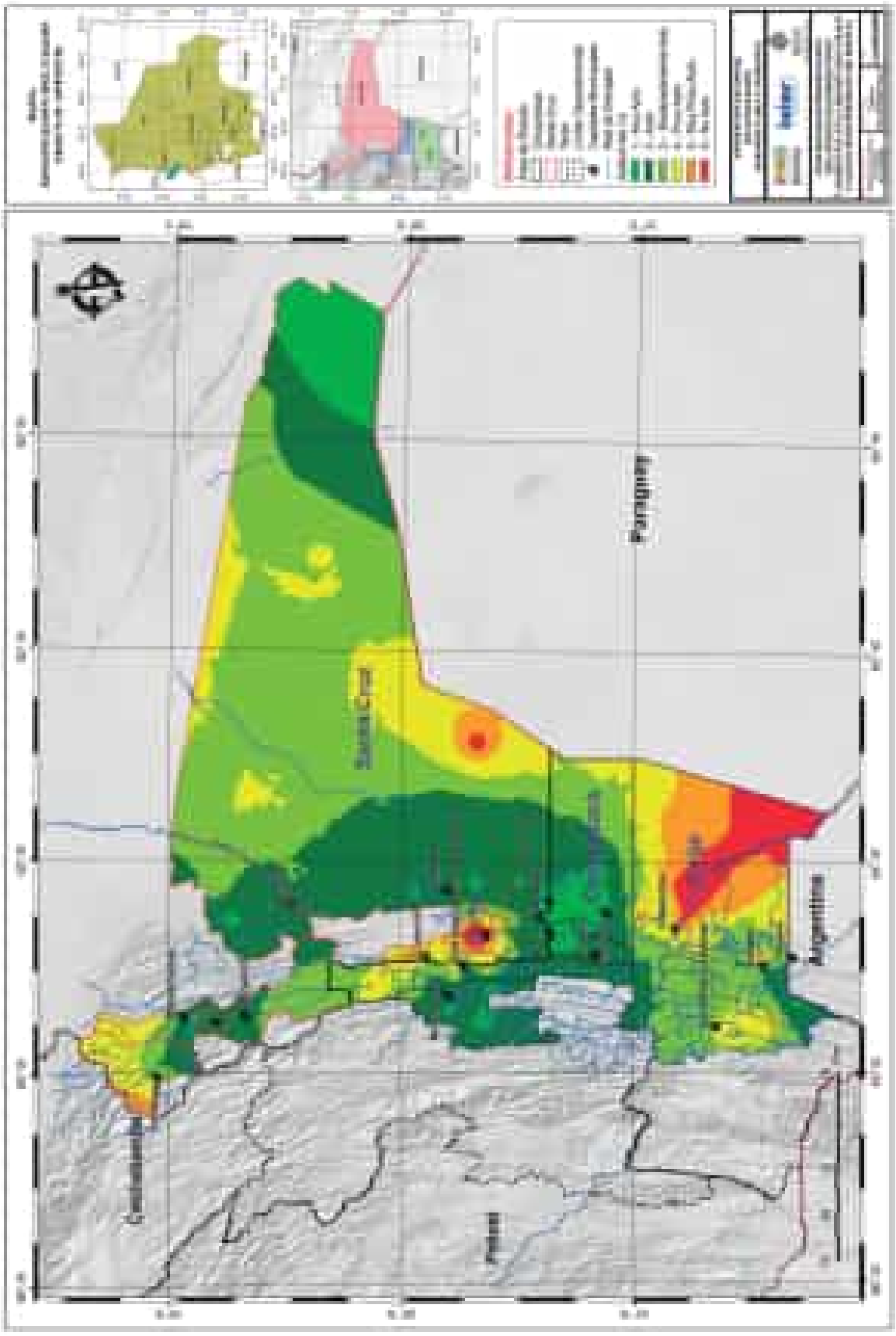
N°	Clases de aptitud	Área km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	9201.62	7.14
2	Apto	36824.29	28.58
3	Moderadamente apto	51517.52	39.98
4	Poco apto	20496.77	15.91
5	Muy poco apto	6437.84	5.00
6	No apto	4376.81	3.40
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Luego de la interpretación del **Mapa 46**, el contenido de calcio en el suelo y su disponibilidad para su aprovechamiento por las plantas de los cultivos, se tiene un área con clase de aptitud muy apto 9201.62 km² que representa 7.14 % del área total de intervención, área con clase de aptitud apto 36824.29 km² que representa 28.58 % del área total de intervención, área con clase de aptitud moderadamente apto 51517.52 km² que representa 39.98 % del área total de intervención, área con clase de aptitud poco apto 20496.77 km² que representa 15.91 % del área total de intervención, área con clase de aptitud muy poco apto 6437.84 km² que representa 5.00 % del área total de intervención y el área con clase de aptitud no apto 4376.81 km² que representa 3.40 % del área total de intervención. Se establece un área 46025.91 km² con clases de aptitud muy apto y apto que representa 35.72 % del área total de intervención. Los niveles de calcio intercambiable de acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos están dentro del rango establecido en la matriz de zonificación que es mayor a 5.0 meq de Ca intercambiable/100gr de suelo, lo que lo ubica dentro de la clasificación como moderado.

Un área 51517.52 km² con clase de aptitud moderadamente apto que representa 39.98 % del área total de intervención. El nivel de calcio intercambiable de acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos está dentro del rango establecido en la matriz de zonificación que va de 1.5 a 2.9 meq de Ca intercambiable/100gr de suelo, lo que lo ubica dentro de la clasificación como bajo.

El área de 31311.42 km² con clases de aptitud poco apto, muy poco apto y no apto, que representa 24.31 % del área total de intervención. El nivel de calcio intercambiable de acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos está dentro del rango establecido en la matriz de zonificación que va de menos 0.2 a 1.4 meq de Ca intercambiable/100gr de suelo, lo que lo ubica dentro de la clasificación como muy bajo.



Mapa 46. Zonificación del Calcio según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las plantas absorben el calcio del suelo a través de las raíces y lo transportan a través de la xilema, junto con el agua. Este proceso es pasivo y no requiere energía. El calcio es un elemento que tiene funciones estructurales en las paredes celulares de las plantas, también es necesario para el crecimiento de las plantas. Para que las plantas absorban el calcio, es importante que el suelo tenga niveles adecuados de este elemento. El contenido de calcio en el suelo depende de los materiales de origen y del grado de meteorización. La deficiencia de calcio en las plantas puede manifestarse clorosis en las hojas, enrollamiento de las hojas, muerte de puntos de crecimiento, manchas en los frutos, ablandamiento de los tejidos. Para evitar la deficiencia de calcio, se puede estimular el sistema radicular, controlar la fertilización, aplicar calcio por vía foliar.

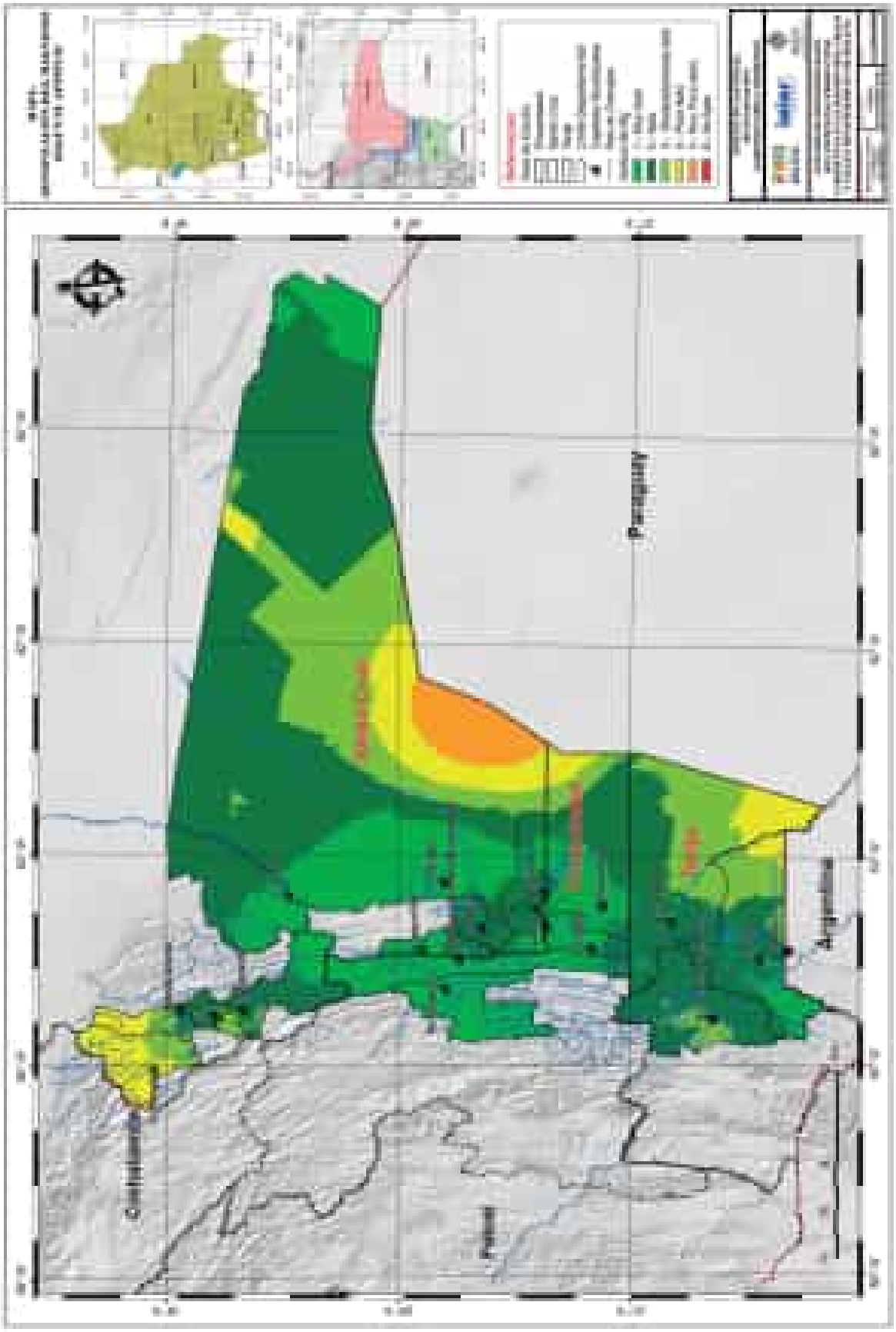
5.2.13 Magnesio

El Magnesio es un nutriente esencial para las plantas. Es fundamental para una amplia gama de funciones en los vegetales, como la intervención en la síntesis de xantofilas y carotenos, activador de varias enzimas particularmente aquellas involucradas en el metabolismo de carbohidratos y proteínas, contribuyendo a la mantención de una turgencia óptima de las células y participando en la formación de carbohidratos en la planta. Uno de los papeles más importantes del Magnesio se encuentra en el proceso de la fotosíntesis, ya que es un componente básico de la clorofila, la molécula que provee a las plantas su color verde. La deficiencia de Magnesio, por lo tanto, se transforma en un factor importante que limita la producción de cultivos. Las formas de Magnesio (Mg) en los suelos, está presente en tres formas:

1. Magnesio en la solución del suelo. Está en equilibrio con el Magnesio intercambiable y está fácilmente disponible para las plantas
2. Magnesio intercambiable. Está es la fracción más importante para determinar el Magnesio disponible. Esta fracción consiste en el Magnesio adsorbido electrostáticamente a las partículas de arcilla y materia orgánica, su liberación depende del efecto que tiene la absorción de un Mg++ en la solución del suelo en el equilibrio con la fracción intercambiable
3. Magnesio no intercambiable. Es un componente de los minerales primarios en el suelo. Está en la red de cristal que es la base estructural directa de los silicatos del suelo. El proceso de descomposición de los minerales en el suelo es muy lento, por lo tanto, esta fracción de Magnesio no está disponible para las plantas. Por lo tanto, tan solo las dos primeras fracciones son disponibles para las plantas.

En el contexto del crecimiento de las plantas, el magnesio es indispensable para el mantenimiento de procesos fisiológicos óptimos. Influye directamente en el desarrollo y funcionamiento del sistema radicular de la planta, facilitando la absorción eficiente de agua y nutrientes esenciales del suelo.

Luego del análisis de la generación del **Mapa 47** de aptitud de “Magnesio (Mg)” se obtuvieron los siguientes datos relevantes según las clases de aptitud, área con clase de aptitud muy apto 28445.64 km^2 que representa 22.08 % del área total de intervención, área con clase de aptitud apto 62839.41 km^2 que representa 48.77 % del área total de intervención, área con clase de aptitud moderadamente apto 22931.09 km^2 que representa 17.80 % del área total de intervención, área con clase de aptitud poco apto 10710.30 km^2 que representa 8.31 % del área total de intervención, área con clase de aptitud muy poco apto 3763.51 km^2 que representa 2.92 % del área total de intervención y área con clase de aptitud no apto 164.91 km^2 que representa 0.13 % del área total de intervención.



Mapa 47. Zonificación del Magnesio según su aptitud

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 125. Áreas según su aptitud del Magnesio

N°	Clases de aptitud	Área km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	28445.64	22.08
2	Apto	62839.41	48.77
3	Moderadamente apto	22931.09	17.80
4	Poco apto	10710.30	8.31
5	Muy poco apto	3763.51	2.92
6	No apto	164.91	0.13
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Se determino el área 91285.05 km² con clases de aptitud muy apto y apto que representa 70.85 % del área total de intervención. Los niveles de magnesio intercambiable de acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos están dentro del rango establecido en la matriz de zonificación que es mayor a 4.2 meq de Mg intercambiable/100gr de suelo, lo que lo ubica dentro de la clasificación como alto.

Área 22931.09 km² con clase de aptitud moderadamente apto que representa 17.80 % del área total de intervención. El nivel de magnesio intercambiable de acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos está dentro del rango establecido en la matriz de zonificación que va de 0.7 a 0.9 meq de Mg intercambiable/100gr de suelo, lo que lo ubica dentro de la clasificación como bajo.

El área de 14638.72 km² con clases de aptitud poco apto, muy poco apto y no apto, que representa 11.36 % del área total de intervención. El nivel de magnesio intercambiable de acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos está dentro del rango establecido en la matriz de zonificación que va de menos 0.1 a 0.6 meq de Mg intercambiable/100gr de suelo, lo que lo ubica dentro de la clasificación como muy bajo.

La deficiencia del Mg en los suelos es más común y se presentan a menudo en suelos arenosos de pH ácidos, que están dentro las clases de los niveles de aptitud de referencia. El Mg contenido en el suelo proviene de la descomposición de minerales, los suelos ubicados en climas templados presentan rangos de concentración de 5 a 50 ppm y en suelos de climas áridos oscila entre 120 a 2400 ppm.

Las pérdidas por lixiviación dependen de la concentración del elemento en el suelo y del régimen de lluvias, los valores reportados van desde 5 hasta 68 kg/ha/año de pérdidas, siendo los suelos de textura arenosa los más afectados. Las fertilizaciones excesivas de potasio pueden disminuir la disponibilidad de Mg, al igual que un exceso de Ca inhibe la absorción del elemento y también se puede perder por efecto de la erosión.

La deficiencia de magnesio en las plantas puede provocar crecimiento deficiente, hojas amarillentas, lesiones cloróticas entre las nervaduras. Para mejorar la disponibilidad de magnesio en el suelo, se pueden aplicar fertilizantes o abonos que lo contengan.

5.2.14 Conductividad eléctrica

La CE del suelo se mide por unidad de longitud, como metros o centímetros. Valores más altos de CE indican una mayor concentración de sales, lo que puede ser perjudicial para los cultivos. La CE del suelo puede variar por muchos factores, como la temperatura, el tipo de sustrato, la humedad, la salinidad, la irrigación, los fertilizantes, la profundidad del sustrato.

La CE del suelo es un indicador general de calidad y fertilidad del suelo. La conductividad eléctrica (CE) es la capacidad de la solución del suelo para transportar corriente eléctrica en función del contenido de sales disueltas o ionizadas en la solución (USDA,1999). Por lo tanto, a mayor CE, mayor es la concentración de sales. Esta propiedad química del suelo permite seleccionar tipo de cultivo y variedad a establecer de acuerdo con su tolerancia a los niveles de salinidad en el suelo, el sistema de cultivo ya sea surcos o en melgas, y la intensidad y/o frecuencia del riego. Las elevadas concentraciones de sales en el suelo reducen el desarrollo radical en algunos cultivos.

El exceso de sales en el suelo afecta la concentración de iones dentro del tejido de la planta, lo que puede provocar toxicidad o deficiencia de los nutrimentos en el cultivo. Las unidades utilizadas para medir la (CE) son dS/m (decisiemens por metro). Esta medida es equivalente a la que anteriormente se utilizaba (mmhos/cm).

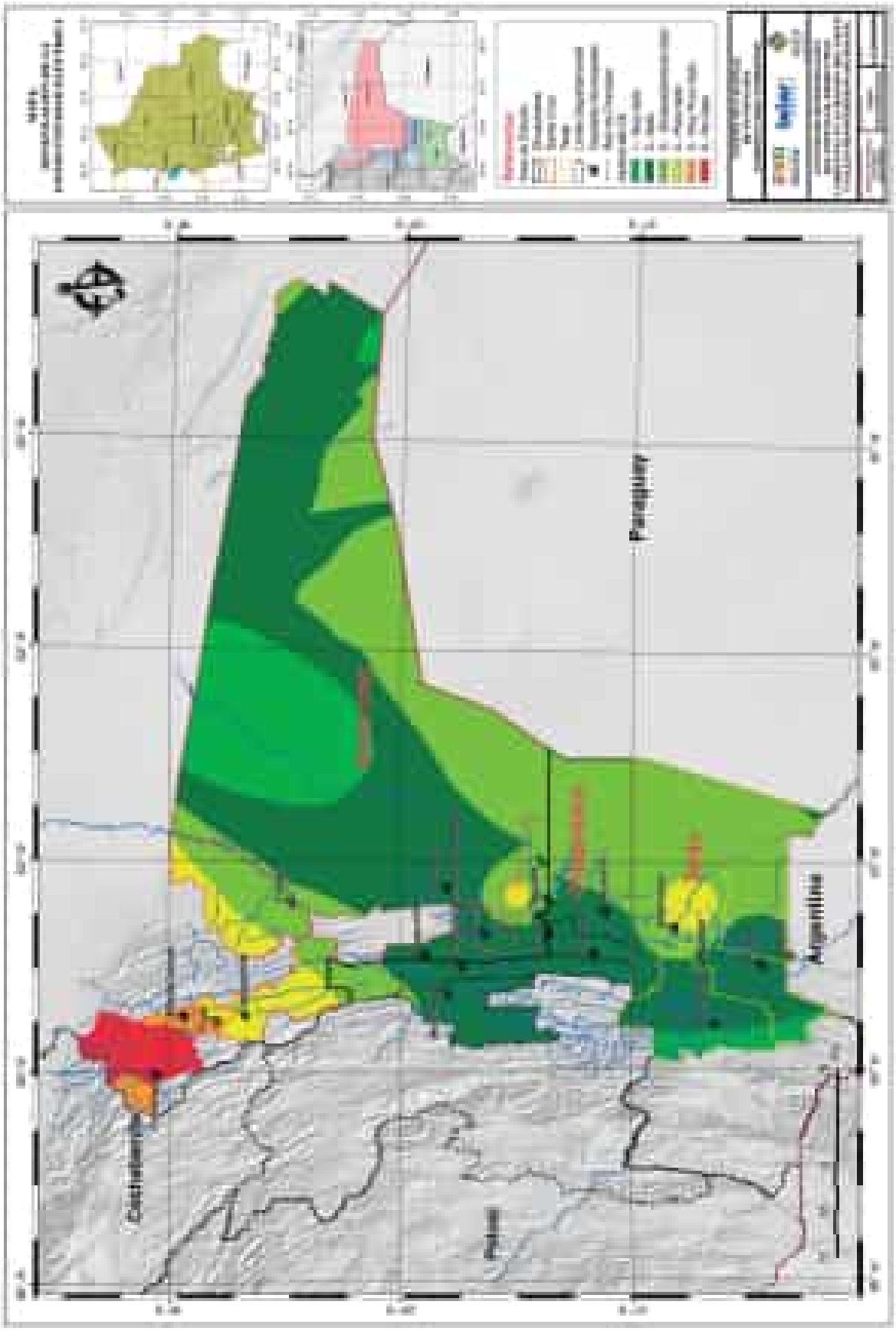
Tabla 126. Áreas según su aptitud de la Conductividad Eléctrica

N°	Clases de aptitud	Área km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	16044.20	12.45
2	Apto	58629.59	45.50
3	Moderadamente apto	43671.66	33.89
4	Poco apto	6061.35	4.70
5	Muy poco apto	1300.76	1.01
6	No apto	3147.30	2.44
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Del **Mapa 48** generado con las clases de aptitud de conductividad eléctrica (CE) del suelo, se tiene como resultado los siguientes datos de importancia, área con clase de aptitud muy apto 16044.20 km² representa el 12.45 % del área total de intervención, área con clase de aptitud apto 58629.59 km² que representa el 45.50 % del área total de intervención, área con clase de aptitud moderadamente apto 43671.66 km² que representa 33.89 % del área total de intervención, área con clase de aptitud poco apto 6061.35 km² que representa 4.70 % del área total de intervención, área con clase de aptitud muy poco apto 1300.76 km² que representa 1.01 % del área total de intervención y el área con clase de aptitud no apto 3147.30 km² que representa 2.44 % del área total de intervención.

Se determino un área aproximada de 74673.79 km² con clases de aptitud muy apto y apto que representa el 57.95 % del área total de intervención. La capacidad de conductividad eléctrica según los resultados del laboratorio de suelos está dentro del rango establecido en la matriz de zonificación que es menor 1.0 dS/m de CE en el suelo, lo que le ubica dentro la clasificación de grados de salinidad en la clase A, con una conductividad de 0 a 2 dS/m, suelos libres de sales y no presentan restricción para ningún cultivo priorizado.



Mapa 48. Zonificación de la Conductividad Eléctrica

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Existe un área de 43671.66 km² con clase de aptitud moderadamente apto que representa el 33.89 % del área total de intervención. La capacidad de conductividad eléctrica según los resultados del laboratorio de suelos está dentro del rango establecido en la matriz de zonificación que es 0.21 - 0.50 dS/m de CE en el suelo, lo que le ubica dentro la clasificación de grados de salinidad en la clase A, esta clase posee una conductividad de 0 a 2 dS/m, suelos libres de sales. Por lo tanto, se tiene suelos libres de sales y no presentan restricción para ningún cultivo priorizado.

Los suelos con alto contenido de agua conducen mejor la electricidad que los suelos secos, los suelos arcillosos y los suelos francos poseen más agua durante periodos de tiempo más largos que los suelos arenosos. Esto es así debido al tamaño y textura de las partículas del suelo. Los suelos arcillosos son muy buenos conductores, el suelo franco es un tipo de suelo con partículas de tamaño promedio, pero el suelo posee un alto contenido de material orgánico. Los materiales orgánicos pueden retener grandes cantidades de agua. El agua retenida y la humedad extra ayudan a que el suelo franco sea un buen conductor de electricidad.

El área de 10509.41 km² con clases de aptitud poco apto, muy poco apto y no apto, que representa 8.15 % del área total de intervención. La capacidad de conductividad eléctrica según los resultados del laboratorio de suelos está dentro del rango establecido en la matriz de zonificación que va de 1.6 - > 4.6 dS/m de CE en el suelo, lo que le ubica dentro la clasificación de grados de salinidad en la clase B, en este grupo la conductividad de 2 a 4 dS/m, suelos moderadamente salinos, que representa restricción para algunos de los cultivos priorizados.

Para el manejo de suelos moderadamente salinos y su tratamiento, se debe considerar la calidad del agua de riego, prácticas de riego y condiciones de drenaje. Los suelos salinos se pueden recuperar con riegos “pesados” (altas cantidades de agua aplicada) para lavar las sales solubles hacia horizontes más profundos y mantenerlas fuera del área radical.

5.2.15 Cruce de variables para la zonificación de zonas aptas

A través de la zonificación agroecológica, se ha logrado identificar las áreas con mayor vocación para las actividades agrícolas relacionados con los cultivos priorizados, para lo cual se llegó a utilizar valores, rangos y clases de aptitud establecidas en la matriz de zonificación. Se logró comparar los requerimientos de los cultivos referidos con el clima, relieve y edafología, para cuantificar satisfactoriamente los requerimientos cubiertos y en consecuencia se determinó la clase de aptitud del área con potencial para los cultivos priorizados.

El análisis de las variables se lo realizo de manera independiente y consecuentemente se lo integro mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando el programa ArcGIS para obtener los siguientes resultados (ver **Mapa 49**).

Tabla 127. Áreas según su aptitud con cruce de todas las variables

N°	Clases de aptitud	Área km²	Porcentaje (%)
2	Apto	25584.51	19.86
3	Moderadamente apto	93294.17	72.40
4	Poco apto	7204.43	5.59
5	Muy poco apto	2771.74	2.15
Total		**128854.86**	**100.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Mapa 49. Zonificación agroecológica

La clase aptitud apto es de 25584.51 km^2 que representa 19.86 % del área total de intervención, la clase de aptitud moderadamente apto con un área de 93294.17 km^2 que representa 72.40 % del área total de intervención, la clase de aptitud poco apto con un área de 7204.43 km^2 que representa 5.59 % del área total de intervención y la clase de aptitud muy poco apto con un área de 2771.74 km^2 que representa 2.15 % del área total de intervención.

El suelo con clase de aptitud moderadamente apto, tiene el mayor porcentaje del área total de intervención con el 72.40 %, la clase de aptitud apto con el 19.86 % del área total de intervención siendo más representativo con relación de los demás niveles de aptitud determinados.

La clase **apto**, tiene la predominancia de temperaturas optimas promedio que oscilan entre los 18 - 22 °C para que la planta pueda crecer correctamente y dar su fruto, con rangos de precipitación que satisfacen los requerimientos hídricos de los cultivos priorizados. Áreas con pendientes entre 0 - 3 % dentro del rango ideal para la producción de los cultivos y además este grado de pendiente tiene la probabilidad de riesgo de erosión bajo y con alta eficiencia de drenaje. Los suelos identificados como aptos, están con rangos de pH entre 6.1 y 7.5, rango considerado ideal para la mayoría de cultivos hortícolas y frutales, ya que no presenta problemas de manejo y permite una máxima disponibilidad de nutrientes esenciales.

Según Castellanos J, (2023), el rango óptimo de 6.0 a 6.5, permitiendo un equilibrio nutricional favorable para diversos cultivos agrícolas. Tienen una CIC moderada a alta (20 - 45 meq/100g), son suelos francos, francos arcillosos y francos arenosos, con mayor porcentaje de materia orgánica, lo que incrementa su capacidad de retención de nutrientes y agua, mejorando la fertilidad y la eficiencia de los fertilizantes.

Respecto a la disponibilidad de nitrógeno en niveles convenientes, disponibilidad de fósforo soluble en los suelos para ser tomadas por las plantas, el potasio en niveles de respuesta de los cultivos según clasificación muy alto, suficiente para satisfacer los requerimientos de cualquier cultivo de alto rendimiento, y finalmente con CE en los suelos libres de sales y no presentan restricción para ningún cultivo priorizado.

La clase **moderadamente apto**, se encuentra con niveles de altitud entre los 1400 y 1800 m., con un rango de pendientes de 3 - 5 %, no se tiene problemas de erosión, el pH fluctúa en un rango de 5.6 a 6.0. Suelos que de manera decreciente presentan valores moderadamente bajos de capacidad de intercambio catiónico (CIC), lo que más sensibles en la retención de nutrientes y menos fértiles. Los niveles de nitrógeno total son bajos, son suelos con bajo contenido de fósforo soluble para la asimilación de las plantas cultivadas y con adecuado contenido de K intercambiable.

En esta clase de aptitud los suelos presentan el contenido de materia orgánica dentro de la clasificación como moderado para satisfacer los requerimientos de los cultivos y donde se requiere aplicar o incorporar nitrógeno para mantenimiento. En lo referente al contenido de calcio intercambiable en estos tipos de suelos están dentro de la clasificación como bajo y con niveles de magnesio intercambiable también bajos. Concluyendo el análisis de las áreas con clase de aptitud moderadamente apto está determinado que las capacidades de conductividad eléctrica de los suelos son libres de sales. Por lo tanto, no presentan restricción para ningún cultivo priorizado.

La clase **poco apta** y **muy poco apta**, referente a la temperatura y precipitación van decreciendo en comparación a las clases de aptitud apto y moderadamente apto. En lo referente a la pendiente las áreas determinadas con clase de aptitud poco aptas presentan pendientes que fluctúa de

5 - 10 % por lo tanto presentan restricciones moderadas para la producción agrícola, las áreas con la clase de aptitud muy poco apto presentan pendientes mayores al 10 %.

Estas tierras son inadecuadas para cultivos debido al alto riesgo de erosión y a la dificultad para realizar labores agrícolas (Jarasiunas, 2016). La pendiente influye significativamente en el rendimiento agrícola, afectando el drenaje, la distribución del agua y la estabilidad del suelo. Por ello, se evaluó su impacto en la productividad, rentabilidad y manejo técnico de los cultivos priorizados en el área de estudio.

Presenta también altitudes que varían entre los 1800 y 2600 m., dentro del piso mesotérmico. Esta última zona, que incluye los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz con alta biodiversidad y una intensa explotación agrícola. Esta variable (altitud) es un factor determinante en la productividad agrícola, ya que influye directamente en el desarrollo y el rendimiento de los cultivos según sus requerimientos específicos. Los poco aptos son suelos de textura arcillosa, tienen un mayor contenido de arcilla, lo que los hace más compactos y menos aireados, aunque con buena capacidad para retener agua y nutrientes.

Sin embargo, su drenaje y manejo agrícola son más complicados, lo que limita su uso eficiente en actividades productivas. Consecuentemente, los suelos muy poco aptos (texturas FA y A), presentan suelos arenosos y francos arenosos, caracterizados por ser sueltos, bien aireados, pero con baja retención de agua y limitada disponibilidad de nutrientes. En estos suelos, las plantas suelen mostrar deficiencias de micronutrientes como boro (B) y molibdeno (Mo), mientras que los suelos de textura más fina contienen más zinc (Zn) en comparación con los arenosos (Echeverría H, 2024).

Los suelos catalogados poco aptos, tienen un pH que varía entre medianamente ácido a neutro y medianamente básico. Los suelos ácidos a neutros ofrecen una moderada disponibilidad de nutrientes con un bajo riesgo fitotóxico, siendo adecuados para muchos cultivos. Por otro lado, los suelos medianamente básicos presentan limitaciones en la disponibilidad de fósforo, boro, hierro, zinc, manganeso y cobre debido a la presencia de carbonato de calcio ($CaCO_3$), lo que afecta el rendimiento agrícola.

Los suelos muy poco aptos presentan condiciones extremas de acidez o alcalinidad. Los suelos muy ácidos pueden causar toxicidad por aluminio, exceso de metales como hierro y manganeso, y deficiencias de calcio, magnesio, fósforo y otros nutrientes esenciales, además de una baja actividad bacteriana.

Resaltar que los resultados logrados, son una herramienta ágil que les permitirá a los actores tomar decisiones relacionadas con el aprovechamiento óptimo de las potencialidades productivas de las regiones, con esta información les será posible adelantar acciones de generación tecnológica, capacitación y asistencia técnica en las diferentes áreas de aptitud identificados en los 18 municipios de las Regiones del Chaco y los Valles Mesotérmicos.

Capítulo

6

6 Potencial productivo

6.1 Cultivos priorizados

6.1.1 Cultivos priorizados por municipio

La priorización de cultivos en cada municipio se realizó mediante una metodología participativa y técnica en tres etapas clave. En la primera, se desarrollaron talleres locales con la participación de autoridades municipales, técnicos y representantes de asociaciones comunales para identificar cultivos relevantes según su contexto. En la segunda etapa, se levantó información primaria mediante entrevistas y encuestas directas a productores, recopilando datos sobre adaptación, rendimiento, calidad, mercado y rentabilidad de los cultivos. Finalmente, en la tercera etapa, se validó y refinó la información recolectada mediante análisis en gabinete, considerando superficies cultivadas, sistemas de riego y calendarios agrícolas. Esto permitió identificar cultivos con potencial productivo y comercial según las características locales de clima y suelos. A continuación, se presenta la **Tabla 128** con un resumen con los municipios, los tipos de vegetación o cultivos y su priorización.

Tabla 128. Cultivos priorizados por municipio

Municipio	Cultivos de porte bajo	Cultivos frutales	Cultivos forrajeros (pasturas)
Entre Ríos	Papa, maíz, maní.	Cítricos, vid (var. tempraneras), palta.	*Brachiaria brizanta, tanzania.*
Caraparí	Maíz, maní, papa.	Cítricos, vid (var. tempraneras), palta.	*Brachiaria Brizanta, gatton panic.*
Yacuiba	Maíz, soya, maní.	Vid (var. tempraneras), cítricos, palta.	*Gatton panic, brachiaria brizanta.*
Villamontes	Maíz, soya, sandía.	Cítricos, palta, papaya.	Gatton panic, sorgo forrajero.
Macharetí	Maíz, frejol, maní.	Cítricos, chirimoya.	*Gatton panic, pasto búfalo.*
Boyuibe	Maíz, zapallo, frejol.	Cítricos, palta.	*Gatton panic, sorgo forrajero.*
Cuevo	Maíz, frejol.	Cítricos, papaya.	*Gatton panic, sorgo forrajero.*
Huacaya	Maíz, maní, frejol.	Cítricos.	*Gatton panic, brachiaria brizanta.*

Municipio	Cultivos de porte bajo	Cultivos frutales	Cultivos forrajeros (pasturas)
Charagua	Maíz, frejol, cártamo.	Cítricos, palta.	*Gatton panic, sorgo.*
Camiri	Maíz, frejol, sandía.	Palta, cítricos.	*Gatton panic, brachiaria brizanta.*
Muyupampa	Maíz, frejol, maní.	Cítricos, manzana.	Brachiaria brizanta, gatton panic, b. ruziziensis.
Monteagudo	Maíz, maní, ají.	Cítricos, frutales de carozo y pepita.	Brachiaria brizanta, b. ruziziensis, gatton panic.
Lagunillas	Maíz, maní, frejol.	Cítricos.	*Brachiaria brizanta, gatton panic.*
Cabezas	Maíz, soya, frejol, ají.	Cítricos.	*Brachiaria brizanta, gatton panic.*
Pampagrande	Papa, tomate, frejol, arveja.	Palta, cítricos.	No hay priorización.
Comarapa	Papa, frutilla, cebolla, frejol.	Tumbo, uva, maracuyá.	No hay priorización.
El Trigal	Maíz, papa, maíz choclero.	Durazno, ciruelo, manzana, chirimoya.	No hay priorización.
Vallegrande	Maíz, papa, frejol, tomate.	Durazno, manzana, ciruelo, chirimoya.	Sorgo, gatton panic, brachiaria brizanta.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Nota: Monteagudo se destaca por su planta de transformación de frutales, que permitirá procesar productos de los municipios de Monteagudo, Muyupampa y Lagunillas.

6.1.2 Cultivos priorizados a nivel de región

Los cultivos priorizados a nivel de Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, son el resultado de la priorización de cada municipio, clasificados según orden de importancia según las repeticiones de priorización de cada cultivo, es decir que el mismo cultivo fue priorizado por diferentes municipios (repetición), lo que determino su primer lugar, en la **Tabla 129** y **Tabla 130** se muestra los cultivos según los rubros identificados.

6.1.3 Caracterización agrícola de cultivos priorizados

La caracterización agrícola de los cultivos priorizados abarcó el análisis de los requerimientos climáticos y edafológicos de un total de diecinueve (19) cultivos evaluados en el área de intervención del estudio, iniciando a partir de sus fases fenológicas y de parámetros relacionados con su diversidad de usos, su importancia para el consumo familiar, la demanda en el mercado y su rentabilidad económica, etc. Considerando estos criterios de análisis y los que se estableció en la matriz de priorización, se establece la priorización de 10 cultivos de importancia. La información bibliográfica existente sobre los requerimientos agroclimáticos y edafológicos fue recopilada y consolidada, siendo posteriormente evaluada por el equipo técnico del consultor. A partir de este proceso, se definieron los parámetros específicos a evaluar para cada cultivo priorizado.

Tabla 129. Matriz de criterios (rango de 1 a 5)

Análisis (Criterios)	Criterios	Peso (%)	Soya	Papa	Maní	Frijol	Maíz	Ají	Tomate	Sandía	Cítricos	Pastos
Edafoclimáticos	Temperatura	10.00	4.00	5.00	4.00	4.00	5.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00
	Precipitación											
	Pendiente %											
	Altura m.											
Superficie	Disponibilidad de tierras (superficies implementadas).	10.00	5.00	4.00	3.00	4.00	5.00	4.00	3.00	4.00	3.00	5.00

Análisis (Criterios)	Criterios	Peso (%)	Soya	Papa	Maní	Frijol	Maíz	Ají	Tomate	Sandía	Cítricos	Pastos
Población	Importancia en la dieta familiar y consumo animal.	15.00	3.00	3.00	4.00	3.00	5.00	4.00	4.00	3.00	4.00	5.00
	Mano de obra. (Disponibilidad de trabajadores agrícolas).	10.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	5.00	3.00	3.00	2.00
	Consumo local (Demanda de cultivos en la región).	10.00	3.00	4.00	4.00	5.00	5.00	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00
Económicos	Costos de producción (Semillas, fertilizantes, mano de obra, agua).	10.00	4.00	4.00	5.00	4.00	5.00	4.00	4.00	4.00	3.00	2.00
	Rentabilidad (Precios de mercado, retorno de inversión,).	15.00	5.00	4.00	5.00	5.00	3.00	4.00	3.00	3.00	4.00	3.00
Impacto ambiental	Conservación de la biodiversidad (Efecto sobre flora y fauna local).	10.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00
	Sostenibilidad (Uso de prácticas agrícolas sostenibles).	10.00	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	3.00	2.00	3.00	2.00	2.00
Ponderación Total (%)		**100.00**	**33.00**	**34.00**	**35.00**	**36.00**	**38.00**	**32.00**	**31.00**	**30.00**	**29.00**	**28.00**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Consecuentemente se establece los cultivos priorizados en orden de importancia, según los porcentajes registrados en la matriz de priorización.

Tabla 130. Cultivos priorizados

Nº	Cultivos priorizados	(%)
1	Maíz	38
2	Frijol	36
3	Maní	35
4	Papa	34
5	Soya	33
6	Ají	32
7	Sandía	31
8	Tomate	30
9	Cítricos	29
10	Pastos	28

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.1.4 Calendarios de cultivos priorizados

El calendario agrícola tiene que ver con las diferentes fechas de siembra y cosecha de cada uno de los cultivos priorizados, se diferencia los calendarios bajo riego y a secano según las zonas climatológicamente diferenciadas, esta información presentada corresponde a la experiencia de los actores locales adaptados a los contratiempos generados por el cambio climático.

Tabla 131. Calendario agrícola para los ocho (8) cultivos hortícolas

N°	Cultivos	Calendario agrícola											
		Invierno						Verano					
		Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
1	Maíz												
2	Frijol												
3	Mani												
4	Papa												
5	Soya												
6	Ají												
7	Sandía												

N°	Cultivos	Calendario agrícola											
		Invierno						Verano					
		Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
8	Tomate												

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 132. Calendario agrícola para cítricos especies frutales

N°	Frutales	Calendario agrícola											
		Invierno						Verano					
		Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
1	Cítricos												

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tabla 133. Calendario agrícola para pasturas

N°	Frutales	Calendario agrícola											
		Invierno						Verano					
		Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
1	Gagtton panic.												
2	Brachiaria brizanta (marandu).												
3	Brachiaria ruziziciencis (lechero).												

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.1.5 Caracterización agrícola de cultivos priorizados

La caracterización agrícola de los cultivos priorizados abarcó el análisis de los requerimientos climáticos y edafológicos de un total de diecinueve (19) cultivos evaluados, de los cuales se seleccionaron diez (10) como prioritarios:

1. Maíz
2. Frijol
3. Maní
4. Papa
5. Soya
6. Ají

7. Sandía
8. Tomate
9. Cítricos y
10. Pastos.

Para estos cultivos se llevó a cabo una evaluación detallada de sus fases fenológicas y de parámetros relacionados con su diversidad de usos, su importancia para el consumo familiar, la demanda en el mercado y su rentabilidad económica. La información bibliográfica existente sobre los requerimientos agroclimáticos y edafológicos fue recopilada y consolidada, siendo posteriormente evaluada por el equipo técnico del consultor y validada por la supervisión designada por la entidad contratante. A partir de este proceso, se definieron los parámetros específicos a evaluar para cada cultivo priorizado.

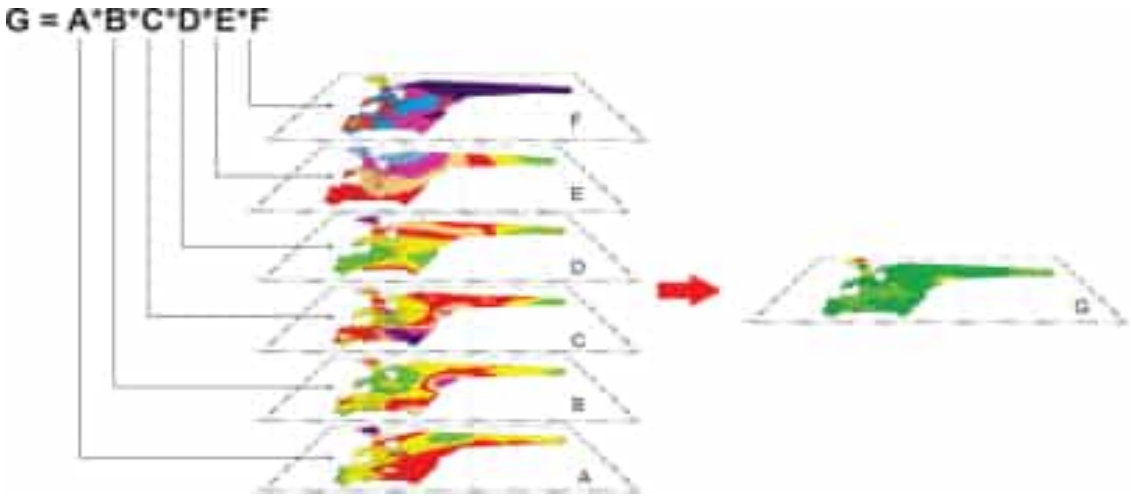
6.2 Metodología aplicada

Esta metodología describe el procedimiento para la elaboración de mapas de los cultivos priorizados, para lo cual se elaboró una matriz para cada cultivo con los requerimientos climáticos, relieve y edafológicos. La matriz se estructuro en base a los 14 parámetros seleccionados en la etapa de zonificación, siguiendo los requerimientos edafoclimáticos según los seis niveles de aptitud recomendados en los TdR.

6.2.1 Calculadora de mapas

El álgebra de mapas nos proporciona las herramientas necesarias para analizar capas ráster y obtener de ellas resultados derivados. Bien sea a partir de una capa, de dos, o de un tras de ellas, las funciones del álgebra de mapas definen un marco formal de procesos dentro del cual desarrollar los más diversos análisis (**Figura 14**). Se distingue cuatro tipos básicos de funciones; locales, focales, zonales y globales (Olaya, 2014).

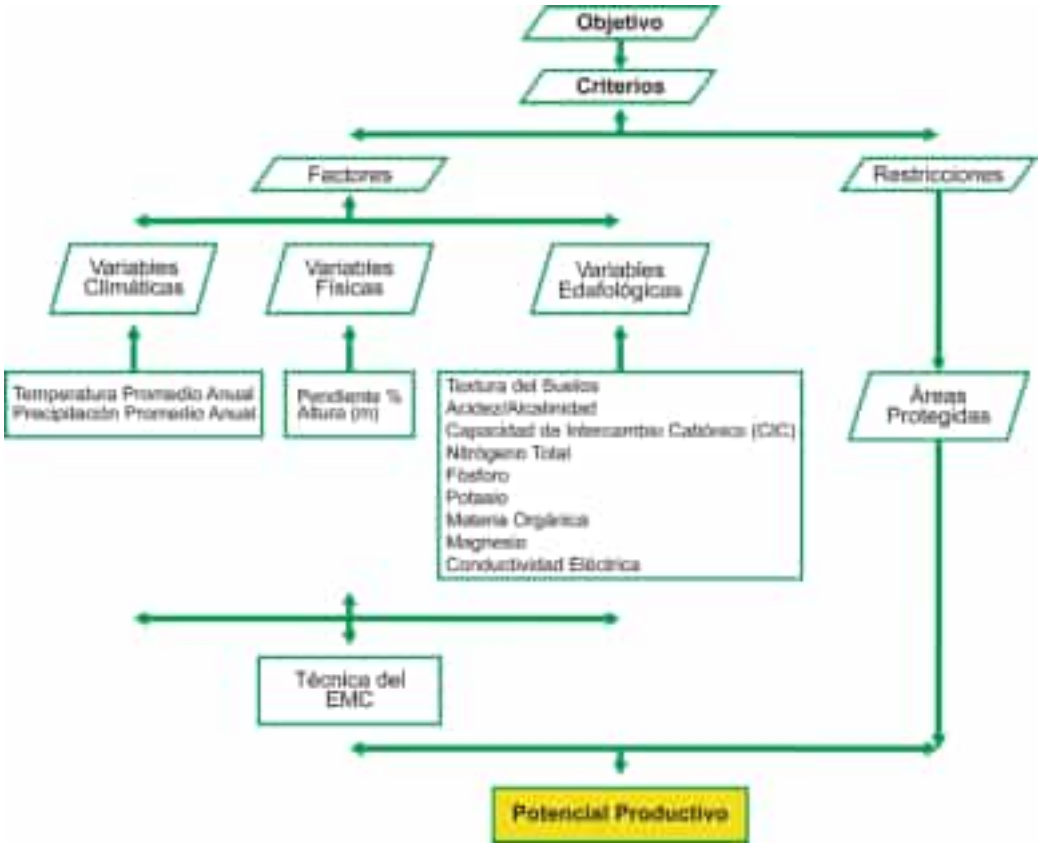
Figura 14. Superposición de capas



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El proceso secuencial que se sigue para el análisis Multicriterio por cultivo, es representado en la **Figura 15**.

Figura 15. Proceso para obtención de potencia productivo



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.2.2 Identificación de criterios

Para establecer estos criterios se tuvo en cuenta que criterios que fueran medibles y que se permitan analizar espacialmente y calificar.

6.2.3 Determinación de tamaño de celda

Se debe de determinar un tamaño de celda adecuado, con un mismo tamaño, la ventaja de usar un mismo tamaño de celda para todos los rásters es que el análisis de superposición será más exacto. El tamaño de resolución utilizada para determinar el potencial productivo fue de 12.5 m, en una escala de trabajo de 1:50000.

6.2.4 Reclasificación

Con la finalidad de obtener una categorización de los ráster, adaptando al requerimiento de los cultivos en función al nivel de aptitud se realizó la reclasificación con la herramienta *Reclasificar.* Mediante un corte del área de estudio, a través de la herramienta *Extracción por mascara* se uniformizó el sector de análisis*;* como también la categorización de las variables según el requerimiento de cada cultivo, así también asignando la aptitud al momento de reclasificar con la herramienta *Reclasificar.* Las condiciones para otorgar valores se basan en que aquellas celdas

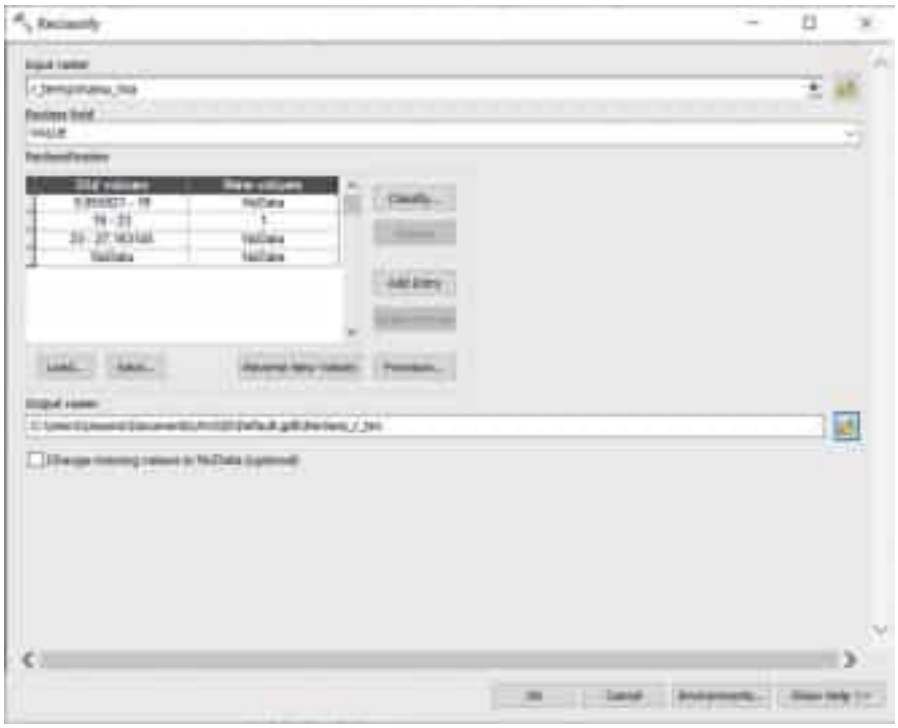
que sean útiles se otorga un valor de 1 y aquellas que no sirvan o van al descarte no se asigna un valor o se asigna la expresión ***Nodata***.

A través de consulta de expertos y bibliografía se esquematizó una matriz según el requerimiento de los cultivos, en la cual se reclasificó las variables en formato Ráster en función a la matriz asignada, tomando en cuenta solo los 1 (Muy Apto), asignando a las demás categorías que no se encuentren dentro del rango como *Nodata.*

A través de la herramienta **Reclassify** se optimiza la asignación de los valores "1" y *Nodata,* los rangos varían según el cultivo estudiado.

Esta acción se realiza en con todas las variables identificadas.

Figura 16. Ejemplo de reclasificación



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

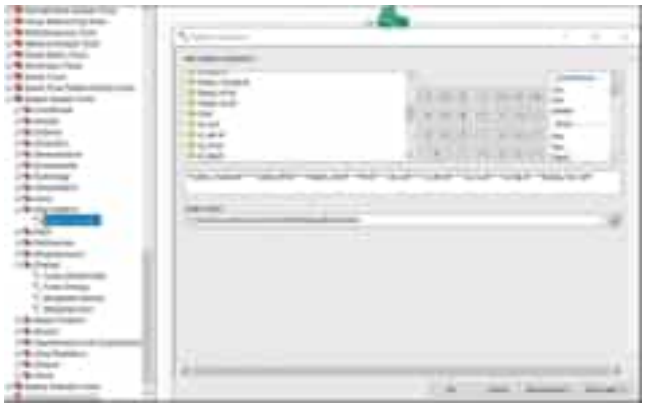
6.2.5 Análisis multicriterio

6.2.5.1 Superposición ráster

Mediante la herramienta *Álgebra de mapas*, todas las variables ordenadas y asignadas con el valor respectivo, tomando en cuenta el tamaño de píxeles se introduce todas las variables cuya área respectiva coincidan un tanto en cercanía.

Al momento de introducir en el *Ráster Calculador o Calculadora Ráster* junto con todas las variables, se obtiene como resultado un nuevo ráster de secciones donde los valores "1" coinciden simultáneamente.

Figura 17. Ejemplo de introducción de datos



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Tomando en cuenta las siguientes consideraciones; las variables ráster deben estar todas reclasificadas otorgando el valor identificado, facilitando la multiplicación de los ráster donde interpreta la repetición de las celdas clasificadas.

6.2.5.2 Transformación de ráster a polígonos

El resultado obtenido por el álgebra de mapas es en formato ráster, para un mejor análisis y obtención uniforme de resultado es importante la reclasificación, en la cual posteriormente se realiza la transformación de ráster a polígono, unificando los polígonos según la aptitud con la finalidad de minimizar la tabla de atributos.

6.2.5.3 Incorporación de restricciones

Aplica máscaras de exclusión para áreas no aptas, tales como las áreas protegidas departamentales, municipales; así también otras variables que se denominaría como restricciones para el análisis después del resultado.

6.2.6 Resultados

Como resultado se obtiene una capa poligonal con 1 categoría: 1: Apto; propias de cada cultivo, diferenciando las áreas protegidas, consideradas como áreas de restricción, con las respectivas superficies ocupadas en el área de estudio.

6.3 Potencial productivo de los cultivos priorizados

6.3.1 Cultivo del maíz

6.3.1.1 Aspectos generales

El maíz es el primer cultivo priorizado, son dieciséis (16) los municipios que tienen preferencia por este cultivo. El maíz es considerado uno de los más importantes dentro del área de intervención del presente estudio, debido a que se adapta ampliamente a las diversas condiciones ecológicas y edáficas. La producción de maíz (Zea mays) en Bolivia tiene un valor fundamental, ya que

compone uno de los ingredientes primordiales en la nutrición animal y en el consumo humano, se lo cultiva en casi en todas las regiones, especialmente en el Chaco y los Valles Mesotérmicos, propiamente en los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija.

Santa Cruz es el departamento con la producción de maíz más alta correspondiente en gran medida a grano duro para alimentación animal y su producción ocupa el 50.3%. Cochabamba representa el principal productor de maíz blanco de consumo humano y también es quien conserva mayor variedad genética, seguido por Chuquisaca y Tarija. (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras 2012). La variabilidad climática de este departamento determina fechas específicas de siembra que dividen la producción en campaña de verano comprendida por los meses de noviembre a enero, donde las condiciones climáticas pueden llegar a ser más benévolas mejorando los rendimientos; y campaña de invierno que no tiene significancia el cultivo del maíz, pero registra una importante área sembrada de sorgo, girasol y trigo entre otros.

Según el INE - MDRyT (2019), reporta las estadísticas del cultivo de maíz (en grano) de todo el territorio nacional, se cultivan 468080 ha, registrando un rendimiento promedio de 2.11 tn/ha. Menor al rendimiento levantado en este estudio.

Tal vez ello se deba en parte a la adopción de tecnología para su manejo. La literatura técnica recomienda rendimientos promedios de 4.15 tn/ha, (La estructura utilizada fue en base al cuadro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2013)) comparando con el rendimiento promedio del territorio nacional de (2.11 tn/ha) y el promedio registrado en el área de intervención (2.63 tn/ha), podemos deducir que los rendimientos obtenidos en la zona de estudio es más alto, sin embargo muy por debajo de la recomendación del rendimiento promedio de 4.15 tn/ha, por lo que se va a requerir una serie de elementos tecnológicos para incrementar los rendimientos del cultivo de maíz por ha.

6.3.1.2 Matriz del cultivo de maíz

Para la estructuración de la matriz del cultivo de maíz, se realizó la revisión bibliográfica especializada, artículos de investigación y publicaciones de entidades que se dedican a la investigación de la producción de maíz (grano). Revisada la información de las variables climáticas, de relieve y edafológicas relacionadas al cultivo, se lo distribuyo en seis niveles en función de su aptitud, son catorce las variables consideradas en la estructuración de la matriz del cultivo de maíz.

Tabla 134. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de maíz

Matriz cultivo del maíz								
I	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	< 28	24 - 28	22 - 24	20 - 22	18 - 20	16 - 18
2	Precipitación.	mm.	> 1600	1400 - 1600	1200 - 1400	1000 - 1200	800 - 1000	500 - 800
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %.	%	> 40 %	10 - 40 %	5 - 10 %	3 - 5 %	1 - 3 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	< 2500	2400 - 2000	2000 - 1600	1600 - 1200	1200 - 800	800 - 600
III	**Variables Edafológicas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F

Matriz cultivo del maíz								
6	Acidez/alcalinidad.	pH	0 - 4.0 - 10.9 - 13.0	4.5 - 5.0 - 9.6 - 10.0	5.1 - 5.5 - 8.6 - 8.8	5.8 - 6.0 - 8.0 - 8.2	6.1 - 6.3 - 7.7 - 7.9	6.1 - 7.5
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	< 5.5	5.5 - 10	10.7 - 17	20.8 - 34	41 - 35.8	> 41
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.02	0.02 - 0.03	0.09 - 0.14	0.18 - 0.19	0.27 - 0.21	> 0.27
9	Fósforo (P).	ppm	< 2.1	2.1 - 4.9	5.5 - 11	12.9 - 17	35 - 20.4	> 35
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.12	0.12 - 0.14	0.16 - 0.18	0.28 - 0.45	0.77 - 0.42	> 0.77
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.62	0.62 - 1.17	1.23 - 1.72	1.88 - 2.38	4.0 - 2.46	> 4.0
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.3	0.3 - 0.5	0.9 - 1.3	1.9 - 2.6	4.5 - 3.2	> 4.5
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	< 0.2	0.2 - 0.3	0.4 - 0.5	0.7 - 0.9	3.9 - 1.0	> 3.9
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/cm	> 4.2	3.2 - 4.2	1.7 - 2.9	0.23 - 0.47	1.1 - 1.4	< 1.1

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.1.3 Potencial productivo del cultivo de maíz

En base a la matriz de zonificación y la matriz propuesta para el cultivo de maíz, a través de la aplicación de la metodología, se cruzó las variables del territorio con las variables del requerimiento del cultivo. Una vez definidos los niveles para cada variable en orden de importancia, se generaron las capas digitales de cada variable.

A través de una herramienta de análisis **SIG** se realizan una serie de comparaciones de la relativa importancia de los factores para la adaptabilidad de los píxeles; este proceso de derivación de pesos consiste el mayor reto, ya que una serie de criterios tiene que ser tomado en consideración.

Los pesos son calculados hasta qué punto un factor o restricción es más importante que otro para la adaptabilidad de cada clase de aptitud. (Almeida, Duriavich, Napolitano, & Feoli, 2009). Como resultado se obtiene una capa poligonal con una categoría: 1: Alto potencial productivo; propio de cada cultivo, diferenciando las áreas de restricción (áreas protegidas), con las respectivas superficies ocupadas en el área de estudio.

Tabla 135. Áreas de aptitud para el cultivo de maíz

N°	Nivel de aptitud	Sin área protegida		Con área protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	10031.95	7.79	5085.26	3.95	15117.21	11.73
Total		**10031.95**	**7.79**	**5085.26**	**3.95**	**15117.21**	**11.73**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como resultado del análisis multicriterio para de determinación del potencial del cultivo de maíz, se determinó los siguientes datos relevantes (ver **Mapa 50**).

Área con potencial productivo, para el cultivo de maíz, representa 15117.21 km² aproximadamente el 11.73 % del área total de intervención, pero esta área tiene un área de restricción (áreas protegidas) con nivel de potencial productivo de 5085.26 km² que representa el 3.95 %, quedando un área efectiva con nivel de área potencial productivo de 10031.95 km² que representa el 7.79 % del área sin restricciones.

El nivel de potencial productivo, presenta condiciones similares a los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de maíz para lograr su máximo rendimiento, una determinada el área potencial para la producción del cultivo del maíz, se identificó las zonas que por sus características están restringidas para la producción. Las áreas protegidas, las cuales son unidades territoriales respaldadas jurídicamente que por diversas características naturales se han establecido para la conservación debido a su importancia ecológica para los sistemas de vida. Si bien a partir del análisis se puede establecer un potencial para la producción del cultivo de maíz, también se debe considerar que estas áreas están en cierta medida restringidas, siendo una restricción legal pero también ambiental, pues convertir estas áreas a producción agropecuaria podría significar grandes costos y daños al ecosistema.

Estas áreas proveen recursos y beneficios para la vida silvestre, además de coadyuvar a la regulación del clima y evitar desastres naturales. Por lo tanto, se consideraron a las áreas protegidas como zonas de restricción, tomando en cuenta los resultados de la zonificación agroecológica, asignándole una clasificación que permita diferenciar estas áreas. Es así que el valor de estas áreas cuenta como un potencial muy alto, pero con restricción por ser áreas protegidas. Los niveles de aptitud, tienen limitaciones referidas a la fertilidad de suelos que son corregibles y permitirán subir de nivel si se trabaja con programas de nutrición serios. Los requerimientos nutricionales para el cultivo de maíz varían con los niveles de producción (fertilización y tecnologías de manejo del cultivo), suelos y condiciones climáticas de cada región, por lo tanto, siempre es importante realizar un análisis de suelos con fines de fertilidad.

Las necesidades nutricionales del cultivo de maíz, tomando un promedio de diferentes autores en unidades de tn/ha es el siguiente: 20 - 6,87 - 14 - 2,22 - 4,5. (N - P_2O_5 - K_2O - MgO - CaO). Los análisis de suelos y los requerimientos del cultivo son los elementos básicos para un programa de nutrición, ambos presentados en este estudio, para que el agricultor con asesoramiento técnico estructure su programa de nutrición para el cultivo de maíz y se incremente los rendimientos por ha.

Tabla 136. Requerimientos nutricionales cultivo de maíz

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Maíz	20.00	6.90	14.00	4.50	2.20	12.00	18.00	Vidal I. (2019).
	22.00	9.20	22.80	4.20	13.20			IMPOFOS (2009).
	25.00	11.50	22.80	8.40	6.60			Bertsch (2009).
Promedio	**22.30**	**9.20**	**19.90**	**5.70**	**7.30**			

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.2 Cultivo de frijol

6.3.2.1 Aspectos generales

El cultivo del frijol, es el segundo cultivo priorizado a nivel de Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, son doce (12) los municipios que tienen preferencia por este cultivo, debido a que es un cultivo ancestral, sus preferencias climáticas y edáficas en la región son catalogadas como optimas, la superficie cultivada a nivel de región es de 1958.04 ha con un rendimiento promedio de 37 qq/ha que es igual a 1.71 tn/ha, con rangos mínimos y máximos entre 15 y 62 qq/ha en grano seco.

Mapa 50. Potencial productivo del cultivo de maíz

Según el INE - MDRyT (2019), reporta las estadísticas del cultivo de frijol para todo el territorio nacional, se cultivan una superficie de 86700 ha y se registra un rendimiento promedio de 1.24 tn/ha. Menor al rendimiento levantado en este estudio, talvez ello se deba en parte a la adopción de tecnología para su manejo. Recomendaciones de estándares propone o recomienda rendimientos mínimos y máximos de 2 a 4 tn/ha, comparando con el rendimiento promedio de la región (1.71 tn/ ha) y el promedio nacional (1.24 tn/ha), podemos inducir que los rendimientos obtenidos en la zona de estudio son bajos y requerirán de una serie de elementos tecnológicos para mejorar los rendimientos como ser: Uso de maquinaria agrícola adecuada, la mejora genética de las semillas usadas, técnicas adecuadas en el manejo de los cultivos, riegos oportunos en caso de siembras de invierno, programas de fertilización en base a un análisis de suelos y también es importante los controles sanitarios, entre otros para garantizar calidad y altos rendimientos.

La zona tiene potencial para la producción de este cultivo es por ello la preferencia de los agricultores y técnicos, por otro lado también se sabe que este cultivo es muy requerido en los diferentes mercados del país en fresco y seco, también existe variedades de frijol que actualmente se están exportando al mercado externo, aspecto que motiva al agricultor seguir ampliando sus áreas de producción, también se constituye en un cultivo fundamental en la alimentación del núcleo familiar de los pequeños agricultores.

Son diversas las variedades de frijol (leguminosa de grano voluble y arbustivo) que se cultivan en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos en sus diferentes pisos ecológicos, las variedades más sobresalientes son los siguientes especies: Blanquiscal, cumandá blanca, cumandá baya, cumandá arbolito, criollo carioca, arbolito wiraya, tupy, rojo oriental, negro, fababa, monteca, etc.

Los de tipo voluble se siembran generalmente en las zonas de clima frio y templado como es el caso de los Valles Mesotérmicos, siendo muchas veces sembrado en asociación con el cultivo de maíz y en menor escala el monocultivo. El tipo arbustivo se siembra generalmente en las regiones más cálidas como la llanura chaqueña y el subandino, también templadas y en menor proporción en zonas de clima frio.

6.3.2.2 Matriz del cultivo del frijol

Para la estructuración de la matriz del cultivo del frijol se hizo una minuciosa revisión bibliográfica de diferentes autores nacionales e internacionales, artículos de investigación y publicaciones de entidades que se dedican a la investigación en agricultura. Revisado la información climática, relieve y edafológica relacionadas al cultivo, se lo distribuyo en seis niveles de aptitud. Son 14 las variables consideradas en la estructuración de la matriz del cultivo.

Tabla 137. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo del frijol

Matriz cultivo de frijol								
1	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	> 28	26 - 28	24 - 26	22 - 24	20 - 22	18 - 20
2	Precipitación	mm.	> 2000	1700 - 2000	1400 - 1700	1100 - 1400	900 - 1100	600 - 900
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %.	%	> 35	11 - 35 %	6 - 9 %	3 - 4 %	1 - 3 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	> 2400	2400 - 2000	2000 - 1600	1600 - 1200	1200 - 800	800 - 600

Matriz cultivo de frijol								
III	Variables Edafológicas	Unidades	6 (No apto)	5 (Muy poco apto)	4 (Poco apto)	3 (Moderadamente apto)	2 (Apto)	1 (Muy apto)
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez / alcalinidad.	pH	0 - 4.0 - 10.2 - 13.8	4.2 - 4.9 - 9.1 - 9.9	5.2 - 5.4 - 8.6 - 8.8	5.7 - 6.0 - 8.0 - 8.2	6.2 - 6.3 - 7.7 - 7.8	6.3 - 7.4
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	0 - 4.8	5.3 - 9.8	9.9 - 19.8	20.2 - 34.3	35.2 - 44.3	> 44.3
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.01	0.03 - 0.04	0.07 - 0.14	0.17 - 0.19	0.22 - 0.29	> 0.29
9	Fósforo (P).	ppm	< 2	2.2 - 5	5.2 - 11	12.2 - 19	20.2 - 36	> 36
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.10	0.12 - 0.13	0.16 - 0.19	0.22 - 0.48	0.52 - 0.74	> 0.74
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.60	0.63 - 1.19	1.22 - 1.78	1.82 - 2.39	2.42 - 4.16	> 4.16
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.2	0.3 - 0.4	0.7 - 1.3	1.6 - 2.8	3.1 - 4.7	> 4.7
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	< 0.1	0.2 - 0.2	0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	1.1 - 3.8	> 3.8
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/cm	> 4.6	3.2 - 4.4	1.7 - 2.9	0.22 - 0.49	1.2 - 1.5	< 1.2

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.2.3 Potencial productivo del cultivo del frijol

En base a la matriz de zonificación y la matriz propuesta para el cultivo del frijol, a través de la aplicación de la metodología se cruzó las variables del territorio con las variables del requerimiento del cultivo. Una vez definidos los niveles para cada variable en orden de importancia, se generaron las capas digitales de cada variable. A través de la herramienta de análisis **SIG** se realizan una serie de comparaciones de la relativa importancia de los factores para la adaptabilidad de los píxeles; este proceso de derivación de pesos consiste el mayor reto, ya que una serie de criterios tiene que ser tomado en consideración. Los pesos son calculados hasta qué punto un factor o restricción es más importante que otro para la adaptabilidad de cada clase de aptitud. (Almeida, Duriavich, Napolitano, & Feoli, 2009). Como resultado se obtiene una capa poligonal con una categoría: 1: Muy apto; propias de cada cultivo, diferenciando las áreas de restricción (áreas protegidas), con las respectivas superficies ocupadas en el área de estudio (ver **Mapa 51**).

Tabla 138. Áreas de aptitud para el cultivo del frijol

N°	Nivel de aptitud	Sin área protegida		Con área protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	4099.03	3.18	9583.40	7.44	13682.43	10.62
Total		**4099.03**	**3.18**	**9583.40**	**7.44**	**13682.43**	**10.62**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El potencial productivo para el cultivo de frijol, representa un área 13682.43 km² aproximadamente el 10.62 % del área total de intervención, pero esta área indicada tiene un área de restricción (áreas protegidas) con alto potencial productivo de 9583.40 km² que representa el 7.44 % del área de restricción, quedando un área efectiva con nivel de potencial productivo de 4099.03 km² que representa el 3.18 % y gran parte se encuentra situada en los valles de la región subandina, representando la zona intermedia entre el altiplano y los llanos orientales, que se caracteriza por su clima templado a cálido y su actividad agrícola.

Mapa 51. Potencial productivo del cultivo del frijol

Los requerimientos nutricionales para el cultivo del frijol, varían con los niveles de producción (fertilización y tecnologías de manejo del cultivo), suelos y condiciones climáticas de cada región, por lo tanto, siempre es importante realizar un análisis de suelos con fines de fertilidad, por lo menos cada 3 años. Las necesidades nutricionales del cultivo del frijol, tomando un promedio de diferentes autores en unidades de tn/ha es el siguiente: 20 - 13.74 - 40 - 10 - 15 (N - P_2O_5 - K_2O - MgO - CaO). Los análisis de suelos y los requerimientos del cultivo son los elementos básicos para un programa de nutrición para el cultivo del frijol y se logre alcanzar rendimientos óptimos.

Tabla 139. Requerimientos nutricionales cultivo de frijol

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Frijol	20.00	13.70	40.00	15.00	10.00	2.00	4.00	Vidal I. (2019).
	68.00	16.00	58.80	22.40	9.90			Bertsch (2009).
Promedio	**44.00**	**14.90**	**49.40**	**18.70**	**10.00**			

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.3 Cultivo del maní

6.3.3.1 Aspectos generales

El cultivo del maní, es el tercer cultivo priorizado a nivel de Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos, ocho (8) municipios tienen preferencia por este cultivo. El maní para una buena producción tiene necesidades o exigencias como el tipo de suelo, agua y temperatura.

Referente a los suelos; debido a sus frutos que crecen enterrados, necesita suelos con buena aireación, livianos (franco - arenosos), en estos suelos se tiene mejores rendimientos al momento de la cosecha, en cambio en los suelos pesados (Arcillosos) y con capas duras el rendimiento es más bajo.

El agua; es el principal factor para una buena producción en todos los cultivos. La etapa de mayor necesidad de agua del maní es cuando la vaina se está formando (entre los 70 - 100 días). En cuanto a la temperatura; el maní es una planta de zona tropical o subtropical y valles, necesita temperaturas altas para su buen desarrollo. Las temperaturas ideales son de 25 - 30 ºC.

El maní no soporta heladas, sin embargo, en algunas regiones del norte de Santa Cruz se cultiva en invierno y verano. Por lo tanto, es importante la selección del terreno para la siembra del maní, en lo posible elegir terrenos que tengan suelos franco arenosos, también es muy importante tomar en cuenta la topografía del terreno, si el terreno es plano, se realiza la siembra en surcos perpendiculares al viento y si el terreno es con pendiente, la siembra debe hacerse en curvas de nivel y protegerlo con barreras vivas, para evitar el escurrimiento del suelo causado por las lluvias.

Según el análisis socioeconómico productivo realizado en el presente estudio, se establece que el rendimiento de maní es de 1.83 tn/ha. Según el INE - MDRyT (2019), reporta las estadísticas del cultivo de maní de todo el territorio nacional, donde hace referencia que se cultiva 19117.00 ha, con un rendimiento de maní de 1.48 tn/ha. La literatura especializada recomienda rendimientos mínimos y máximos de 3 a 5 tn/ha (**Fuente**: Informe climático Asociación Accidental la Vertiente,

diciembre 2024), comparando con el rendimiento promedio de la región 1.83 tn/ha y el promedio nacional 1.48 tn/ha, podemos deducir que los rendimientos obtenidos en la zona de estudio son más altos que los reportados a nivel nacional, sin embargo, por debajo de los rendimientos recomendados según fuente.

6.3.3.2 Matriz del cultivo del maní

La matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo del maní, se lo estructuro en base a revisión bibliográfica específica del rubro de referencia y el criterio de los especialistas que conforman el equipo técnico para el desarrollo del presente estudio, considerándose en la estructura de la matriz las variables climáticas, de relieve y edafológicas relacionadas a los requerimientos del cultivo, estableciendo rangos y grados de niveles de aptitud para la determinación de la potencialidad del cultivo.

Tabla 140. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo del maní

Matriz cultivo de maní								
I	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	18 - 20	20 - 22	22 - 24	24 - 26	26 - 28	28 - 30
2	Precipitación.	mm.	> 2200	1800 - 2200	1400 - 1800	1000 - 1400	800 - 1000	500 - 800
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %	%	> 40 %	11 - 38 %	6 - 9 %	3 - 4 %	1 - 2 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	> 2400	2400 - 2000	2000 - 1600	1600 -1200	1200 - 800	800 - 600
III	**Variables Edafológicas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez / alcalinidad.	pH	0 - 3.9 - 10.2 - 13.9	4.2 - 4.9 - 9.1 - 9.9	5.2 - 5.4 - 8.6 - 8.8	5.7 - 5.9 - 8.1 - 8.3	6.2 - 6.3 - 7.6 - 7.8	6.3 - 7.5
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	0 - 5	5.3 - 9	10.3 - 19	20.2 - 34	42 - 35.4	> 42
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.01	0.03 - 0.04	0.07 - 0.14	0.17 - 0.19	0.27 - 0.22	> 0.27
9	Fósforo (P).	ppm	< 2	2.3 - 4.8	5.2 - 11	12.3 - 19	35 - 20.2	> 35
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.10	0.12 - 0.13	0.17 - 0.19	0.22 - 0.48	0.75 - 0.52	> 0.75
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.60	0.63 - 1.19	1.22 - 1.79	1.82 - 2.30	4.00 - 2.43	> 4.00
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.2	0.3 - 0.4	0.8 - 1.3	1.6 - 2.8	4.8 - 3.2	> 4.8
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	< 0.1	0.2 - 0.3	0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	4.0 - 1.2	> 4.0
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/cm	> 4.6	3.2 - 4.4	1.7 - 2.9	0.22 - 0.49	1.4 - 1.1	< 1.1

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.3.3 Potencial productivo del cultivo del maní

En base a la matriz de zonificación y la matriz propuesta para el cultivo del maní, a través de la aplicación de la metodología se cruzó las variables del territorio con las variables del requerimiento del cultivo. Una vez definidos los niveles para cada variable en orden de importancia, se generaron las capas digitales de cada variable (ver **Mapa 52**).

Mapa 52. Potencial productivo del cultivo del maní

Tabla 141. Áreas de aptitud para el cultivo del maní

N°	Nivel de aptitud	Sin área protegida		Con área protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	8754.67	6.79	1575.27	1.22	10329.94	8.02
Total		**8754.67**	**6.79**	**1575.27**	**1.22**	**10329.94**	**8.02**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como resultado del análisis de determinación del potencial para el cultivo del maní se obtuvieron los siguientes datos relevantes.

El área con potencial productivo para el cultivo de maní (**Tabla 141**) presenta un área de 10329.94 km² representando el 8,02 % del área total de intervención, pero dentro de esta área se tiene un área de restricción (áreas protegidas) con potencial productivo de 1575.27 km² que representa el 1.22 % del área limitada por las restricciones legales con potencial para la producción del cultivo del maní, quedando un área efectiva con potencial productivo para el cultivo de maní sin ninguna restricción de 8754.67 km² que representa el 6.79 %.

Se concluye que las variables de zonificación tienen similitud con los requerimientos edafoclimáticos del cultivo del maní, cada variable está dentro del rango que determina el nivel de aptitud muy apto del área para la producción máxima del cultivo del maní que tiene suelos con buena aireación, livianos, sin capas duras, con buena retención de humedad, con un pH de 6 - 6.5, con precipitaciones de 500 a 1000 mm suficiente para cubrir el requerimiento hídrico del cultivo de maní.

El área de aptitud se encuentra localizada en la región Subandina, en el territorio de los municipios de Charagua, Camiri, Lagunillas y al sur los municipios del Cuevo, Huacaya, Machareti, Entre Ríos, Carapari y Yacuiba, municipios en donde se tiene temperaturas ideales para la producción del maní que está en promedio entre los 25 - 30 ºC.

Los requerimientos nutricionales del cultivo del maní varían con los niveles de producción, el tipo de suelo y las características climáticas de cada región, por lo tanto, siempre es importante realizar un análisis de suelos con fines de fertilidad periódicamente.

La extracción de nutrientes o necesidades nutricionales del cultivo del maní, tomando un promedio de diferentes autores en unidades de tn/ha es el siguiente: 69 - 7 - 35 - 19 - 4 (N - P - K - Ca - S).

Tabla 142. Requerimientos nutricionales cultivo de maní

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Maní	69.00	16.00	42.00	26.60		3.00	5.00	IMPOFOS (2009).
	44.00	18.30	84.00					Bertsch (2009).
Promedio	**56.50**	**17.20**	**63.00**	**26.60**				

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.4 Cultivo de papa

6.3.4.1 Aspectos generales

El cultivo de la papa, es el cuarto cultivo priorizado a nivel de Región del Chaco y Valles Mesotérmicos, son seis (6) los municipios que tienen preferencia por este cultivo debido a la demanda que existe en el mercado nacional por este producto y por ser un producto de buena rentabilidad económica. La variedad de papa consumo que tiene predominancia en el área de intervención es la variedad Desirée. El cultivo de papa es un alimento estratégico para la seguridad alimentaria por su alto contenido nutricional. Según el INE - MDRyT (2019), reporta las estadísticas del cultivo de papa de todo el territorio nacional, se cultivan 175708 ha, registrando un rendimiento promedio de 7.16 tn/ha. Menor al rendimiento registrado en toda el área de intervención, lo que se lo atribuye a la adopción de tecnología en el manejo del cultivo de referencia.

Los rendimientos varían en función al grado de fertilidad de los suelos, la incorporación de abonos orgánicos, la variedad y la frecuencia de riego para satisfacer la demanda hídrica durante el ciclo del cultivo. Un cultivo en condiciones óptimas puede rendir anualmente alrededor de 40000 kg/ha, no obstante, una producción de 20000 a 25000 kg/ha, es satisfactoria 22.5 tn/ha (Duarte y Guerrón, 2011). Contrastando con el rendimiento promedio del territorio nacional de 7.16 tn/ha y el promedio registrado en el área de intervención 11.38 tn/ha podemos deducir que el rendimiento obtenido en el área de intervención de estudio es más alto, sin embargo, por debajo de la recomendación del rendimiento satisfactorio de 22.5 tn/ha (Duarte y Guerrón, 2011).

Para tener un incremento en el rendimiento de papa por hectárea, se requiere implementar innovación tecnológica y fortalecimiento en las capacidades de los productores en el manejo integral del cultivo, con lo cual se garantice la calidad del producto y se obtengan rendimientos que superen las cifras anteriormente mencionadas.

6.3.4.2 Matriz del cultivo de papa

La matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la papa, se lo estructuro en base a la revisión bibliográfica específica del rubro de referencia y el criterio de los especialistas que conforman el equipo técnico para el desarrollo del presente estudio, considerándose en la estructura de la matriz las variables climáticas, de relieve y edafológicas relacionadas a los requerimientos del cultivo, estableciendo rangos y grados de niveles de aptitud para la determinación de la potencialidad del cultivo.

Tabla 143. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la papa

Matriz cultivo de la papa								
I	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	< 28	25 - 28	23 - 25	20 - 23	18 - 20	16 - 18
2	Precipitación.	mm.	> 2200	1800 - 2200	1400 - 1800	1000 - 1400	800 - 1000	500 - 800
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %.	%	> 40 %	11 - 38 %	6 - 9 %	3 - 4 %	2 - 3 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	< 600	600 - 1000	1000 - 1400	1400 - 1800	1800 - 2200	2200 - 2600

Mapa 53. Potencial productivo del cultivo de la papa

Continua de la **Tabla 143**.

Matriz cultivo de la papa								
III	**Variables Edafológicas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez / alcalinidad.	pH	0 - 4.0 - 10.3 - 14.0	4.3 - 5.0 - 9.2 - 10.0	5.2 - 5.5 - 8.6 - 8.8	5.7 - 6.0 - 8.0 - 8.2	6.1 - 6.3 - 7.6 - 7.7	6.2 - 7.6
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	0 - 5	5.4 - 9	10.4 - 19	20.3 - 33	43 - 35.3	> 43
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.01	0.02 - 0.04	0.08 - 0.14	0.17 - 0.19	0.28 - 0.23	> 0.28
9	Fósforo (P).	ppm	< 2	2.4 - 5	5.4 - 11	12.4 - 19	37 - 20.3	> 37
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.10	0.12 - 0.13	0.16 - 0.19	0.22 - 0.49	0.79 - 0.55	> 0.79
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.60	0.63 - 1.18	1.24 - 1.78	1.83 - 2.38	4.1 - 2.43	> 4.1
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.2	0.3 - 0.4	0.7 - 1.3	1.6 - 2.7	4.7 - 3.2	> 4.7
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	< 0.1	0.2 - 0.3	0.4 - 0.5	0.7 - 0.8	4.0 - 1.2	> 4.0
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/ cm	> 4.6	3.4 - 4.6	1.8 - 2.9	0.24 - 0.45	1.4 - 1.2	< 1.2

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.4.3 Potencial productivo del cultivo de la papa

En base a la matriz de zonificación y la matriz propuesta para el cultivo de la papa, a través de la aplicación de la metodología se cruzó las variables del territorio con las variables del requerimiento del cultivo. Una vez definidos los niveles para cada variable en orden de importancia, se generaron las capas digitales de cada variable (ver **Mapa 53**).

Tabla 144. Áreas de aptitud para el cultivo de la papa

N°	Nivel de aptitud	Sin área protegida		Con área protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	1103.85	0.86	1374.39	1.07	2478.24	1.92
Total		**1103.85**	**0.86**	**1374.39**	**1.07**	**2478.24**	**1.92**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como resultado del análisis de determinación del potencial para el cultivo de la papa se obtuvieron los siguientes datos relevantes.

El Potencial Productivo de la papa en el área de estudio representa una superficie de 2478.24 km^2 aproximadamente el 1.92 % del área total de intervención, dentro de esta área se tiene un área de restricción (áreas protegidas) con nivel de aptitud muy apto 1374.39 km^2 que representa el 1.07 %, quedando un área efectiva con potencial productivo para el cultivo de la papa de 1103.85 km^2 que representa el 0,86 %, gran parte de esta área se encuentra al noroeste de los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz, en los municipios de Comarapa, Pampagrande y Vallegrande. Al oeste en el municipio de Monteagudo que corresponde al departamento de Chuquisaca.

En el área de intervención las variables tienen similitud con los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la papa, lo que posibilita se pueda llegar a producir según la recomendación señalada anteriormente hasta 22.5 tn/ha (rendimiento satisfactorio de papa por ha).

Pero, no obstante, se debe fortalecer la necesidad identificada en los talleres de socialización y trabajo de campo en cada uno de los municipios del área de intervención con capacitación y asistencia técnica a los agricultores en el manejo integral del cultivo de la papa, manejo integrado de plagas y enfermedades, riego tecnificado y fertilización, entre otros.

Los requerimientos nutricionales del cultivo de la papa varían con los niveles de producción (fertilización y tecnologías de manejo del cultivo), el tipo de suelo y las características climáticas de cada región, por lo tanto, es importante realizar análisis de suelos con fines de fertilidad periódicamente.

Las necesidades nutricionales del cultivo de la papa, tomando un promedio de diferentes autores en unidades de tn/ha es el siguiente: 3.8 - 1.03 - 4.0 - 0.86 - 1.6 (N - P_2O_5 - K_2O - MgO - CaO).

Tabla 145. Requerimientos nutricionales cultivo de papa

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Papa	3.80	1.00	4.00	1.60	0.90	25.00	50.00	Vidal I. (2019).
	5.50	2.10	9.80	2.00	1.30			IMPOFOS (2009).
	6.00	1.80	10.80	2.80	2.10			Bertsch (2009).
Promedio	**5.10**	**1.60**	**8.20**	**2.10**	**1.50**			

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.5 Cultivo de la soya

6.3.5.1 Aspectos generales

Los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la soya son importantes para que el cultivo pueda desarrollarse de forma adecuada, estos requerimientos están relacionados con la temperatura, agua, suelo y nutrientes. La soya se desarrolla mejor a temperaturas entre 20 y 30 °C, aunque la ideal es de 30 °C, temperaturas menores a 20 °C perjudican la germinación. La soya necesita humedad, pero sin encharcamientos, la cantidad de agua necesaria depende de las condiciones climáticas y del suelo. La soya se desarrolla mejor en suelos arcillosos, ricos en materia orgánica y bien drenados.

El pH ideal es de 6.0 a 7.5, el cultivo es exigente en macro y micronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, zinc, manganeso, hierro, cobre, molibdeno y boro). Según los resultados generados del estudio socioeconómico productivo realizados en el presente estudio registran que un rendimiento promedio de 3.21 tn/ha. Según el INE - MDRyT (2019), reporta estadísticas del cultivo en todo el territorio nacional, donde afirma que se cultiva al rededor 1387973 ha, con un rendimiento de 2.15 tn/ha.

Literatura especializada recomienda rendimientos mínimos y máximos de 2.5 a 4 tn/ha (**Fuente**: Informe climático, Asociación Accidental la Vertiente, diciembre 2024), comparando con el rendimiento promedio de la región de 3.21 tn/ha y el promedio nacional 2.15 tn/ha, podemos deducir que los rendimientos obtenidos en la zona de estudio son más altos que los reportados a nivel nacional, sin embargo, por debajo de los rendimientos promedio recomendados según fuentes (3.25 tn/ha).

Mapa 54. Potencial productivo del cultivo de la soya

6.3.5.2 Matriz del cultivo de la soya

La matriz de requerimientos edafoclimáticos para el cultivo de la soya, se estructuró en base a revisión bibliográfica específica del rubro de referencia y el criterio de los especialistas que conforman el equipo técnico para el desarrollo del presente estudio, considerándose en la estructura de la matriz las variables climáticas, relieve y edafológicas relacionados a los requerimientos del cultivo, estableciendo rangos y grados de niveles de aptitud para la determinación de la potencialidad del cultivo.

Tabla 146. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la soya

Matriz cultivo de la soya								
I	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	< 11	11 - 14	14 - 17	17 - 20	20 - 23	23 - 27
2	Precipitación.	mm.	> 1500	1500 - 1300	1300 - 1100	1100 - 900	900 - 700	700 - 500
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %.	%	> 40 %	12 - 37 %	6 - 9 %	3 - 4 %	1 - 3 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	> 2800	2800 - 2400	2400 - 2000	2000 - 1600	1600 - 1200	1200 - 800
III	**Variables Edafológicas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
5	Textura del suelo (% Arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez / alcalinidad.	pH	0 - 4.0 - 10.3 - 13.0	4.2 - 5.0 - 9.2 - 10.0	5.2 - 5.4 - 8.6 - 8.8	5.7 - 6.0 - 8.1 - 8.3	6.2 - 6.3 - 7.6 - 7.8	6.0 - 7.5
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	0 - 5	5.3 - 9	10.2 - 19	20.5 - 34	43 - 36.1	> 43
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.01	0.03 - 0.04	0.07 - 0.14	0.17 - 0.19	0.30 - 0.22	> 0.30
9	Fósforo (P).	ppm	< 2	2.3 - 4	5.2 - 11	12.3 - 18	39 - 20.2	40.1 - 39
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.10	0.11 - 0.13	0.16 - 0.19	0.23 - 0.45	0.79 - 0.54	> 0.79
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.60	0.63 - 1.19	1.23 - 1.76	1.83 - 2.38	4.18 - 2.42	> 4.18
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.2	0.3 - 0.4	0.7 - 1.3	1.6 - 2.8	4.8 - 3.6	> 4.8
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	< 0.1	0.2 - 0.3	0.4 - 0.6	0.7 - 0.8	4.2 - 1.0	> 4.2
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/cm	> 4.6	3.2 - 4.4	1.7 - 2.9	0.22 - 0.45	1.4 - 1.1	< 1.1

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.5.3 Potencial productivo del cultivo de la soya

Como resultado del análisis de determinación del potencial productivo para el cultivo de la soya se obtuvieron los siguientes datos relevantes (ver **Mapa 54**).

El potencial productivo para el cultivo de soya en el área de interés se obtuvo 9063.67 km^2 que representa el 7.03 % del área total de intervención, dentro de esta área se tiene un área de restricción (áreas protegidas) con un potencial productivo para el cultivo de 959.48 km^2 representando el 0.74 %, quedando un área potencial productivo del cultivo de 8104.19 km^2 que representa el 6.29 % sin restricciones y gran parte de esta área se encuentra en el municipio de Charagua y al sur, en los municipios de Machareti, Villamontes y Yacuiba.

Tabla 147. Áreas de aptitud para el cultivo de la soya

N°	Nivel de aptitud	Sin área protegida		Con área protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	8104.19	6.29	959.48	0.74	9063.67	7.03
Total		**8104.19**	**6.29**	**959.48**	**0.74**	**9063.67**	**7.03**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Se concluye que las variables de zonificación tienen similitud con los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la soya, cada variable está dentro del rango que determina el nivel de aptitud muy apto del área para la producción máxima del cultivo de la soya, satisfaciendo requerimientos requeridos por el cultivo en las áreas de aptitud determinadas, donde se tiene temperaturas que están el rango de 23 a 27 ºC, suelos franco arcillosos, franco arcillosos arenosos con buena retención de humedad y buena capacidad de drenaje, suelos con buen contenido de materia orgánica (MO).

Según el resultado del análisis de suelos en laboratorio, se tiene que los suelos tienen un pH que está dentro del rango óptimo de 6.0 a 7.5, los nutrientes (N, P, K, Mg) dentro de los rangos establecidos en el nivel de aptitud Muy Apto.

Los requerimientos nutricionales del cultivo de la soya varían con los niveles de producción, tipo de suelo y las características climáticas, que son corregibles mejorando la fertilidad a través de un programa de nutrición establecido, por lo tanto, es importante realizar periódicamente análisis de suelos con fines de fertilidad. Las necesidades nutricionales del cultivo de la soya, tomando un promedio de diferentes autores en unidades de tn/ha es el siguiente: 75 - 7 - 39 - 16 - 9 - 4 (N - P - K - Ca - Mg - S).

Tabla 148. Requerimientos nutricionales cultivo de soya

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Soya	75.00	16.00	46.80	21622.40	14.85	2.50	4.00	IMPOFOS (2009).
	87.00	8.00	39.00	7.00	28.00			Bertsch (2009).
	75.00	7.00	39.00	16.00	9.00			INIA CHILE.
Promedio	**79.00**	**10.30**	**41.60**	**15.10**	**17.30**			

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.6 Cultivo del ají

6.3.6.1 Aspectos generales

El cultivo de ají priorizado en dos (2) fue municipios del área de estudio. El ají es un cultivo de importancia en Bolivia y en el área de intervención, porque llega a ser un condimento necesario en la nutrición diaria de las familias en el área rural y urbana a nivel nacional.

A pesar del cambio climático y el contrabando peruano, la producción de ají en diferentes puntos del país continúa siendo rentable fortaleciendo la economía de las familias productoras.

Mapa 55. Potencial productivo del cultivo de ají

Los agricultores realizan una producción mixta, asociando el ají con maní y maíz, en los departamentos de Chuquisaca, Santa Cruz y Tarija. Otro factor que favorece al sector es la alta demanda de ají en el mercado nacional, y los precios de su comercialización hacen altamente rentable para los productores.

Actualmente el rendimiento promedio de ají en 1.35 tn/ha según el INE - MDRyT (2019), en el territorio nacional. afirman que se cultivan 2497 ha, menor al rendimiento determinado en el estudio socioeconómico realizado para el presente estudio (1.73 tn/ha).

Los rendimientos varían según los niveles de fertilidad de los suelos, el contenido de materia orgánica y la frecuencia de riego para cubrir los requerimientos hídricos del cultivo de referencia. Un cultivo en condiciones óptimas puede rendir anualmente en promedio 2550 kg/ha de ají en seco, no obstante, es satisfactoria.

Comparando con el rendimiento promedio del territorio nacional de (1.3 tn/ha) y el promedio registrado en el área de intervención (1.73 tn/ha), podemos inducir que el rendimiento obtenido en la zona de estudio es más alto, pero por debajo del rendimiento satisfactorio recomendado, revisión bibliográfica especializada (Informe climático, Asociación Accidental la Vertiente, diciembre 2024.

6.3.6.2 Matriz del cultivo de ají

La matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de ají, se estructuró en base a revisión bibliográfica específica del rubro de referencia y el criterio de los especialistas que conforman el equipo técnico para el desarrollo del presente estudio, considerándose en la estructura de la matriz las variables climáticas, relieve y edafológicas relacionadas a los requerimientos del cultivo, estableciendo rangos y grados de niveles de aptitud para la determinación de la potencialidad productiva del cultivo.

Tabla 149. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de ají

Matriz cultivo del ají								
I	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	< 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	20 - 24	24 - 28
2	Precipitación.	mm.	2100 - 2400	1800 - 2100	1500 - 1800	1200 - 1500	900 - 1200	600 - 900
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %.	%	> 40 %	10 - 39 %	5 - 9 %	3 - 5 %	1 - 3 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	600 - 800	800 - 1000	1000 - 1200	1200 - 1400	1400 - 1600	1600 - 1800
III	**Variables Edafológicas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez / alcalinidad.	pH	0 - 4.0 - 10.2 - 13.9	4.2 - 4.9 - 9.1 - 9.9	5.2 - 5.4 - 8.2 - 8.4	5.7 - 5.9 - 8.1 - 8.3	6.2 - 6.3 - 7.7 - 7.8	6.0 - 7.0
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	0 - 5	5.2 - 9.9	10.2 - 20	20.2 - 35	35.2 - 44	> 44

Matriz cultivo del ají								
III	Variables Edafológicas	Unidades	6 (No apto)	5 (Muy poco apto)	4 (Poco apto)	3 (Moderadamente apto)	2 (Apto)	1 (Muy apto)
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.01	0.03 - 0.04	0.07 - 0.14	0.17 - 0.19	0.22 - 0.29	> 0.29
9	Fósforo (P).	ppm	< 2	2.2 - 5	5.2 - 11	12.2 - 19	20.2 - 40	> 40
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.10	0.11 - 0.13	0.16 - 0.18	0.22 - 0.49	0.52 - 0.79	> 0.79
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.60	0.62 - 1.19	1.22 - 1.79	1.82 - 2.39	2.42 - 4.19	> 4.19
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.2	0.3 - 0.4	0.7 - 1.3	1.6 - 2.8	3.1 - 4.8	> 4.8
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	< 0.1	0.2 - 0.3	0.4 - 0.6	0.7 - 0.8	1.1 - 4.0	> 4.0
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/cm	> 4.6	3.2 - 4.4	1.7 - 2.9	0.22 - 0.49	1.2 - 1.4	< 1.2

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.6.3 Potencial productivo del cultivo de ají

Como resultado del análisis de determinación del potencial para el cultivo de ají se obtuvieron los siguientes datos relevantes, que se detallan en la **Tabla 150**.

Tabla 150. Áreas de aptitud para el cultivo de ají

N°	Nivel de aptitud	Sin área protegida		Con área protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	983.56	0.76	860.34	0.67	1843.9	1.43
Total		**983.56**	**0.76**	**860.34**	**0.67**	**1843.9**	**1.43**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Área con potencial productivo para el cultivo de 1843.90 km² representando el 1.43 % del área total de intervención, dentro de esta área se tiene un área de restricción (áreas protegidas) con potencial productivo para el cultivo del ají con 860.34 km² que representa el 0.67 %, el área efectiva con potencial productivo es de 983.56 km² que representa el 0.76 % del área total de intervención en condiciones óptimas para producir ají con niveles de rendimientos superiores a los registrados en el estudio socioeconómico (ver **Mapa 55**).

La mayor parte de esta área se encuentra al noroeste, en los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz, municipios de Comarapa, Pampagrande y El Trigal. Al oeste el Municipio de Monteagudo que corresponde al departamento de Chuquisaca y al suroeste parte del Municipio de Entre Ríos del departamento de Tarija.

Se concluye que en el área de intervención las variables tienen similitud con los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de ají, lo que posibilita llegar a producir según la recomendación señalada anteriormente hasta 2.55 tn/ha (rendimiento satisfactorio de ají por ha).

No obstante, se debe fortalecer las necesidades identificadas de los productores fortaleciendo el conocimiento en el manejo integral del cultivo de ají, manejo integrado de plagas y enfermedades, riego tecnificado, frecuencia de riego y fertilización, etc.

Se considera para algunos niveles de aptitud asignados en la determinación del potencial productivo, limitaciones referidas a la fertilidad de los suelos, según el grado estos deben corregirse en base a los requerimientos nutricionales para el cultivo, con la fertilización y tecnologías de manejo del cultivo, suelos y adecuarse a las condiciones climáticas de cada región, por lo tanto, es importante realizar análisis de suelos con fines de fertilidad. Las necesidades nutricionales del cultivo de ají, tomando un promedio de diferentes autores en unidades de tn/ha es de: 13.5 - 8 - 14 (N - P_2O_5 - K_2O).

Tabla 151. Requerimientos nutricionales cultivo de ají

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Ají	3.50	0.80	5.50	2.00	1.00	12.00	15.00	Vidal I. (2019).
	3.70	1.10	4.60	1.70	1.20			IMPOFOS (2009).
	6.00	1.60	8.40	2.10	1.00			Bertsch (2009).
Promedio	**4.40**	**1.20**	**6.20**	**1.90**	**1.00**			

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.7 Cultivo de sandía

6.3.7.1 Aspectos generales

La sandía no es muy exigente en suelos, aunque se comporta bien en suelos bien drenados, ricos en materia orgánica y fertilizantes, con textura franco arenosa. La sandía tiene un óptimo desarrollo en pH desde 6.0 a 7.0 (tolera suelos ácidos y al mismo tiempo se adapta a suelos débilmente alcalinos (Ruiz y otros, 2013).

El cultivo de sandía necesita bastante agua, sobre todo en los períodos de desarrollo y la fructificación. De este modo la falta de agua en el cultivo provoca menores rendimientos, los rendimientos de la sandía según el INE - MDRyT (2019), es de 13.35 tn/ha en una superficie de 4456 ha. Con la introducción de variedades más selectas y más productivas, pueden alcanzarse producciones entre 25000 - 30000 kg/ha, lo que implica en promedio 27.5 tn/ha.

Comparando el rendimiento promedio del territorio nacional de 13.35 tn/ha y el promedio registrado en el área de intervención 19.86 tn/ha, se establece que el rendimiento obtenido en la zona de estudio es más alto, aunque por debajo del rendimiento promedio por hectárea que debería lograrse obtener de acuerdo a revisión bibliográfica.

6.3.7.2 Matriz del cultivo de la sandía

La matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la sandía, se estructuró en base a revisión bibliográfica específica del rubro de referencia y el criterio de los especialistas que conforman el equipo técnico para el desarrollo del presente estudio, considerándose en la estructura de la matriz las variables climáticas, relieve y edafológicas relacionados a los requerimientos del cultivo, estableciendo rangos y grados de niveles de aptitud para la determinación del potencial productivo del cultivo.

Tabla 152. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la sandía

Matriz cultivo de la sandía								
I	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	< 14	14 - 16	16 - 18	18 - 20	20 - 22	22 - 29
2	Precipitación.	mm.	1600 - 1400	1400 - 1200	1200 - 1000	1000 - 800	800 - 600	600 - 400
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %.	%	36 - 40 %	11 - 36 %	5.5 - 9 %	3 - 4 %	1 - 3 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	1600 - 1400	1400 - 1200	1200 - 1000	1000 - 800	800 - 600	600 - 400
III	**Variables Edafológicas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez / alcalinidad.	pH	0 - 3.9 - 10.7 - 14.0	4.2 - 4.9 - 9.3 - 9.9	5.2 - 5.4 - 8.6 - 8.8	5.7 - 5.9 - 8.1 - 8.4	6.2 - 6.3 - 7.7 - 7.9	6.5 - 7.5
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	< 5.8	5.8 - 9.8	12 - 19	25 - 34	37.2 - 44	> 41
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.02	0.02 - 0.04	0.07 - 0.14	0.16 - 0.19	0.23 - 0.29	> 0.29
9	Fósforo (P).	ppm	< 2.4	2.4 - 4.9	5.2 - 11	12.5 - 19	20.5 - 37	> 37
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.12	0.12 - 0.14	0.16 - 0.18	0.25 - 0.48	0.55 - 0.71	> 0.71
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.64	0.64 - 1.17	1.23 - 1.79	1.83 - 2.38	2.44 - 4.15	> 4.15
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.3	0.3 - 0.5	0.7 - 1.2	1.9 - 2.9	3.1 - 4.4	> 4.4
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	< 0.2	0.2 - 0.3	0.4 - 0.6	0.8 - 0.9	1.4 - 4.0	> 4.0
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/cm	> 4.1	3.0 - 4.1	1.8 - 2.7	0.23 - 0.48	1.2 - 1.5	< 1.0

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.7.3 Potencial productivo del cultivo de la sandía

Tabla 153. Áreas de aptitud para el cultivo de la sandía

N°	Nivel de aptitud	Sin área protegida		Con área protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	15658.64	12.15	1158.6	0.90	16817.24	13.05
Total		**15658.64**	**12.15**	**1158.6**	**0.90**	**16817.24**	**13.05**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como resultado del análisis de determinación del potencial para el cultivo de la sandía se obtuvieron los siguientes datos (ver **Mapa 56**). El área con potencial productivo del cultivo de sandía es de 16817.24 km² que representa el 13.05 % del área total, dentro de esta área presenta un área de restricción (áreas protegidas) de 1158.60 km² que representa el 0.90 %, quedando un área efectiva con potencial productivo para el cultivo de 15658.64 km² representando el 12.15 % del área total de intervención.

Esta área potencial productiva se encuentra en el municipio de Charagua y al sur en los municipios de Machareti, Villamontes y Yacuiba.

Mapa 56. Potencial productivo del cultivo de la sandía

Se concluye que en el área de intervención las variables tienen similitud con los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de la sandía, lo que posibilita llegar a producir según recomendación señalada anteriormente en promedio de 27.5 tn/ha. Pero, no obstante, se debe fortalecer las capacidades a los productores con conocimiento sobre el manejo integral del cultivo de la sandía.

Se considera conveniente mejorar deficiencias de fertilidad en los suelos con análisis de suelos y tecnologías de manejo del cultivo, tipo de suelo y condiciones climáticas de la propias de la región. Las necesidades nutricionales del cultivo de la sandía, tomando un promedio de diferentes autores en tn/ha es el siguiente: 3.5 - 1.15 - 4.5 - 0.86 - 1.7 (N - P_2O_5 - K_2O - MgO - CaO) con rangos de rendimiento (mínimo y máximo) de 20 a 50 tn/ha.

Tabla 154. Requerimientos nutricionales del cultivo de sandía

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Sandía	3.50	1.20	4.50	1.70	0.90	20.00	50.00	Vidal I. (2019).
	2.00	0.70	3.60					IMPOFOS (2009).
	2.00	0.50	3.60	2.80	0.80			Bertsch (2009).
Promedio	**2.50**	**0.80**	**3.90**	**2.30**	**0.90**			

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.8 Cultivo de tomate

6.3.8.1 Aspectos generales

El cultivo del tomate en Bolivia presenta varias zonas y épocas de producción de tomate en diferentes pisos altitudinales que varían desde los 250 metros. Sin embargo, las zonas más adecuadas para obtener un producto de calidad, se encuentran desde los 800 hasta los 2500 m a estas altitudes se logra un balance adecuado de temperaturas frescas y luminosidad, siendo estas condiciones óptimas para la producción (CIAT, 2009).

Según (Corpeño, 2004) este cultivo se puede cultivar todo el año, pero los problemas cambian según la época. En el período de lluvias la incidencia de enfermedades es mayor mientras que durante la época seca las plagas son el mayor problema. Sin embargo, dichos problemas son superables mediante un conjunto de prácticas agrícolas que incluyan métodos de manejo y controles adecuados, los cuales tienen que ser realizados en el momento y la forma precisa en que se indican, ya que de éstas depende el éxito de una buena cosecha.

La eficiencia del uso de fertilizantes es un aspecto complejo, el mismo interactúa con otros factores, como la dosis o cantidad de aplicar, la densidad de siembra, el fraccionamiento, el método de aplicación, el tipo de suelos, y otros (Salmerón- García 1994). Los rendimientos de la producción de tomate en tn/ha, según el INE - MDRyT (2019), reporta estadísticas donde hace referencia que se cultivan alrededor de 4696 ha, registrando un rendimiento promedio de 14.97 tn/ha, menor al rendimiento que se determinó en el estudio socio productivo realizado en el presente estudio (28.35 tn/ha).

Con el manejo de variedades selectas y más productivas se puede alcanzar rendimientos de 45000 kg/ha, lo que implica en promedio 45 tn/ha (Informe climático Asociación Accidental la Vertiente, diciembre 2024).

Comparando con el rendimiento promedio en territorio nacional de 14.97 tn/ha y el promedio registrado en el área de intervención 28.35 tn/ha, se establece que el rendimiento obtenido en la zona de estudio es más alto, aunque por debajo del rendimiento promedio por hectárea de tomate según recomendaciones encontradas a través de revisión bibliográfica especializada.

6.3.8.2 Matriz del cultivo del tomate

La matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo del tomate, se lo estructuro en base a la revisión bibliográfica específica del rubro de referencia y el criterio de los especialistas que conforman el equipo técnico para el desarrollo del presente estudio. Considerándose en la estructura de la matriz las variables climáticas, de relieve y edafológicas relacionadas a los requerimientos del cultivo, estableciendo rangos y grados de niveles de aptitud para la determinación de la potencialidad del cultivo.

Tabla 155. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo del tomate

Matriz cultivo del tomate								
I	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	< 18	18 - 20	20 - 22	22 - 24	24 - 26	26 - 28
2	Precipitación.	mm.	1600 - 1400	1400 - 1200	1200 - 1000	1000 - 800	800 - 600	600 - 400
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %.	%	> 36 %	17 - 36 %	6 - 9 %	3 - 5 %	1 - 3 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	300 - 500	500 - 700	700 - 900	900 - 1100	1100 - 1300	1300 - 1500
III	**Variables Edafológicas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez/alcalinidad.	pH	0 - 4.0 - 10.7 - 13.0	4.2 - 4.9 - 9.5 - 10.0	5.2 - 5.4 - 8.6 - 8.8	5.7 - 5.9 - 8.0 - 8.2	6.2 - 6.4 - 7.6 - 7.7	6.5 - 7.0
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	< 5.5	5.5 - 8	11 - 19	20.4 - 33	35.4 - 38	> 38
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.03	0.03 - 0.05	0.09 - 0.14	0.16 - 0.18	0.23 - 0.30	> 0.30
9	Fósforo (P).	ppm	< 2.7	2.7 - 5	5.3 - 12	14.2 - 17	20.4 - 39	> 39
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.11	0.11 - 0.15	0.16 - 0.17	0.32 - 0.46	0.55 - 0.75	> 0.75
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.62	0.62 - 1.18	1.21 - 1.73	1.94 - 2.33	2.72 - 3.7	> 3.7
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.2	0.3 - 0.5	0.7 - 1.3	1.6 - 2.7	3.4 - 4.5	> 4.5
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	0.1 - 0.2	0.2 - 0.3	0.5 - 0.6	0.7 - 0.8	1.5 - 4.0	> 4.0
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/cm	> 4.1	3.2 - 4.1	1.7 - 2.7	0.23 - 0.48	1.1 - 1.4	< 1.1

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.8.3 Potencial productivo del cultivo del tomate

Teniendo como base la matriz de zonificación y la matriz propuesta para el cultivo del tomate, a través de la aplicación de la metodología se cruzó las variables del territorio con las variables del requerimiento del cultivo.

Una vez definidos los niveles para cada variable en orden de importancia, se generaron las capas digitales de cada variable.

Mapa 57. Potencial productivo del cultivo del tomate

Tabla 156. Áreas de aptitud para el cultivo del tomate

N°	Nivel de aptitud	Sin Área Protegida		Con Área Protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	1165.53	0.90	1019.56	0.79	2185.08	1.70
Total		**1165.53**	**0.90**	**1019.56**	**0.79**	**2185.08**	**1.70**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como resultado del análisis de determinación del potencial para el cultivo del tomate se tiene los siguientes datos (ver **Mapa 57**).

El área con potencial productivo del cultivo de tomate, es de 2185.08 km² que representa el 1.70 % del área total de intervención, dentro de esta área existe un área de restricción (áreas protegidas) con potencial productivo de 1019.56 km² que representa el 0.79 %, quedando un área efectiva con potencial productivo de 1165.53 km² que representa el 0.90 % del área total de intervención con condiciones óptimas para producir tomate.

El área de referencia se encuentra al noroeste en el municipio de Pampagrande, hacia el sur los municipios de Lagunillas, Camiri, Cuevo, Huacaya y Entre Ríos. Se concluye que en el área de intervención las variables tienen similitud con los requerimientos edafoclimáticos del cultivo del tomate, lo que posibilita llegar a producir en promedio 45 tn/ha (Informe climático Asociación Accidental la Vertiente, diciembre 2024).

Respecto a las deficiencias del cultivo en la fertilidad de los suelos en ciertos niveles de aptitud determinados como base, se recomienda realizar periódicamente análisis de suelos en laboratorio con fines de fertilidad puesto que los requerimientos nutricionales para el cultivo del tomate varían en función al tipo de suelo, pendientes, condiciones climáticas de cada región, etc. Las necesidades nutricionales del cultivo del tomate, tomando un promedio de diferentes autores en tn/ha es el siguiente: 3.25 - 0.75 - 5 - 0.55 - 1.2 (N - P_2O_5 - K_2O - MgO - CaO).

Tabla 157. Requerimientos nutricionales cultivo de tomate

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Tomate	3.30	0.80	5.00	1.20	0.60	45.00	80.00	Vidal I. (2019).
	2.80	0.90	5.40	3.90	1.20			IMPOFOS (2009).
	3.00	1.10	6.00	1.10	0.30			Bertsch (2009).
Promedio	**3.00**	**1.00**	**5.50**	**2.10**	**0.70**			

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024 Cultivo de cítricos.

6.3.9 Cultivo de cítricos

6.3.9.1 Aspectos generales

El cultivo de cítricos fue priorizado en quince (15) municipios del área de estudio debido a la importancia en la economía de las familias productoras, además de la importancia en la dieta familiar y muchos beneficios para la salud.

Según revisión bibliográfica (Guía Técnica Cultivo de Cítricos, San Lorenzo Paraguay, 2019), afirma que el cultivo depende de las características del suelo preferentemente suelos con una buena aireación y permeabilidad y no estar sujetos a encharcamientos por períodos prolongados lo que conduciría a la pudrición del pie y a una mayor incidencia de enfermedades.

También la profundidad efectiva es importante para el desarrollo radicular, la profundidad mínima está entre 1 a 2 metros. Actualmente existen variedades de naranja como la valencia criolla, valencia temprana, valencia tardía, washington navel, sangría, 7 sabores y la criolla. referente a las variedades de limón, se tiene mandarina real, 4 estaciones, criollo y sutil.

Según datos estadísticos que reporta el INE - MDRyT (2019) la superficie implementada, en volumen de producción y los rendimientos obtenidos en tn/ha del cultivo de cítricos se tiene, al limón con una superficie cultivado de 3397 ha a nivel nacional con un rendimiento promedio 7.67 tn/ha, la mandarina se produce en una superficie de 27124 ha a nivel nacional con un rendimiento promedio 8.84 tn/ha, naranja se produce 23251 ha a nivel nacional con un rendimiento promedio 8.32 tn/ha y lima 954 ha a nivel nacional con un rendimiento promedio 7.04 tn/ha.

Realizando la comparación con los datos de producción tn/ha de los cultivos de limón, mandarina, naranja y lima que reporta el INE - MDRyT (2019), se tiene registrado un rendimiento promedio de 12.17 tn/ha de cítricos, de acuerdo a los datos obtenidos en el estudio socioeconómico productivo realizado en el presente estudio, el cual es superior a los datos reportados según el INE - MDRyT (2019).

Por lo tanto, se establece que el rendimiento obtenido en la zona de estudio es más alto, aunque por debajo del rendimiento promedio por hectárea de cítricos según las recomendaciones encontradas a través de la revisión de bibliografía especializada, en promedio debería llegarse a producir 40 tn/ha de cítricos (Informe climático Asociación Accidental la Vertiente, diciembre 2024).

6.3.9.2 Matriz del cultivo de cítricos

La matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cítricos, se estructuro en base a la revisión bibliográfica específica del rubro de referencia y el criterio de los especialistas que conforman el equipo técnico para el desarrollo del presente estudio, considerando en la matriz las variables climáticas, relieve y edafológicas relacionadas a los requerimientos del cultivo, estableciendo rangos y grados de niveles de aptitud para la determinación de la potencialidad del cultivo.

Tabla 158. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cítricos

Matriz cultivo de cítricos								
I	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	14 - 16	16 - 18	18 - 20	20 - 22	22 - 24	24 - 26
2	Precipitación.	mm.	400 - 600	600 - 800	800 - 1000	1000 - 1200	1200 - 1400	1400 - 1600
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %.	%	> 37 %	12 - 37 %	5.5 - 9.5 %	3 - 5 %	1 - 3 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	600 - 800	800 - 1000	1000 - 1200	1200 - 1400	1400 - 1600	1600 - 1800

Matriz cultivo de cítricos								
III	Variables Edafológicas	Unidades	6 (No apto)	5 (Muy poco apto)	4 (Poco apto)	3 (Moderadamente apto)	2 (Apto)	1 (Muy apto)
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez / alcalinidad.	pH	0 - 4.0 - 10.5 - 12.0	4.1 - 4.6 - 9.6 - 10.0	5.1 - 5.4 - 8.6 - 8.8	5.7 - 6.0 - 8.1 - 8.3	6.1 - 6.3 - 7.6 - 7.8	6.5 - 7.5
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	0 - 5.2	5.2 - 14	14 - 18	20.3 - 33	35.8 - 42	> 42
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.02	0.02 - 0.04	0.09 - 0.14	0.16 - 0.17	0.22 - 0.28	> 0.28
9	Fósforo (P).	ppm	< 2.7	2.7 - 5	5.9 - 12	12.4 - 19	20.5 - 34	> 34
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.12	0.12 - 0.14	0.16 - 0.18	0.27 - 0.44	0.47 - 0.65	> 0.65
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.63	0.63 - 1.17	1.22 - 1.77	1.83 - 2.35	2.46 - 4.10	> 4.10
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.3	0.3 - 0.5	0.6 - 1.3	1.6 - 2.8	3.6 - 4.7	> 4.7
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	< 0.2	0.2 - 0.3	0.5 -0.6	0.7 - 0.8	1.0 - 4.0	> 4.0
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/cm	> 4.4	3.3 - 4.4	1.8 - 3.0	0.26 - 0.46	1.2 - 1.4	< 1.0

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.9.3 Potencial productivo del cultivo de cítricos

Los pesos calculados hasta qué punto un factor o restricción es más importante que otro para la adaptabilidad de cada clase de aptitud. (Almeida, Duriavich, Napolitano, & Feoli, 2009). Como resultado se obtuvo una capa poligonal con potencial productivo de cítricos, diferenciando las áreas de restricción (áreas protegidas), con las respectivas superficies ocupadas en el área de estudio.

Tabla 159. Áreas de aptitud para el cultivo de cítricos

N°	Nivel de aptitud	Sin área protegida		Con área protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	527.49	0.41	479.51	0.37	1007.00	0.78
Total		**527.49**	**0.41**	**479.51**	**0.37**	**1007.00**	**0.78**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como resultado del análisis de determinación del potencial para el cultivo de cítricos se tiene los siguientes resultados.

Área con potencial productivo para cítricos se tiene 1007.00 km² que representa el 0.78 % del área total de intervención, dentro de esta área tiene un área de restricción (áreas protegidas) con potencial productivo de 479.51 km² que representa el 0.37 % del área de restricción, quedando un área efectiva con potencial productivo de 527.49 km² que representa el 0.41 % del área total de intervención con condiciones óptimas para producir cítricos con el máximo de su rendimiento.

Estas áreas con potencial productivo se encuentran en el Municipio de Cabezas, al noroeste parte de los municipios de Vallegrande, Muyupampa, Monteagudo, Lagunillas y hacia el sur los municipios Camiri y Entre Ríos (ver **Mapa 58**).

Se concluye que en el área de intervención las variables tienen similitud con los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de cítricos, lo que posibilita llegar a producir según la recomendación señalada anteriormente, que en promedio debería llegar a producir 40 tn/ha (Informe climático Asociación Accidental la Vertiente, diciembre 2024). No obstante, se debe fortalecer las capacidades de los productores con conocimientos sobre el manejo integral del cultivo de cítricos.

Con respecto a las deficiencias de fertilidad de los suelos se deben realizar periódicamente el análisis de suelos en laboratorio con fines de fertilidad puesto que los requerimientos nutricionales para el cultivo de cítricos varían en función al tipo de suelo, frecuencia de riego, condiciones climáticas de cada región, etc. Las necesidades nutricionales del cultivo de cítricos, tomando un promedio de diferentes autores en tn/ha es el siguiente: 2.72 - 0.6 - 4.24 - 0.55 - 1.1(N - P_2O_5 - K_2O - MgO - CaO).

Tabla 160. Requerimientos nutricionales cultivo de cítricos

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Cítricos	2.70	0.60	4.20	1.10	0.60	40.00	80.00	Vidal I. (2019).
	5.70	1.60	6.40					IMPOFOS (2009).
	2.00	0.70	2.40	0.70	0.17			Bertsch (2009).
Promedio	**3.50**	**1.00**	**4.30**	**0.90**	**0.40**			

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.10 Cultivo de pastos

6.3.10.1 Aspectos generales

El cultivo de pastos tiene preferencia en los dieciocho (18) municipios del área de intervención, que comprende la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos. Catorce (14) municipios *Gatton panic*, once (11) municipios *Brachiaria brizanta* (marandu), cinco (5) municipios el *Sorgo Forrajero* y dos (2) municipios priorizan *Brachaiaria ruziziciencis* (pasto lechero).

El cultivo de pastos (*Gatton panic*, *Brachiaria brizanta*, *Sorgo Forrajero* y *Brachaiaria ruziziciencis*) tienen los mismos requerimientos edafoclimáticos, por lo tanto, se describe en una sola matriz de aptitud para la determinación del potencial productivo, además cabe señalar que el cultivo de referencia requiere suelos con los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, y una estructura que las mantenga firmes y derechas.

La estructura del suelo debe asegurar suficiente aireación y agua, pero debe evitar el exceso de agua mediante un buen drenaje. Los requerimientos establecidos en la matriz del potencial son esenciales para la crianza del ganado mayor de doble propósito (leche y engorde), debido a que se constituye en la fuente principal de ingresos de las familias del rubro de los municipios de referencia.

Por otro lado, considerando que existe mucha demanda de carne de buena calidad en los mercados nacionales e internacionales, es necesario su potenciamiento a través de la transferencia tecnológica que ayuden a mejorar los rendimientos de la producción del cultivo de pastos, referente a la genética, infraestructura, etc.

Mapa 58. Potencial productivo del cultivo de cítricos

6.3.10.2 Matriz del cultivo de pastos

La matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de pastos, se estructuro en base a revisión bibliográfica específica del rubro de referencia y el criterio de los especialistas del equipo técnico para el desarrollo del presente estudio, considerándose en la estructura de la matriz las variables climáticas, relieve y edafológicas relacionadas a los requerimientos del cultivo de pastos, estableciendo rangos y grados de niveles de aptitud para la determinación de la potencialidad del cultivo.

Tabla 161. Matriz de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de pastos

Matriz cultivo de pastos								
I	**Variables Climáticas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
1	Temperatura promedio anual.	C°	< 28	28 - 26	26 - 24	24 - 22	22 - 20	20 - 18
2	Precipitación.	mm.	1700 - 1500	1500 - 1300	1300 - 1100	1100 - 900	900 - 700	700 - 500
II	**Variables de Relieve**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
3	Pendiente %.	%	> 37 %	10 - 37 %	5 - 9 %	3 - 5 %	1 - 3 %	0 - 1 %
4	Altitud m.	m.	< 400	400 - 600	600 - 800	800 - 1000	1000 - 1200	1200 - 1400
III	**Variables Edafológicas**	**Unidades**	**6 (No apto)**	**5 (Muy poco apto)**	**4 (Poco apto)**	**3 (Moderadamente apto)**	**2 (Apto)**	**1 (Muy apto)**
5	Textura del suelo (% arena, limo y arcilla).	Clase textural	AF	FA, A	Y	YA, YL	FYL, FL	FY, FYA, F
6	Acidez / alcalinidad.	pH	0 - 3.8 - 10.5 - 14.0	4.2 - 5.0 - 9.0 - 9.9	5.2 - 5.5 - 8.6 - 8.8	5.7 - 6.0 - 8.1 - 8.3	6.1 - 6.3 - 7.7 - 7.8	6.6 - 7.4
7	Capacidad de intercambio catiónico (CIC).	meq/100 g	0 - 5.2	5.2 - 9.7	11.3 - 19	20.3 - 34	35.5 - 43	> 43
8	Nitrógeno Total (NT).	%	< 0.02	0.02 - 0.04	0.06 - 0.14	0.16 - 0.19	0.24 - 0.29	> 0.29
9	Fósforo (P).	ppm	< 2.2	2.2 - 5.2	5.3 - 11.5	12.9 - 20	20.2 - 36	> 36
10	Potasio (K).	meq/100 g	< 0.12	0.12 - 0.14	0.15 - 0.20	0.22 - 0.48	0.53 - 0.80	> 0.80
11	Materia Orgánica (MO).	%	< 0.62	0.62 - 1.17	1.22 - 1. 78	1.82 - 2.39	2.42 - 4.11	> 4.11
12	Calcio (Ca).	meq/100 g	< 0.3	0.3 - 0.44	0.7 - 1.4	1.6 - 2.8	3.2 - 4.77	> 4.77
13	Magnesio (Mg).	meq/100 g	< 0.2	0.2 - 0.3	0.4 - 0.6	0.7 - 0.9	1.1 - 3.8	> 3.8
14	Conductividad Eléctrica (CE).	mmhos/cm	> 4.1	3.1 - 4.1	1.6 - 2.8	0.29 - 0.48	1.1 - 1.4	< 1.4

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

6.3.10.3 Potencial productivo del cultivo de pastos

Teniendo como base a la matriz de zonificación y la matriz propuesta para el cultivo de pastos, se aplicó la metodología llegando a cruzar las variables del territorio con las variables del requerimiento del cultivo. Una vez definidos los niveles para cada variable en orden de importancia, se generaron las capas digitales para cada una de ellas.

A través del **SIG** se realizan una serie de comparaciones de la relativa importancia de los factores para la adaptabilidad de los píxeles; este proceso de derivación de pesos consiste el mayor reto, ya que una serie de criterios tiene que ser tomado en consideración.

Los pesos son calculados hasta qué punto un factor o restricción es más importante que otro para la adaptabilidad de cada clase de aptitud. (Almeida, Duriavich, Napolitano, & Feoli, 2009).

Como resultado se obtiene una capa poligonal de potencial productivo propias de cada cultivo, diferenciando las áreas de restricción (áreas protegidas), con las respectivas superficies ocupadas en el área de estudio.

Tabla 162. Áreas de aptitud para el cultivo de pastos

N°	Nivel de aptitud	Sin área protegida		Con área protegida		Total	
		Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)	Superficie km²	Porcentaje (%)
1	Muy apto	2797.20	2.17	1509.47	1.17	4306.66	3.34
Total		**2797.20**	**2.17**	**1509.47**	**1.17**	**4306.66**	**3.34**

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como resultado del análisis de determinación del potencial para el cultivo de pastos se obtuvieron los siguientes resultados (ver **Mapa 59**).

Área con potencial productivo para el cultivo de pastos, un área 4306.66 km² que representa el 3.34 % del área total de intervención, dentro de esta área se tiene un área de restricción (áreas protegidas) con potencial productivo de 1509.47 km² que representa el 1.17 % del área de restricción, quedando un área efectiva con potencial productivo para el cultivo de pastos de 2797.20 km² que representa el 2.17 % del área total.

El área con potencial productivo se encuentra al norte, en los municipios de Pampagrande y El Trigal, al oeste en los municipios de Monteagudo y Lagunillas, y hacia el sur los municipios de Camiri, Cuevo, Huacaya y Entre Ríos.

Se concluye que las variables de zonificación tienen similitud con los requerimientos edafoclimáticos del cultivo, cada variable está dentro del rango que determina el potencial productivo del área para la producción máxima del cultivo de pasto, satisfaciendo requerimientos requeridos por el cultivo en las áreas de potencial determinadas.

Los requerimientos nutricionales del cultivo de pastos varían con los niveles de producción, por lo tanto, es importante realizar un análisis de suelos con fines de fertilidad periódicamente para poder corregir algunas deficiencias de algún elemento identificado.

Las necesidades nutricionales del cultivo de pasto, tomando un promedio de diferentes autores en tn/ha es el siguiente: 25 - 2.7 - 18.5 - 4.9 - 3.6 - 2.5 (N - P - K - Ca - Mg - S).

Tabla 163. Requerimientos nutricionales de las pasturas

Cultivo	kg/tn de producto					Rendimiento (tn/ha)		Autores
	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Min	Max	
Pastos	25.00	6.20	22.20	5.00	4.10	12.00	15.00	t/MS/ha/año.
						45.00	50.00	t/MV/ha/año.
Total	**25.00**	**6.20**	**22.20**	**5.00**	**4.10**			

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Mapa 59. Potencial productivo del cultivo de pastos

Capítulo

7

7 Mercado de cultivos priorizados

En este acápite se describe y analizará el mercado de los cultivos priorizados (frijol, maní, soya, tomate, cítricos, maíz blanco, maíz amarillo duro, papa, ají y sandía). Para el cual se recopilará información detallada y relevante de dos zonas importantes que son; la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos mismos que son parte del presente estudio. La Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos en Bolivia presentan un importante potencial agrícola. Los mismos se detallan a continuación.

7.1 La Región del Chaco

Tabla 164. Productos agrícolas priorizados Región del Chaco

Producto	N° Hectáreas	Rendimiento qq/ha	Producción (qq)
Maíz	59270.28	56.77	3364773.80
Frijol	1131.07	31.7	35854.92
Maní	73.75	42.49	3133.64
Papa	983.33	233.57	229676.39
Soya	4734.64	209.15	990249.96
Ají	158.83	48.96	7776.32
Producto	**N° Hectáreas**	**Rendimiento unidad/ha**	**Producción (unidad)**
Sandía	420.00	5743.00	2412060.00
Producto	**N° Hectáreas**	**Rendimiento caja/ha**	**Producción (caja)**
Tomate	84.00	6794.00	570696.00
Producto	**N° Cabezas**	**Rendimiento kg/cabeza**	**Producción (kg)**
Carne de res	2057.00	700.00	1439900.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Cultivos principales: Maní, frijol, papa, aji, sandía, tomate, soya, maíz. son cultivos clave.

Ganadería: Cría de bovinos, especialmente en las áreas con mejor disponibilidad de forraje. Se practica la ganadería, especialmente en la producción de leche y derivados.

Una vaca promedio pesa entre 600 y 800 kilogramos. El peso varía según la raza, edad y sexo del animal. Por lo tanto, para el estudio se asume un rendimiento promedio de 700 Kg por cabeza.

7.2 La Región de los Valles Mesotérmicos

Tabla 165. Productos agrícolas priorizados Región de los Valles Mesotérmicos

Producto	Total, cultivos (ha)	Rendimiento qq/ha	Producción (qq/ha)
Maíz	5608.79	4889.45	27423898.27
Frijol	650.71	200.29	130330.71
Papa	2168.05	250.00	542012.50
Producto	**N° Hectáreas**	**Rendimiento unidad/ha**	**Producción (unidad)**
Sandía	21.00	12000.00	252000.00
Producto	**N° Hectáreas**	**Rendimiento caja/ha**	**Producción (caja)**
Tomate	414.00	8706.00	3604284.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Cultivos principales: Maíz, papa en áreas altas, tomate, frijol y sandía en áreas con riego.

En este entendido, el acápite desglosa los siguientes puntos que coadyubarán a los productores de las comunidades beneficiarias del proyecto para:

1. Identificar los actores y mercados
2. Determinar el sistema de producción
3. Descripción de la demanda
4. Análisis de la oferta
5. Estructura de mercados
6. Estrategia de comercialización.

7.3 Identificación de actores y mercados en la cadena de valor

En una cadena de valor de productos agrícolas, los actores principales incluyen a los productores (que pueden ser pequeños agricultores, cooperativas o empresas), los proveedores de insumos, los intermediarios (comerciantes, procesadores, transportistas), los mayoristas, los minoristas y los consumidores finales. Los mercados, por otro lado, pueden ser:

1. Locales (mercados de agricultores, mercados de barrio)
2. Regionales (mercados mayoristas, supermercados)
3. Nacionales o internacionales.

A continuación, se presenta un esquema de la cadena de valor de un cultivo agrícola tipo, considerando que la cadena de valor de todos los cultivos es similar.

Figura 18. Esquema de la cadena de valor de un cultivo tipo



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.3.1 Productores agrícolas

Los productores agrícolas pueden ser pequeños, medianos y grandes productores con características particulares.

Tabla 166. Productores agrícolas

Categoría	Características
Pequeños productores	Agricultura de subsistencia, bajos volúmenes, uso de tecnología limitada.
Medianos productores	Producción diversificada, acceso moderado a mercados y tecnología.
Grandes productores	Producción tecnificada, orientada a mercados nacionales e internacionales.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En la zona de estudio (Regiones del Chaco y los Valles Mesotérmicos) predominan más los pequeños productores.

7.3.2 Intermediación de los productos agrícolas

En esta región, los intermediarios desempeñan un papel crucial en la cadena de valor de los productos agrícolas. Estos actores se encargan de la compra, transporte y distribución de los cultivos, sirviendo como un enlace fundamental entre los pequeños productores y otros eslabones clave, como las empresas procesadoras y los consumidores finales. Su interacción con los pequeños agricultores se centra mayormente en el acopio directo en los predios, una modalidad que resulta beneficiosa para los productores al evitarles costos adicionales asociados al transporte, tiempo y estadía, optimizando así sus recursos y facilitando la comercialización, cumpliendo cada actor un rol particular.

Tabla 167. Intermediaros de los productores agrícolas

Actor	Rol
Intermediarios locales	Compran y transportan productos a mercados.
Asociaciones de productores	Fortalecen la negociación colectiva.
Acopiadores	Centralizan grandes volúmenes para la venta.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.3.3 Comercialización y distribución de los productos agrícola

La comercialización de la producción local agrícola en los Valles Mesotérmicos y la Región del Chaco, como en cualquier lugar, depende de varios factores que incluyen la calidad del producto, la infraestructura de mercado, la logística de transporte, la información de mercado, la competencia y las preferencias de los consumidores.

Además, factores como la capacitación de los productores, la existencia de un ambiente favorable para la comercialización y los adelantos económicos para financiar la producción también juegan un papel crucial.

7.3.4 Factores que afectan a la comercialización

Los factores que afectan a la comercialización son los siguientes; degradación del suelo se está acelerando, la organización social y comunitaria está cayendo, los recursos genéticos se debilitan y las tradiciones se están perdiendo.

La erosión del suelo y la deforestación son los síntomas principales del ciclo vicioso de la pobreza y la degradación ambiental. Muchos pequeños agricultores se han convertido en agentes de destrucción, al sobreexplotar los recursos naturales, motivados por la escasez de tierras y agua para riego y la falta de oportunidades económicas.

Estos factores están afectando negativamente la viabilidad de los pequeños agricultores, entre los que se incluyen:

- El libre comercio y la competencia desleal de los grandes productores, que hacen que los precios de los productos agrícolas domésticos bajen
- La concentración de las mejores tierras en manos de unos pocos propietarios poderosos.
- El control de los principales mercados por algunas corporaciones multinacionales
- La inexistencia de producción doméstica donde los pequeños productores pueden competir
- La orientación hacia la exportación
- La falta de fondos para proyectos de investigación y desarrollo de una agricultura sostenible
- Los incentivos y subsidios económicos para plaguicidas y fertilizantes que tienden a perpetuar la dependencia agroquímica, aun cuando son evidentes los impactos negativos en el medio ambiente
- Las políticas del comercio y el mercadeo que promueven las inversiones en cultivos inadecuados para los agricultores más pobres, o que crean oportunidades de mercado no equitativas.

7.3.5 Instituciones de apoyo a la producción de los productores agrícolas

Existen diferentes instituciones gubernamentales y no gubernamentales que desempeñan un papel esencial en la investigación, financiamiento y capacitación de los productores, en la **Tabla 168** se detalla a estas instituciones.

Tabla 168. Instituciones de apoyo a la producción agrícola

Actores	Responsabilidad y/o funciones
INIAF	Responsable de ejecución del estudio, en el marco de sus competencias y el Decreto Supremo 2454.
Empoderar	El Programa EMPODERAR es una iniciativa del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) en Bolivia. Su objetivo principal es promover el desarrollo rural sostenible a través de alianzas productivas entre pequeños productores y compradores. El programa apoya la infraestructura productiva, fomenta la competitividad y la participación de mujeres en la economía rural.
Viceministerio de Tierras - VT	Responsable de la supervisión del Mapa de Cobertura Uso de la Tierra.
Gobernaciones	Entidad pública departamental responsable de coadyuvar en el desarrollo de su jurisdicción en base a la Ley Marco de Autonomías.
Sub Gobernaciones	Entidad pública local responsable de coadyuvar en el desarrollo de su jurisdicción en base a la Ley Marco de Autonomías.
Municipios	Entidad local responsable de coadyuvar en el desarrollo de las comunidades en su jurisdicción.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.3.6 Actores de la cadena de valor Región del Chaco y Valles Mesotérmicos

Las instituciones y actores que participan en las cadenas de valor en la región se encuentran en detalle en la siguiente tabla.

Tabla 169. Instituciones de apoyo a la producción agrícola

N°	Municipio	Productores	Procesadores	Comerciantes	Distribuidores	Descripción
1	Yacuiba	ASOPROMANI	Planta de embutidos	Intermediarios	Rescatistas	Asociación de productores de maní. Proporcionan servicios para la producción de maní a sus proveedores.
		ASOGACHACO	Planta procesadora de granos	Intermediarios	Rescatistas	Asociación de productores ganaderos.
			Organización de productores de maíz			
			APICHACO			
			Filial ganadera Villamontes			

N°	Municipio	Productores	Procesadores	Comerciantes	Distribuidores	Descripción
2	Caraparí	Productores de papa	Planta de cítricos ESNARA	Intermediarios	Rescatista	Asociación productores de papa.
		Asociación de ganaderos 2 de agosto		Intermediarios	Rescatista	Asociación productores ganaderos.
		APICAR				Asociación de apicultores.
3	Villamontes	Asociación de lecheros agropecuaria arenales	Pil Gran Chaco	Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores lecheros.
4	Entre Ríos	Filial Moreta	Planta de alimentos balanceados	Intermediarios	Rescatista	Asociación productores ganaderos.
		ASOGAPO		Intermediarios	Rescatista	Asociación productores ganaderos.
5	Macharetí	Asociación de ganaderos de Carandaiti		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
		APIMACH		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
		Asociación de ganaderos Virgen del Carmen		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
6	Monteagudo	ASOGAN		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
		ASIPE		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores de miel.
		AMICAYDE		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
		CANDUA		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores de miel.
		AMOPOR		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores de porcinos.
		CADEMA		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
7	Muyupampa	AAAGSA	Apícola (Propoleo)	Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores, productores de miel y sus derivados.
		APROGUAZU		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos de Guazurenda.
		APOGUIS		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
		ASOGAM		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
		APIME		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores de miel.
8	Huacaya	Algarrobales		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores
		Piraschaco		Intermediarios	Rescatista	Asociación productores piscícolas y ganaderos.
		APLAYA		Intermediarios	Rescatista	Asociación productores de leche.
		AGASHUCSYA		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.

N°	Municipio	Productores	Procesadores	Comerciantes	Distribuidores	Descripción
9	Lagunillas	Asociación de ganaderos Lagunitas		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
		Asociación de productores de miel Iveyeca		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
10	Cabezas	ASOGAL		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
		Asociación de productores de miel Lacota		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
11	Cuevo	APICUEVO		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
		Agricultores de la comunidad de Tartagalito		Intermediarios	Rescatista	Asociación de agricultores.
		AGASCUEVO		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
12	Camiri	Asociación de apicultores Parapety		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
13	Boyuibe	APIBOY		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
		AGABOY		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
14	Charagua	AGACOR		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
		TAPUTA		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
		EIRENDA		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
15	El Trigal	AFRUVA		Intermediarios	Rescatista	Asociación de fruticultores.
		AGAPROVA		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores ganaderos.
16	Vallegrande	Asociación campesina de productores de papa		Intermediarios	Rescatista	Asociación de agricultores, productores de papa.
17	Pampagrande	Asociación productores de miel		Intermediarios	Rescatista	Asociación de apicultores.
		APROSAN		Intermediarios	Rescatista	Asociación de productores de sandía.
18	Comarapa	ASPROLAC	Transformación de lácteos	Intermediarios	Rescatista	Asociación productores de leche.
		ACOFRUT	Producción de vinos y licores	Intermediarios	Rescatista	Asociación de fruticultores.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.3.7 Fortalezas y debilidades de los actores en la cadena de valor

De acuerdo a los actores participantes en las cadenas de valor se ha identificado fortalezas y debilidades en la región, que permitirán identificar áreas de mejora y oportunidades para fortalecer la cadena de valor.

Tabla 170. Fortalezas y debilidades de los actores en la cadena de valor

Actor	Fortalezas	Debilidades
Productores	Conocimiento local, diversificación de cultivos, prácticas ancestrales y tradicionales adaptadas al entorno.	Acceso limitado a tecnología y financiamiento Falta de acceso a créditos y financiamiento adecuado. Dificultad de acceder a mercados y canales de comercialización. Vulnerabilidad a condiciones climáticas adversas.
Intermediarios	Red amplia de contacto, logística eficiente.	Altos costos de transporte.
Procesadores	Agregación de valor que mejora la competitividad del producto, desarrollo de derivados, calidad estandarizada y certificación de productos.	Infraestructura limitada, altos costos de procesamiento y mantenimiento, pérdidas de post cosecha por falta de tecnología adecuada.
Distribuidores	Acceso a mercados amplios (locales e internacionales), redes de distribución bien desarrolladas, capacidad de almacenamiento y conservación.	Competencia intensa en mercados saturados, logística completa y costosa en regiones remotas, pérdida durante el transporte debido a infraestructuras deficientes.
Consumidores	Demanda creciente por productos locales, preferencia por productos orgánicos y sostenibles, conocimiento e interés en la trazabilidad y origen del producto.	Sensibilidad a los precios, exigencias cambiantes y a veces insatisfechas, falta de información sobre productos.
Gobierno	Establecimiento de políticas y regulaciones protectoras, programas de apoyo y subsidios, incentivos fiscales financieros para la innovación.	Burocracia y posible ineficiencia en la implementación de políticas, desigualdad en el acceso a beneficiarios y recursos, riesgo político que puede afectar la estabilidad de las políticas.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.3.8 Servicios agrícolas

Los servicios e insumos son esenciales para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la producción agrícola, principalmente la producción de la zona en estudio.

Tabla 171. Servicios agrícolas

Servicio/Insumo	Detalle
Semillas mejoradas	Incrementan rendimientos y resistencia.
Fertilizantes	Mejora la productividad del suelo.
Pesticidas	Control de plagas y enfermedades.
Maquinaria	Facilita labores de siembra y cosecha.
Asistencia técnica	Capacitación en buenas prácticas agrícolas.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.4 Sistema de producción agrícola

Los sistemas de producción agrícola son importantes para la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y la protección del medio ambiente. Los cultivos priorizados como el maíz, frijol, maní, papa, soya, ají, sandía, tomate y cítricos, se producen en las dos regiones del presente estudio que a continuación se describe de manera específica por región (Región del Chaco y Región de los Valles Mesotérmicos).

Región del Chaco.- El sistema productivo agrícola se caracteriza por la combinación de agricultura de secano y riego, integrada con prácticas agroforestales y ganadería extensiva. Los cultivos principales incluyen maní, sésamo, maíz, hortalizas y frutales, adaptados al clima semiárido. La agricultura en esta región incorpora técnicas tradicionales y modernas con el objetivo de conservar recursos naturales y aumentar la productividad. Las comunidades indígenas y campesinas juegan un papel fundamental en la implementación de estas prácticas, promoviendo la sostenibilidad y biodiversidad en sus tierras.

Región de los Valles Mesotérmicos.- El sistema productivo agrícola en la Región se basa en la diversidad de cultivos como: Hortalizas, maíz, trigo, papa y frutales, beneficiándose de un clima moderado y suelos fértiles. Predominan tanto la agricultura tecnificada con riego y mecanización, como la agricultura comunitaria de pequeña escala, combinando técnicas tradicionales y modernas para optimizar la producción. Este sistema se enfoca en maximizar la productividad y sostenibilidad, contribuyendo significativamente a la seguridad alimentaria y mercados locales.

7.4.1 Mercado nacional

Demanda actual y tendencias de consumo

La demanda actual y las tendencias de consumo son cruciales para entender cómo los consumidores están comprando y utilizando productos y servicios.

En la tabla que sigue se presenta la demanda actual nacional por cada producto priorizado.

Tabla 172. Demanda actual de Bolivia año 2024

Producto	Población beneficiaria 2024	Consumo kg/hab/año	Total consumo kg/ año	Total demanda tn/año
Maíz blanco	11312620.00	17.00	192314540.00	192315.00
Maíz amarillo duro*				1300000.00**
Frijol	11312620.00	6.00	67875720.00	67876.00
Maní	11312620.00	1.80	20362716.00	20363.00
Papa	11312620.00	11.90	134620178.00	134620.00
Soya	11312620.00	38.60	436667132.00	436667.00
Soya para transformar*				363333.00***
Ají	11312620.00	4.75	53734945.00	53735.00
Sandía	11312620.00	7.30	82582126.00	82582.00
Tomate	11312620.00	15.70	177608134.00	177608.00

Producto	Población beneficiaria 2024	Consumo kg/hab/año	Total consumo kg/ año	Total demanda tn/año
Cítricos (limón)	11312620.00	21.00	237565020.00	237565.00
Carne de res	11312620.00	20.00	226252400.00	226252.00

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

* Son productos para ser transformada y para alimentar al ganado.

** Dato de la Asociación de Productores de Maíz y Sorgo (PROMASOR).

*** Dato de la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO).

La demanda actual de los productos priorizados a nivel nacional se detalla a continuación.

7.4.1.1 Demanda de Maíz

La demanda del maíz (*Zea mays*) dentro de los volúmenes de producción nacional ocupa el primer lugar en importancia para la economía y seguridad alimentaria, con una demanda actual de 192315 tn/año de maíz blanco y de maíz amarillo duro es de 1300000 tn/año para la gestión 2024. Santa Cruz es la principal productora de maíz en Bolivia, concentrando más del 47% de la superficie cultivada, seguida de Chuquisaca y Tarija. Sin embargo, el déficit de producción nacional ha llevado a una dependencia de importaciones para cubrir la demanda interna, especialmente en el sector pecuario.

En los últimos cinco años, la distribución del maíz ha estado marcada por desafíos como la variabilidad climática, la pérdida de cultivos y las tensiones en el mercado debido al déficit de producción. Esto ha generado incrementos en los precios de productos derivados, afectando tanto a los productores como a los consumidores.

Para abordar estos desafíos, es fundamental implementar estrategias que incluyan.

- Uso de semillas de alto rendimiento y tecnologías de manejo agronómico
- Sistemas de almacenamiento y transporte eficientes para reducir pérdidas
- Subsidios y financiamiento para productores locales, especialmente en regiones vulnerables.

7.4.1.2 Demanda de la Papa

La papa (*Solanum tuberosum*), es el cuarto cultivo alimenticio más importante del mundo, aporta con la mayor cantidad de carbohidratos en la dieta alimentaria de millones de personas en los países en desarrollo.

Según los datos del INE, en los años 2020 - 2021 ha alcanzado la producción de papa de 1272649 toneladas en una superficie total de 191321 hectáreas, alcanzando el rendimiento promedio de 6.65 tn/ha., para el año 2024 la producción de papa es de 134620 tn/año.

La comercialización y distribución de la papa en Bolivia es la venta directa de los productores a los consumidores, la venta a acopiadores mayoristas y la industrialización de la papa a través de la planta de industrialización de papa de EMAPA en El Alto.

7.4.1.3 Demanda de la Soya

La comercialización de soya (*Glycine max*), incluye tanto la venta interna como la exportación, se caracterizaron por una caída en las exportaciones, tanto en volumen como en valor. La producción de soya en 2024 fue significativamente menor que en el año anterior, debido a factores como la sequía, por ende, las exportaciones.

Los principales destinos de las exportaciones de soya son Argentina, Perú, Colombia, Chile y Chinese Taipéi.

7.4.1.4 Demanda de Frijol

El mercado del frijol en 2024 se caracteriza por una producción significativa tanto en la Región Valles Mesotérmico y Región del Chaco, la mayor parte de la producción de frijol proviene de Santa Cruz, otros departamentos, como Cochabamba, Chuquisaca y Tarija.

Colombia y Perú son principales destinos de exportación. La demanda de frijol fue de 67876 tn. es un producto con alta demanda internacional. El IBCE facilita la exportación, y se promueve la generación de valor agregado para aumentar la competitividad en el mercado internacional.

7.4.1.5 Demanda de Maní

El mercado del maní (*Arachis hypogaea*) en 2024, realizando una comparación con la gestión 2023, tuvo un aumento en las exportaciones. Los departamentos con mayor producción son Tarija, con el 53%, seguido de Santa Cruz y Chuquisaca. A pesar de una caída del 25% en las exportaciones de maní en comparación con 2023, el interés internacional en el maní boliviano sigue creciendo. Según el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), Tarija es el departamento con mayor producción de maní en Bolivia, representando el 53% de la producción nacional.

7.4.1.6 Demanda de Cítricos

El mercado de cítricos en Bolivia ha experimentado una contracción en la producción y las exportaciones. La demanda de cítricos se estima en 237565 tn, menos que la temporada anterior. Cochabamba, La Paz y Santa Cruz son los departamentos con mayor número de unidades productivas dedicadas a la citricultura.

7.4.1.7 Demanda de Carne

El mercado de carne de res en el 2024 tuvo un aumento de las exportaciones, superando el cupo autorizado por el gobierno. La demanda estimada de carne vacuna fue de 226252 tn., por una parte, con destino al consumo interno y para exportación.

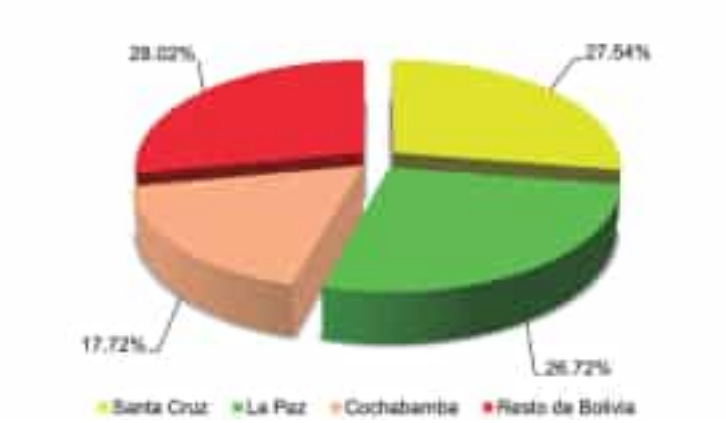
7.4.1.7.1 Zonas geográficas con mayor interés

Dentro del análisis que se realiza de los productos priorizados del estudio, para su comercialización en el ámbito nacional tenemos que zonas geográficas con mayor interés, son las zonas más pobladas del país, es decir donde haya una mayor cantidad de población consumidora donde se pueda comercializar los productos, en este aspecto considerando el tamaño poblacional está el departamento de Santa Cruz, seguido de los departamentos de La Paz y Cochabamba, que son

los tres departamentos con mayor cantidad de población de Bolivia. Bajo este criterio, al tener una mayor cantidad de población se tiene una mayor demanda de productos agrícolas priorizados.

En el gráfico que sigue se observa que porcentualmente los departamentos de Santa Cruz tienen el 27.54% del total de la población del país, mientras que La Paz tiene el 26.72% y Cochabamba tiene el 17.73% de la población; sin embargo, el resto del país, es decir que el resto de los departamentos sumados todos juntos la población representa el 28.02%.

Gráfico 64. Zona geográficas de Bolivia de mayor interés para la comercialización



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.4.1.8 Análisis de precios

Al realizar un análisis de precios de productos priorizados (maíz blanco, maíz amarillo duro, frijol, maní, papa, soya, soya para transformar, ají, sandía, tomate, cítricos y carne de res) se enfocará en estudiar la evolución de los precios de los productos priorizados en los tres mercados nacionales principales (Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija). En este entendido se detalla en la tabla los precios por producto priorizado.

Tabla 173. Precios de venta de la producción de los productos priorizados, año 2024

Cultivos	Precios			
	Tarija	Sucre	Santa Cruz	Referencia
Maíz blanco	138.00	222.00	312.00	Quintal
Maíz amarillo duro			110.00[4]	Quintal
Frijol	40.00	40.00	45.00	Cuartilla
Maní	30.00	30.00	35.00	@
Papa	30.00	30.00	35.00	@
Soya	4716.00	4941.00	4143.00	Tonelada
Soya para transformar*			4143.00	Tonelada
Ají	275.00	358.00	430.00	@

4 En febrero de 2023, el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, a través de Emapa, estableció un precio base para acopio de Bs 110 el quintal de maíz, como incentivo para incrementar la producción de ese grano.

Cultivos	Precios			
	Tarija	Sucre	Santa Cruz	Referencia
Sandía	5.80	2.70	3.20	kg
Tomate	180.00	190.00	190.00	Caja
Cítricos (limón)	15.00	12.00	12.00	Docena
Carne de res	50.00	50.00	50.00	Kg

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

* Son productos para ser transformada y para alimentar al ganado.

Los precios del maíz a diferencia del año 2023 alcanzaron nuevos máximos históricos, ya que las condiciones meteorológicas fueron más favorables en las zonas de producción. Los precios de maní tuvieron un aumento en el valor de las exportaciones en comparación con años anteriores, por otra parte, los precios del maní en Bolivia han fluctuado en los últimos años, dependiendo de factores como la oferta, la demanda y las condiciones climáticas.

Los precios del tomate en el año 2024 tuvieron una disminución, debido al aumento de la oferta en el mercado. Los precios de la carne de res han experimentado variaciones, ya que tuvo incrementos significativos en los precios.

7.4.1.9 Canales de distribución y competidores

Este apartado se enfocará en el análisis de los requerimientos específicos de cada segmento de clientes, considerando factores clave como el volumen de demanda, la frecuencia de compra y la identificación del canal de distribución más eficiente para la entrega de los productos.

Para la distribución de los productos priorizados se priorizará el uso de los principales canales de comercialización, entre los que se incluyen intermediarios, rescatistas y consumidores finales, destacando que la entrega directa al consumidor final será la estrategia predominante.

En cuanto a la competencia de los productos agrícolas priorizados son otros productores provenientes de distintas regiones del país que comercializan los mismos productos agrícolas. Para determinar la viabilidad y competitividad en el mercado objetivo, se analizarán variables como los precios de los productos, la demanda existente y otros factores determinantes que inciden en la posición de los productores frente a sus competidores.

7.4.2 Mercado internacional

En la revisión de datos e información del Mercado Internacional de la producción nacional, se tiene que los productos agrícolas que se exportan a diferentes países son: Maíz, frijol, maní, soya, tomate y cítricos (limón). Por lo expuesto realizaremos un análisis de los productos priorizados del estudio, los cuales coinciden con los productos agrícolas locales que se tienen en el Mercado Internacional, donde veremos los volúmenes de exportación, su departamento de origen del producto para la exportación y los destinos de la producción exportada.

7.4.3 Volumen de exportaciones

En base a los productos priorizados de las regiones del estudio, analizamos los volúmenes de exportación del maíz, frijol, maní, soya, tomate y cítricos (limón).

7.4.3.1 Maíz

El análisis corresponde a una serie histórica del año 2019 al 2024, donde los volúmenes de exportación son irregulares, presentando su mayor volumen de exportación el año 2021, luego decreció la exportación del año 2021 al 2023, aspecto que no permitió abastecer los sectores pecuarios[5].

Moreno indicó que el Gobierno debe atender las demandas de los productores, toda vez que el maíz es un grano utilizado para alimentar a las aves, cerdos y ganado bovino.

Gráfico 65. Volumen de exportación del maíz (tn)



Fuente: INE.

7.4.3.2 Frijol

El período de análisis es del año 2019 al 2024, donde los volúmenes de exportación son irregulares, presentando su mayor volumen de exportación el año 2022, luego decrecieron las exportaciones, siendo el año 2024 el de menor exportación de frijol.

Gráfico 66. Volumen de exportación del frijol (tn)



Fuente: INE.

5 https://agrosinergia.com.bo/promasor-insiste-en-la-utilizacion-de-biotecnologia-para-abastecer-la-demanda-de-maiz/#:~:text=Mario%20Moreno%2C%20presidente%20de%20Promasor,permiti%C3%B3%20abastecer%20los%20sectores%20pecuarios.

7.4.3.3 Maní

Analizando la exportación de maní del año 2019 al 2024, tenemos que la exportación fue creciendo, llegando a su volumen de mayor exportación el año 2022 con 18000 tn aproximadamente, después del año 2022 se fue reduciendo los volúmenes de exportación llegando aproximadamente a 8000 tn el año 2024.

Gráfico 67. Volumen de exportación del maní (tn)



Fuente: INE.

7.4.3.4 Soya

El análisis de exportación de la soya corresponde del año 2019 al 2024, donde los volúmenes de exportación se fueron incrementando del 2019 al 2022 de 1000000 a 3500000 tn. respectivamente, mientras que después del año 2022 la exportación de soya se redujo, llegando el año 2024 a exportar aproximadamente 2000000 tn.

Según la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO) la demanda local es de casi 800000 tn, por ello, hay suficiente producción para el mercado interno y un excedente listo para la exportación[6].

Gráfico 68. Volumen de exportación de la soya (tn)



Fuente: INE.

6 https://agrosinergia.com.bo/productores-de-soya-exigen-certidumbree-inmediata-autorizacion-para-exportar/.

7.4.3.5 Tomate

De la producción de tomate que se exporta, se analiza el período 2021 al 2024, por lo que los volúmenes exportados son variables; para el año 2021 la exportación de tomate llego a 1000 tn, los siguientes dos años se redujo el volumen de exportación, llegando a su pico máximo de exportación de tomate al año 2024, donde aproximadamente se exportaron 3500 tn.

Gráfico 69. Volumen de exportación del tomate (tn)



Fuente: INE.

7.4.3.6 Cítricos (Limón)

En el área de estudio se tiene el cultivo priorizado cítricos el cual contempla la naranja y limón. Sin embargo, de la información de mercado respecto a la producción nacional se tiene al Limón como un producto que se exporta, en este sentido a continuación se analizan los datos netamente del Limón.

A continuación, se presenta el volumen de exportación del limón, donde se tiene una serie de años del 2019 al 2024, se observa que los años de mayor exportación son el 2020 y 2021, luego la exportación de limón fue decreciendo.

Gráfico 70. Volumen de exportación de limón (tn)



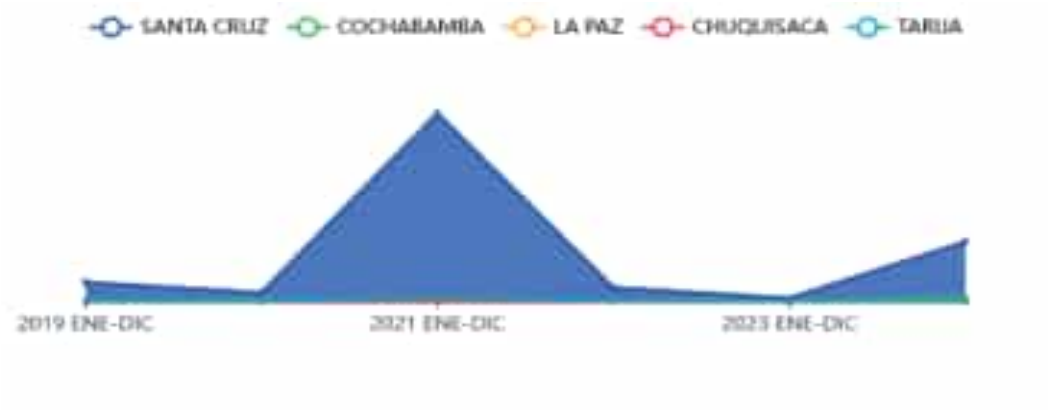
Fuente: INE.

7.4.4 Departamentos origen de las exportaciones

7.4.4.1 Maíz

A continuación, se observa a los departamentos que dan origen a la exportación de maíz son: Santa Cruz (89%), Cochabamba (9%), La Paz (1%), luego esta Chuquisaca (0.6%) y Tarija (0.4%).

Gráfico 71. Volumen de exportación de maíz (tn)



Fuente: INE.

Analizando el aporte que tienen las regiones objeto de estudio sobre el total producido de los departamentos en la gestión 2024, tenemos que la Región del Chaco aporta el 20% de la producción de maíz para exportación, mientras que la Región de los Valles Mesotérmicos tiene un aporte del 5% en la exportación de maíz. Ver la grafica que sigue.

Gráfico 72. Aporte de las regiones a la exportación de maíz (tn)

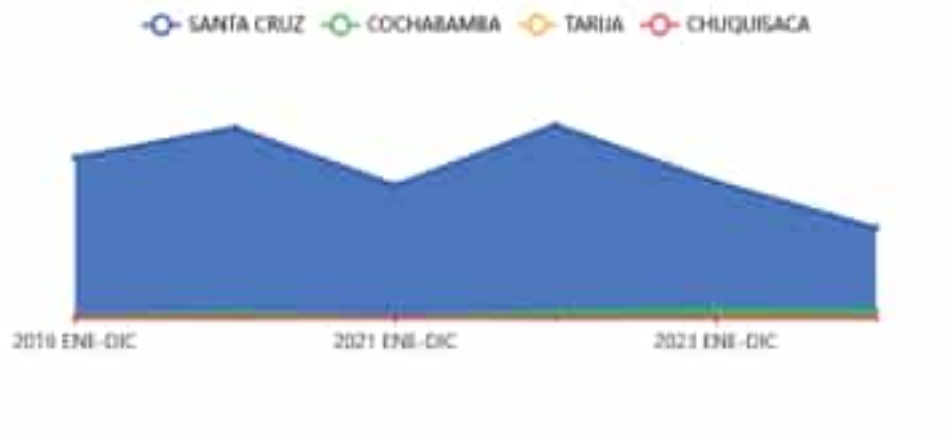


Fuente: INE - Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.4.4.2 Frijol

Los departamentos productores de frijol que dan origen a la exportación de este producto es Santa Cruz, Cochabamba, Chuquisaca y Tarija, este último departamento recién el año 2023 empezó a formar parte del grupo de departamentos origen para la exportación de frijol.

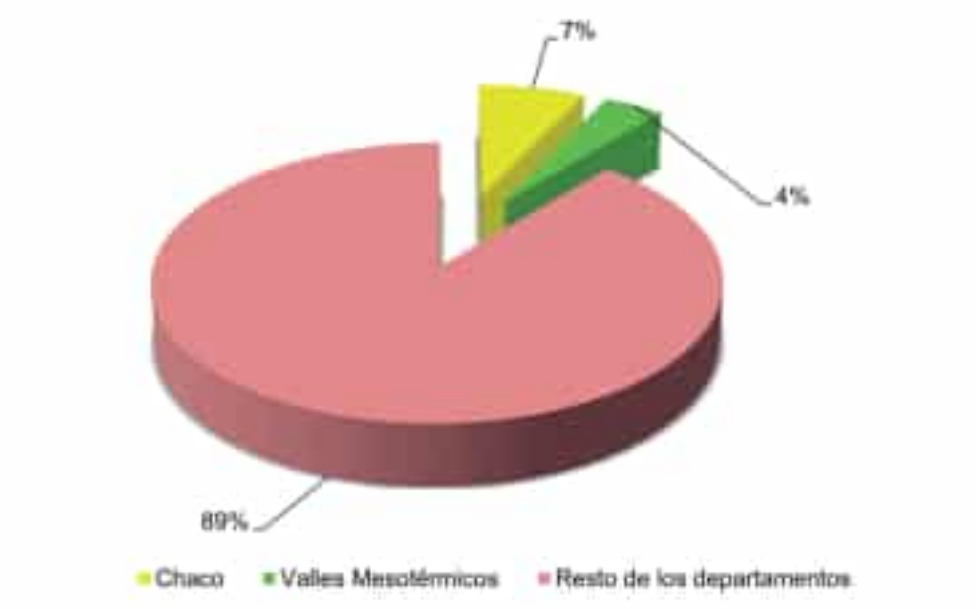
Gráfico 73. Volumen de exportación de frijol (tn)



Fuente: INE.

En la gráfica que sigue se observa que en la Gestión 2024, la Región del Chaco tiene un aporte del 7% en la producción de frijol para exportación, mientras que la Región de los Valles Mesotérmicos aporta con el 4% del total de la producción de los departamentos origen.

Gráfico 74. Aporte de las regiones a la exportación de frijol (tn)

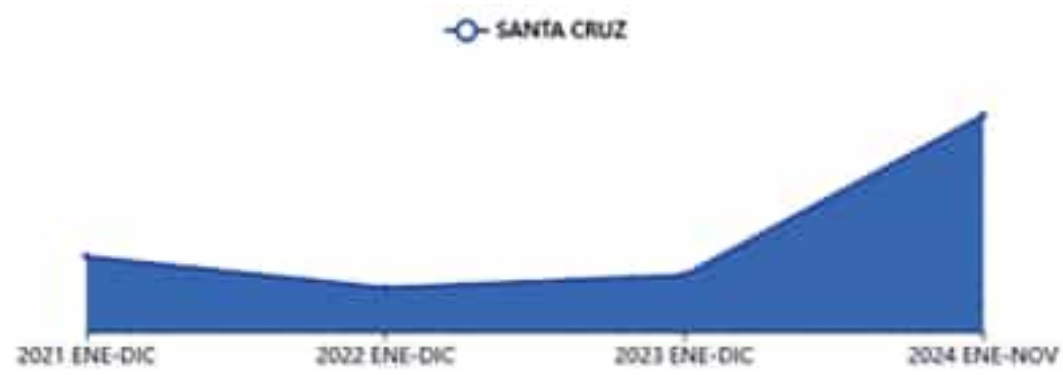


Fuente: INE - Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.4.4.3 Maní

Para el cultivo del maní, el departamento origen de la exportación es solamente Santa Cruz.

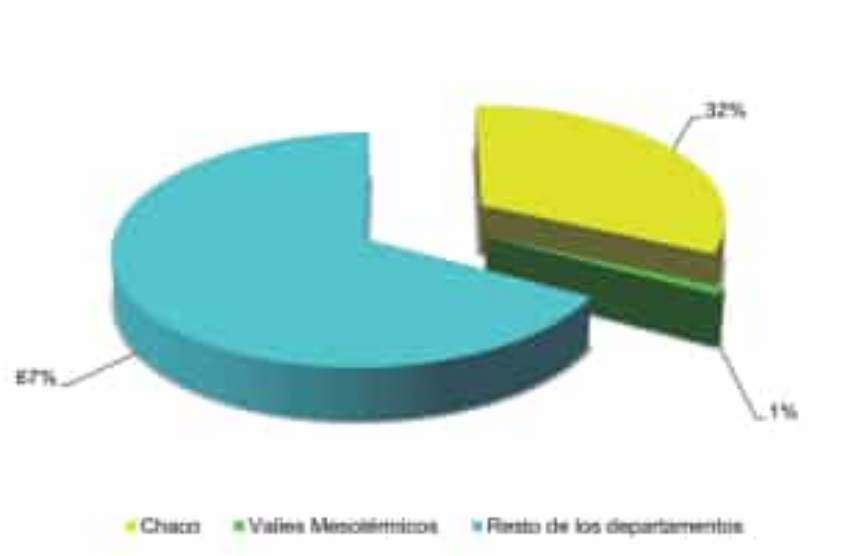
Gráfico 75. Departamento de origen volumen de exportación de maní (tn)



Fuente: INE.

El **Gráfico 76** muestra que en la gestión 2024 la Región del Chaco tiene un aporte del 32% en la exportación de maní, mientras que la Región de los Valles Mesotérmicos aporta el 1%, estos datos solo para las regiones de Santa Cruz.

Gráfico 76. Aporte de las regiones a la exportación de maní (tn)



Fuente: INE - Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.4.4.4 Soya

Los departamentos productores de soya que dan origen a la exportación de este producto es Santa Cruz, Cochabamba, Tarija y La Paz, este último departamento recién el año 2021 empezó a formar parte del grupo de departamentos origen para la exportación de soya.

Gráfico 77. Departamento de origen volumen de exportación de soya (tn)



Fuente: INE.

En el siguiente Gráfico muestra que en la gestión 2024 la Región del Chaco tiene un aporte del 4% en la exportación total de soya, mientras que la Región de los Valles Mesotérmicos no aporta nada.

Gráfico 78. Aporte de las regiones a la exportación de soya (tn)

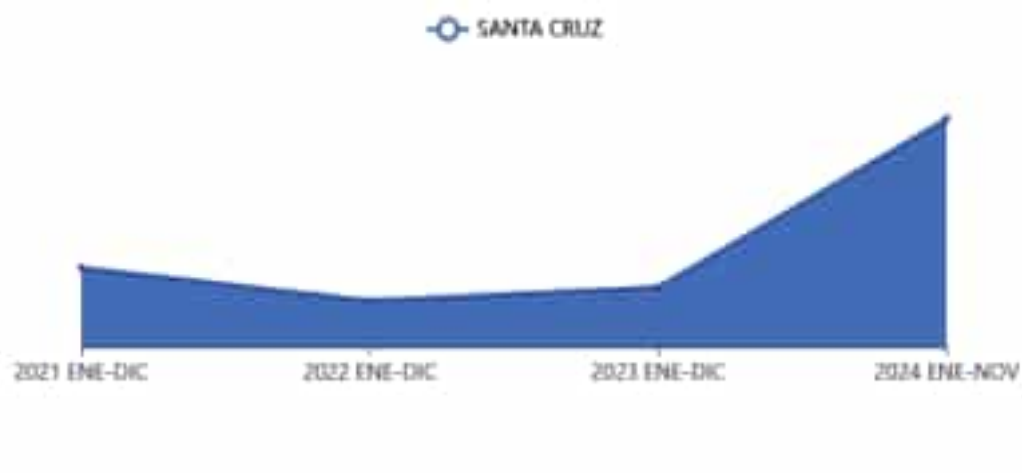


Fuente: INE - Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.4.4.5 Tomate

El departamento origen de la producción para la exportación de tomate, es solamente Santa Cruz.

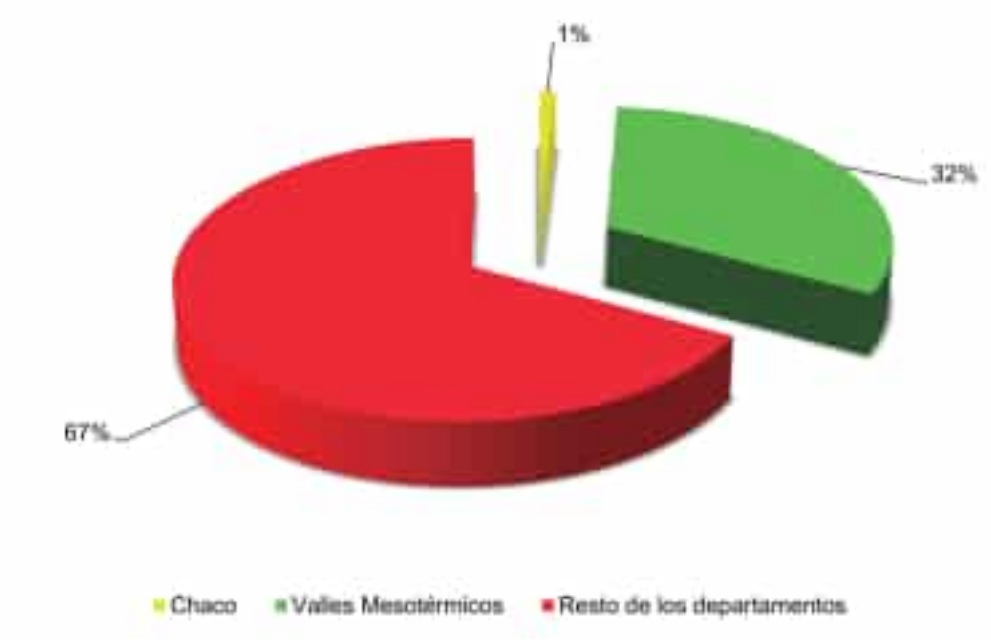
Gráfico 79. Departamento de origen volumen de exportación de tomate (tn)



Fuente: INE.

En la gráfica siguiente muestra que en la gestión 2024 la Región del Chaco tiene un aporte del 1% en la exportación de tomate, mientras que la Región de los Valles Mesotérmicos aporta el 32%, estos datos solo para las regiones de Santa Cruz.

Gráfico 80. Aporte de las regiones a la exportación de tomate (tn)

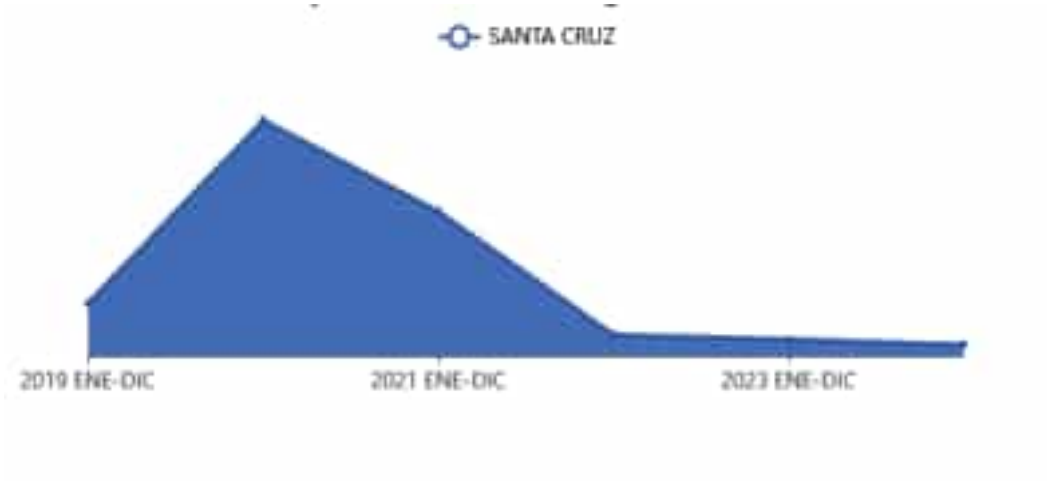


Fuente: INE - Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.4.4.6 Cítricos (Limón)

El departamento origen de la producción para la exportación de limón, es solamente Santa Cruz.

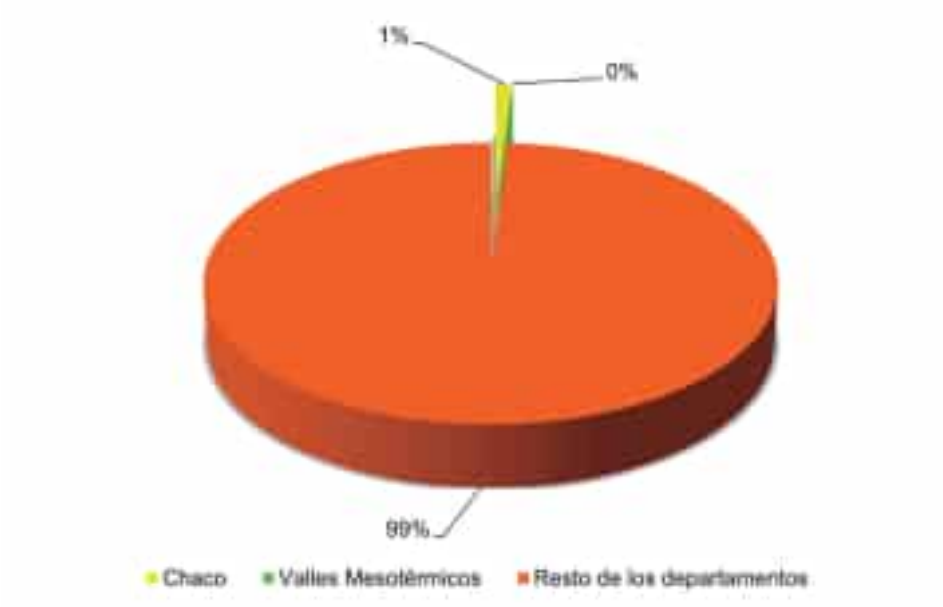
Gráfico 81. Departamento de origen volumen de exportación de limón (tn)



Fuente: INE.

En la gráfica que sigue muestra que en la gestión 2024 la Región del Chaco tiene un aporte del 1% en la exportación del total de la producción de limón, mientras que la Región de los Valles Mesotérmicos no aporta nada, estos datos solo para las regiones de Santa Cruz.

Gráfico 82. Aporte de las regiones a la exportación de limón (tn)



Fuente: INE - Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

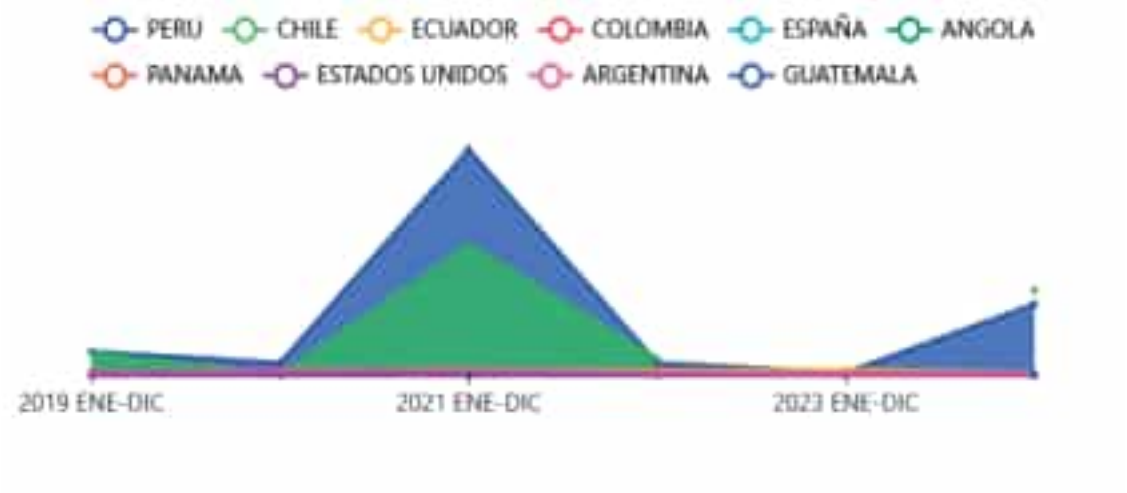
7.4.5 Destino de las exportaciones

En este acápite realizaremos la descripción del destino de las exportaciones de los productos agrícolas en toneladas.

7.4.5.1 Maíz

La exportación de maíz tiene como países de destino a Perú, Chile, Ecuador, Colombia, España, Angola, Panamá, Estados Unidos, Argentina y Guatemala.

Gráfico 83. Países de destino de la exportación de maíz (tn)

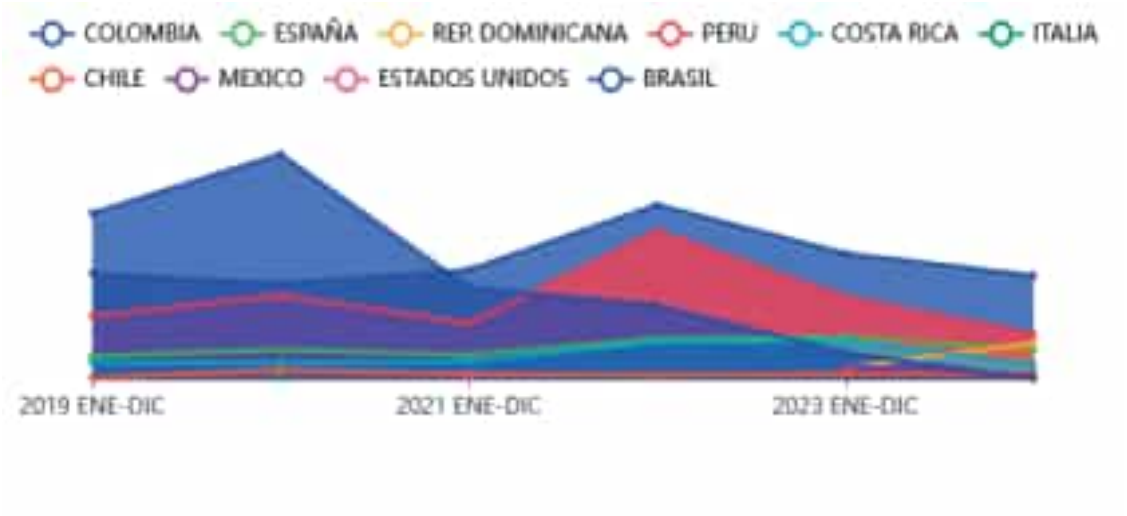


Fuente: INE.

7.4.5.2 Frijol

La exportación de frijol tiene como países de destino a Colombia, España, Republica Dominicana, Perú, Chile, Costa Rica, Italia, Chile, México, Estados Unidos y Brasil.

Gráfico 84. Países de destino de la exportación de frijol (tn)

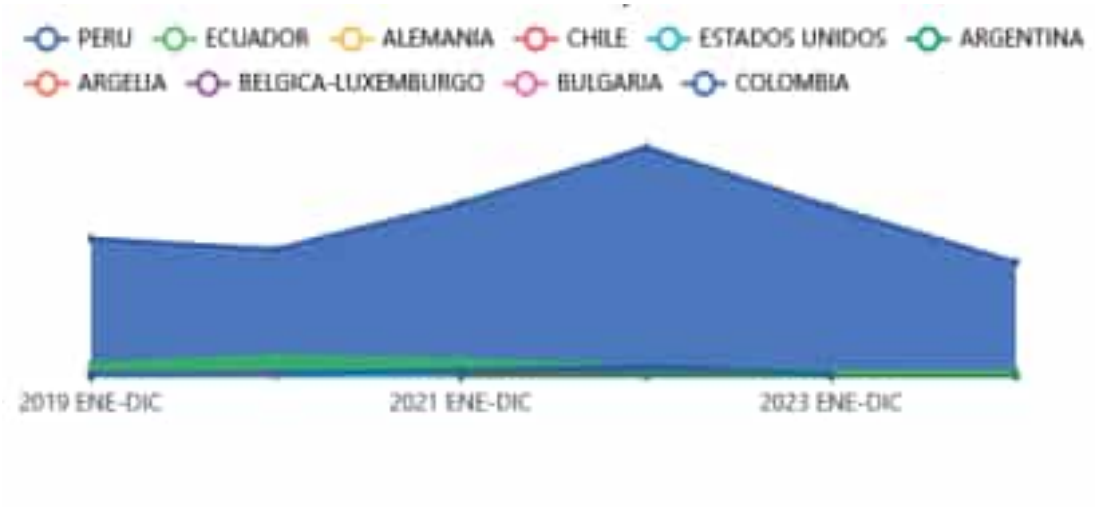


Fuente: INE.

7.4.5.3 Maní

La exportación de frijol tiene como países de destino a Perú, Ecuador, Alemania, Chile, Estados Unidos, Argentina, Argelia, Bélgica - Luxemburgo, Bulgaria y Colombia.

Gráfico 85. Países de destino de la exportación de maní (tn)

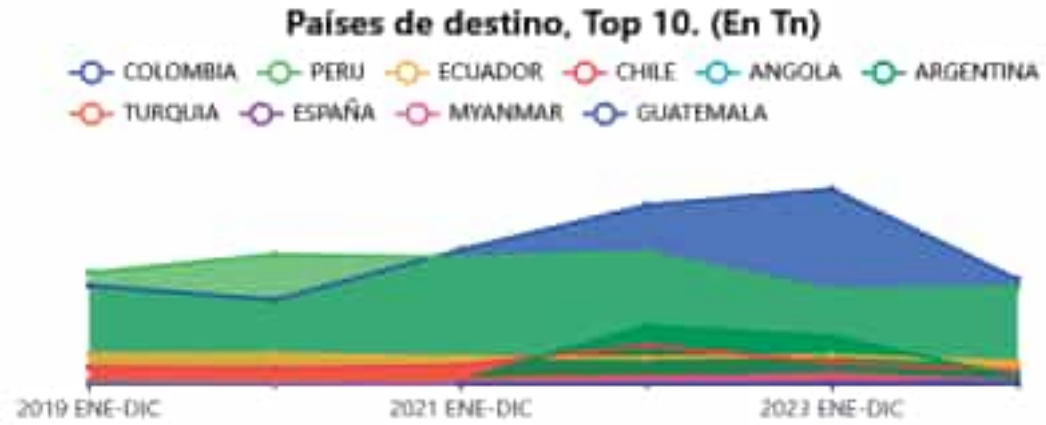


Fuente: INE.

7.4.5.4 Soya

La exportación de soya tiene como mercados a Colombia, Perú, Ecuador, Chile, Angola, Argentina, Turquía, España, Myanmar y Guatemala.

Gráfico 86. Países de destino de la exportación de soya (tn)

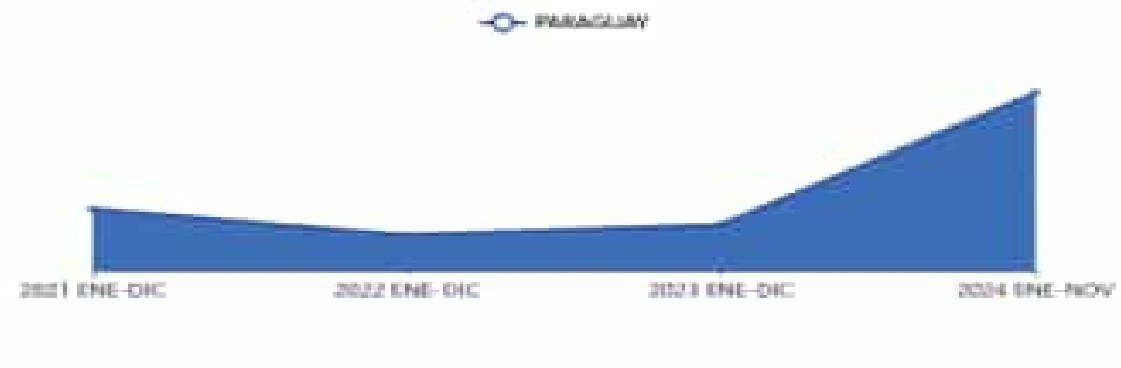


Fuente: INE.

7.4.5.5 Tomate

La exportación de tomate tiene como mercados solamente a Paraguay.

Gráfico 87. Países de destino de la exportación de tomate (tn)

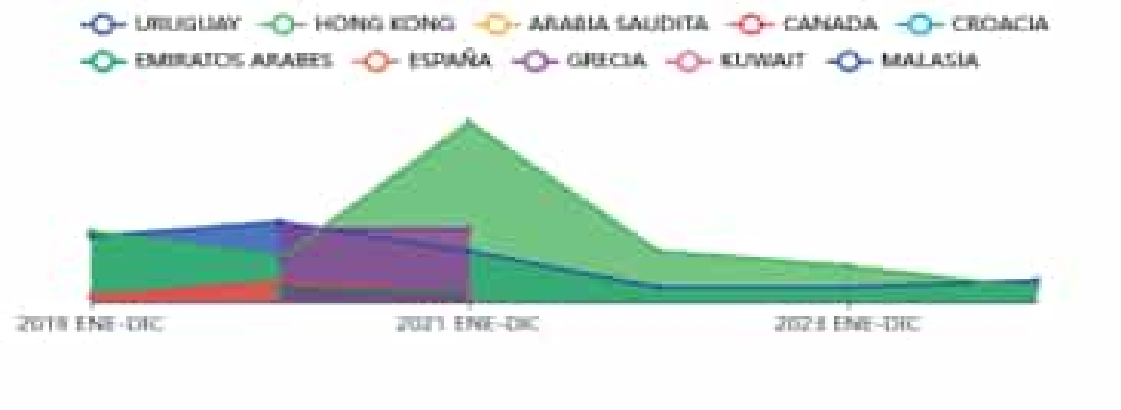


Fuente: INE.

7.4.5.6 Cítricos (Limón)

La exportación de limón tiene como mercados a Uruguay, Hong Kong, Arabia Saudita, Canadá, Croacia, Emiratos Árabes entre otros países de Europa y Asia entre otros.

Gráfico 88. Países de destino de la exportación de limón (tn)



Fuente: INE.

7.4.5.7 Proyecciones de exportación

Como se observó en los productos de exportación se tienen registros hasta el año 2024, por lo que para tener un panorama hacia el futuro se realiza la proyección de las exportaciones por producto.

Tabla 174. Proyección de la exportación de productos agrícolas (tn)

Año	Productos de exportación (tn)					
	Maíz	Frijol	Maní	Soya	Tomate	Cítricos (Limón)
2025	19703.00	9688.49	8634.49	2075042.99	3.43	122.23
2026	19898.08	9784.41	8719.98	2095587.97	3.47	123.44
2027	20093.16	9880.34	8805.47	2116132.95	3.50	124.65
2028	20288.24	9976.26	8890.96	2136677.93	3.54	125.86
2029	20483.32	10072.19	8976.45	2157222.91	3.57	127.07
2030	20678.40	10168.11	9061.94	2177767.89	3.60	128.28
2031	20873.47	10264.04	9147.43	2198312.87	3.64	129.49
2032	21068.55	10359.96	9232.92	2218857.85	3.67	130.70
2033	21263.63	10455.89	9318.41	2239402.83	3.71	131.91
2034	21458.71	10551.82	9403.90	2259947.81	3.74	133.12

Fuente: Elaboración Propia en Base a Datos del INE.

En la tabla anterior se observa, que la soya es el producto que se exportara en mayor escala y el producto que se exportara en menor escala es el tomate. Se debe considerar que las exportaciones de algunos productos son inestables respecto a su volumen de exportación, esto se debe a factores como la demanda por los productos, los precios, la estabilidad económica del país hacia el que exporte, entre otros factores. Sin embargo, se debe reforzar y fortalecer el sector productivo agrícola de nuestro país, con el objeto de mejorar e incrementar la producción local, para así ampliar las exportaciones de los productos nacionales.

7.4.5.8 Oportunidades y desafíos en el mercado para los productos

Las oportunidades y desafíos en el mercado para los productos priorizados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 175. Oportunidades y desafíos del mercado de exportación

Oportunidades productos priorizados					
Maíz	Frijol	Maní	Soya	Tomate	Cítricos (Limón)
Incremento de la producción para exportación.					
Nuevos mercados de exportación.					
Acceso a mercados preferenciales.					
Establecer nuevos acuerdos comerciales.					
Desafíos de los productos priorizados					
Mejorar la producción.					
Capacitación constante de la mano de obra.					
Incrementar la capacidad productiva de los productores.					
Mejorar las condiciones abastecimiento a los mercados de exportación.					
Estabilidad de precios.					
Insertar estrategias de competitividad exportadora a los productos.					
Mejoramiento de la infraestructura productiva.					

Desafíos de los productos priorizados
Tener acuerdos comerciales que permitan el acceso a mercados preferenciales.
Aumentar el nivel competitivo de los productos.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.5 Descripción de la demanda

En base a los cultivos priorizados, se procede a estimar la demanda por productos para las ciudades de Tarija, Sucre y Santa Cruz, considerando que estos serán los principales mercados de comercialización de la producción de cada municipio identificado en el diagnóstico realizado.

De acuerdo a la población de cada ciudad se ha determinado el consumo local y el per cápita (demanda).

Se ha tomado la población actual preliminar del censo 2024, con la cual se trabaja y se determina la demanda actual. En la siguiente tabla se observa los productos, la población y el consumo correspondiente de cada uno de ellos.

Tabla 176. Demanda de productos priorizados de la ciudad de Tarija

Producto	Población beneficiaria 2024	Consumo kg/hab/año	Total consumo kg/año	Total demanda tn/año	Total demanda tn/mes
Maíz	238942.00	17.00	4062014.00	4062.00	339.00
Frijol	238942.00	6.00	1433652.00	1434.00	119.00
Maní	238942.00	1.80	430096.00	430.00	36.00
Papa	238942.00	11.90	2843410.00	2843.00	237.00
Soya	238942.00	38.60	9223161.00	9223.00	769.00
Ají	238942.00	4.75	1134975.00	1135.00	95.00
Sandía	238942.00	7.30	1744277.00	1744.00	145.00
Tomate	238942.00	15.70	3751389.00	3751.00	313.00
Cítricos (naranja y limón)	238942.00	21.00	5017782.00	5018.00	418.00
Carne de res	238942.00	20.00	4778840.00	4779.00	398.00

Fuente: Elaboración Propia en Base Datos INE, diciembre 2024.

Según la información de la tabla anterior, la demanda local de la ciudad de Tarija es de 338.50 tn/mes de maíz; de 119.47 tn/mes de frijol; de 35.84 tn/mes de maní; de 236.95 tn/mes de papa; de 768.60 tn/mes de soya; de 94.58 tn/mes de ají; de 145.36 tn/mes sandía; de 312.62 tn/mes de tomate; de 418.15 tn/mes de cítricos y de 398.24 tn/mes de carne.

Tabla 177. Demanda de productos priorizados ciudad de Santa Cruz

Producto	Población beneficiaria 2024	Consumo kg/hab/año	Total consumo kg/año	Total demanda tn/año	Total demanda tn/mes
Maíz	1606671.00	17.00	27313407.00	27313.41	2276.12
Frijol	1606671.00	6.00	9640026.00	9640.03	803.34
Maní	1606671.00	1.80	2892007.80	2892.01	241.00
Papa	1606671.00	11.90	19119384.90	19119.38	1593.28

Producto	Población beneficiaria 2024	Consumo kg/hab/año	Total consumo kg/año	Total demanda tn/año	Total demanda tn/mes
Soya	1606671.00	38.60	62017500.60	62017.50	5168.13
Ají	1606671.00	4.75	7631687.25	7631.69	635.97
Sandía	1606671.00	7.30	11728698.30	11728.70	977.39
Tomate	1606671.00	15.70	25224734.70	25224.73	2102.06
Cítricos (naranja y limón)	1606671.00	21.00	33740091.00	33740.09	2811.67
Carne de res	1606671.00	20.00	32133420.00	32133.42	2677.79

Fuente: Elaboración Propia en Base Datos INE, diciembre 2024.

Según la información de la tabla anterior, la demanda local de la ciudad de Santa Cruz es de 2276.12 tn/mes de maíz; de 803.34 tn/mes de frijol; de 241.00 tn/mes de maní; de 1593.28 tn/mes de papa; de 5168.13 tn/mes de soya; de 635.97 tn/mes de ají; de 977.39 tn/mes sandía; de 2102.06 tn/mes de tomate; de 2811.67 tn/mes de cítricos y de 2677.79 tn/mes de carne.

Tabla 178. Demanda de productos priorizados ciudad de Sucre

Producto	Población beneficiaria 2024	Consumo kg/hab/año	Total consumo kg/año	Total demanda tn/año	Total demanda tn/mes
Maíz	296125.00	17.00	5034125.00	5034.13	419.51
Frijol	296125.00	6.00	1776750.00	1776.75	148.06
Maní	296125.00	1.80	533025.00	533.03	44.42
Papa	296125.00	11.90	3523887.50	3523.89	293.66
Soya	296125.00	38.60	11430425.00	11430.43	952.54
Ají	296125.00	4.75	1406593.75	1406.59	117.22
Sandía	296125.00	7.30	2161712.50	2161.71	180.14
Tomate	296125.00	15.70	4649162.50	4649.16	387.43
Cítricos (naranja y limón)	296125.00	21.00	6218625.00	6218.63	518.22
Carne de res	296125.00	20.00	5922500.00	5922.50	493.54

Fuente: Elaboración Propia en Base Datos INE, diciembre 2024.

Según la información de la tabla anterior, la demanda local de la ciudad de Sucre es de 429.51 tn/mes de maíz; de 148.06 tn/mes de frijol; de 44.42 tn/mes de maní; de 293.66 tn/mes de papa; de 953.54 tn/mes de soya; de 117.22 tn/mes de ají; de 180.14 tn/mes sandía; de 387.43 tn/mes de tomate; de 518.22 tn/mes de cítricos y 493.54 tn/mes de carne.

7.5.1 Análisis de la demanda del maíz duro

Realizando un análisis de la demanda de maíz duro en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos está en crecimiento, impulsada por las necesidades de los sectores pecuario, alimentario y agrícola. Este cultivo es fundamental para la seguridad alimentaria y el abastecimiento de insumos esenciales en la cadena productiva nacional.

El mercado del maíz duro está determinado por factores como la demanda interna, los precios de comercialización y la capacidad de producción de los agricultores. En Bolivia, la oferta de maíz amarillo duro para el mercado interno se estima 379996 tn**,** lo que llegaría a abastecer soloo el consumo nacional. Sin embargo, la producción enfrenta desafíos significativos, como el acceso a insumos clave y la variabilidad climática.

Uno de los principales problemas que afecta a los productores es la escasez de diésel (de manera coyuntural por esta campaña agrícola de reporte), lo que pone en riesgo la producción de granos en diversas regiones. Además, el déficit en la producción de maíz ha generado preocupación en el sector, ya que la demanda nacional alcanza aproximadamente 1300000.00 tn, mientras que la producción actual es de solo 307886.72 tn, lo que obliga al país a recurrir a importaciones para cubrir la brecha.

Para mejorar la competitividad del sector, se han identificado estrategias como la optimización de los canales de distribución y el fortalecimiento de la producción mediante el uso de tecnologías avanzadas. La estatal **Empresa de Apoyo a la Producción de Alimentos (EMAPA)** ha implementado medidas de acopio y subvención para garantizar el abastecimiento de maíz a los productores pecuarios, lo que contribuye a la estabilidad del mercado.

En términos de competencia, los productores de otras regiones del país representan un desafío para los agricultores del Chaco y los Valles Mesotérmicos. Factores como los costos de producción, la eficiencia logística y la calidad del grano influyen en la capacidad de los productores locales para posicionarse en el mercado.

Dado el panorama actual, es fundamental desarrollar estrategias de producción sostenibles, mejorar el acceso a insumos esenciales y fortalecer la infraestructura de distribución para garantizar la estabilidad del sector y reducir la dependencia de importaciones.

7.5.2 Demanda de soya

La producción de soya en Bolivia ha mostrado un crecimiento significativo en los últimos años. A continuación se muestra un resumen del análisis de la producción de soya en Bolivia.

Exportaciones: Bolivia exporta una parte significativa de su producción de soya y sus derivados, principalmente a países como Colombia, Perú, Chile y Ecuador. Las exportaciones de soya y sus derivados han contribuido al crecimiento económico del país.

Industrias oleaginosas: El número de industrias oleaginosas en Bolivia ha aumentado, especialmente en Santa Cruz y Tarija. Estas industrias procesan soya para producir harina solvente, aceite crudo y refinado, entre otros productos.

La demanda de soya en Bolivia ha ido en aumento debido a su uso en la alimentación animal y la producción de aceite y harina. En el próximo párrafo se presenta un análisis general de la demanda de soya en Bolivia.

Alimentación animal: La soya es una fuente importante de proteína para el ganado, especialmente en la producción de carne de res y aves de corral. La demanda de soya como alimento para animales ha crecido con el aumento de la producción ganadera en el país.

Producción de aceite y harina: Bolivia exporta una parte significativa de su producción de soya y sus derivados, principalmente a países como Colombia, Perú, Chile y Ecuador. La demanda de harina de soya y aceite de soya en el mercado internacional ha impulsado la producción nacional.

Crecimiento de la industria: El número de plantas procesadoras de soya en Bolivia ha aumentado, lo que ha mejorado la capacidad de procesamiento y exportación. Esto ha contribuido a satisfacer tanto la demanda interna como la externa.

Por otra parte, la exportación directa del grano de soya es una necesidad para los pequeños productores y una garantía de estabilidad para el sector.

El sector soyero respalda su demanda con cuatro puntos clave:

- **El abastecimiento interno está garantizado.** A pesar de las dificultades climáticas que se atravesó en las campañas de verano de 2023 - 2024 y de invierno de 2024, se produjo más de 2000000 tn de soya. La demanda local es de casi 800000 tn; por ello, hay suficiente producción para el mercado interno y un excedente listo para la exportación
- **Los productores necesitan recibir un precio justo.** La falta de autorización para exportar soya afecta los precios en el mercado interno y perjudica sobre todo a los pequeños y medianos productores, quienes enfrentan costos de producción en constante aumento. Sin acceso a mercados externos, muchos corren el riesgo de no cubrir sus costos, lo cual puede afectar a las futuras siembras, incluyendo las del invierno (trigo, sorgo, girasol, maíz y otros)
- **El sector requiere estabilidad para continuar su recuperación.** En 2024, la sequía provocó pérdidas grandes en la producción de soya. Aun así, los agricultores apostaron por seguir produciendo, y proyectaron la cosecha de 2500000 tn en la campaña de verano 2024 - 2025. Pero, para que la recuperación sea sostenible, necesitan reglas claras y previsibles
- **La exportación impulsa el empleo y el crecimiento económico.** La industria oleaginosa es clave para la generación de divisas y empleo en Bolivia. Las exportaciones de soya no solo benefician a los agricultores, sino a toda la cadena agroindustrial. Con ello, contribuyen al desarrollo del país (ANAPO).

7.6 Análisis de la oferta

Es el conocimiento de aquellas comunidades y/o zonas que ofrecen el mismo producto incluso en el mismo lugar, es necesario conocer los volúmenes de producción y las temporadas de mayor oferta de la competencia. La oferta también puede ser definida, según la cantidad de producto, que se ofrece en el mercado y, es el regulador del precio.

La oferta de la producción de los municipios que forman las Regiones Chaco y los Valles Mesotérmicos se muestra en la tabla siguiente, donde se puede ver los cultivos y destino para la comercialización.

Tabla 179. Oferta de productos Región del Chaco

Producto	Volumen de producción tn	Autoconsumo tn	Venta tn/año	Venta tn/mes
Maíz	342380.00	3424.00	338956.00	28246.00
Frijol	7807.00	78.00	7729.00	644.00
Maní	17887.00	179.00	17708.00	1476.00
Papa	72185.00	722.00	71463.00	5955.00
Soya	221949.00	2219.00	219730.00	18311.00
Ají	762.00	8.00	754.00	63.00
Sandía	12503.00	125.00	12378.00	1031.00

Producto	Volumen de producción tn	Autoconsumo tn	Venta tn/año	Venta tn/mes
Tomate	4726.00	47.00	4679.00	390.00
Cítricos (naranja y limón)	3323.00	33.00	3290.00	274.00
Carne de res	537.00	5.00	532.00	44.00

Fuente: Elaboración Propia en Base Datos INE, diciembre 2024.

Tabla 180. Oferta de productos Región de los Valles Mesotérmicos

Producto	Volumen de producción tn	Autoconsumo tn	Venta tn/año	Venta tn/mes
Maíz	37616.00	376.00	37240.00	3103.00
Frijol	4015.00	40.00	3975.00	331.00
Maní	65.00	1.00	64.00	5.00
Papa	51701.00	517.00	51184.00	4265.00
Soya	0.00	0.00	0.00	0.00
Ají	18.00	0.18	18.00	1.00
Sandía	4100.00	41.00	4059.00	338.00
Tomate	12086.00	121.00	11965.00	997.00
Cítricos (naranja y limón)	0.00	0.00	0.00	0.00
Carne de res	75.00	1.00	74.00	6.00

Fuente: Elaboración Propia en Base Datos INE, diciembre 2024.

Con relación a la oferta de producción de **maíz duro** en Bolivia, para la gestión 2022 alcanzó a 768409 tn, de los cuales la zona de intervención del estudio aporta aproximadamente con un 47% (372396.08 tn) de la producción.

Figura 19. Oferta histórica de la producción de maíz duro (tn)



Fuente:https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2023-2d343-Analisis.Seguridad.Alimentaria-2023.pdf.

Para el caso de la **soya**, la oferta de producción a nivel Bolivia, para la gestión 2022 alcanzó a 2165581 tn, de los cuales la zona de intervención del estudio aporta aproximadamente con un 10% (217510.02 tn) de la producción.

Figura 20. Oferta histórica de la producción de soya (tn)



Fuente: https://siip.produccion.gob.bo/noticias/files/2023-2d343-Analisis.Seguridad.Alimentaria-2023.pdf.

Las lluvias recientes en el sur del país como en los Valles Cruceños, está generando la humedad suficiente para garantizar un desarrollo adecuado y, por ende, un llenado completo de la mazorca del maíz, sobre todo lo sembrado rezagadamente en la segunda quincena de febrero. Según lo estimado por Promasor alcanza a 15000 ha, 20% del total cultivado en la campaña 2024 en todo el chaco boliviano en una superficie de 75000 ha.

Según PROMASOR la producción nacional de maíz es insuficiente para cubrir la alta demanda en el país, que requiere 1300000 tn para abastecer y generar alimentos básicos de la canasta familiar. De este total, los avicultores requieren hasta 800000 tn/año, más 500000 tn, como alimento suplementario las cadenas de producción de carne de cerdo como de bovino además de leche.

Si contrastamos la producción estimada para este año, en función a las 180000 ha de superficie sembrada en el país, con un rendimiento promedio de 2.8 tn/ha, alcanzaría a 500000 tn, concluyendo en un déficit estimado de 800000 tn, el mismo que sería cubierto parcialmente con maíz stockado en los almacenes de Emapa, que en el mejor de los casos según Promasor alcanzaría a 360000 tn, restando por tanto aproximadamente 450000 tn para abastecer el mercado nacional.

7.7 Estructura de mercados

Los mercados que se analizan en el presente proyecto son los siguientes.

7.7.1 Mercado intermedio

Es uno de los más importantes ya que son las personas que acopian la producción de varios productores y transportan a otros centros de abasto de la ciudad como del interior del

departamento; dentro del mercado intermediario podemos identificar espacialmente a los mayoristas y minoristas.

Mayoristas, son aquellas personas o mini - empresas que realizan actos de comercialización rescatando lo productos agrícolas en los lugares de expendio principal (mercado campesino) existe una relación directa y estrecha entre los productores y el intermediario, las cantidades que compran son en volúmenes grandes, especialmente por camionadas, los precios de compra son más bajos con respecto al consumidor final.

Los mayoristas tienen su punto de venta en otros mercados de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz y los mercados del resto del departamento de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz.

Minorista, son aquellas personas que realizan la compra de los productos agrícolas de los mismos productores o de los mayoristas; su relación con sus proveedores es también estrecha pero más esporádica; sus puntos de comercialización son los diferentes mercados de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz. El precio de compra es más bajo, con respecto al consumidor final, pero más alto que el del mayorista.

7.7.2 Mercado proveedor

Los proveedores también son considerados como los intermediarios, que precisamente son los que proveen los productos a los minoristas o detallistas y consumidores en general.

7.7.3 Mercado consumidor (cliente final)

El mercado consumidor es uno de los más importante dentro de toda la cadena analizada, es decir el último del eslabón, sin embargo, es el principal, porque luchan todos para alcanzar su preferencia desde el productor, pasando por el rescatista e intermediarios.

Conocer al mercado consumidor nos permitirá mejorar nuestra tecnología de producción y las estrategias comerciales, es importante conocer al cliente final, sus preferencias, necesidades.

El segmento consumidor se considera en este caso, las amas de casa, que presentan a las familias de una población determinada, como los productos uva que son considerados importantes en la dieta alimenticia, indiscutiblemente son de consumo permanente en diferentes épocas del año.

7.7.4 Descripción del mercado

El mercado de los productos debe enmarcarse dentro del siguiente esquema.



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.7.4.1 Descripción del mercado de productos priorizados

El análisis del mercado de productos priorizados en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos debe considerar tres aspectos fundamentales: **Tamaño, evolución y estructura**.

El **tamaño del mercado** determina la viabilidad y oportunidad de los productos dentro del universo de consumidores. Un mercado amplio y en crecimiento puede atraer mayor competencia, lo que exige estrategias diferenciadas para posicionar los productos de manera efectiva. En Bolivia, el sector agrícola y pecuario representa una parte significativa de la economía, con una demanda sostenida de productos como maíz, soya, carne, leche y sus derivados.

Tabla 181. Oferta y demanda de productos

Producto	Oferta estudio	Oferta nacional	Demanda Bolivia	Demanda zona en estudio
Maíz	307886.72	338956.00	1300000.00**	36409.55
Soya	9902.50	7729.00	800000.00	82671.09

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

**Dato de la Asociación de Productores de Maíz y Soya (PROMASOR).

En el caso de la producción de maíz Bolivia ha registrado un acopio anual de más de 1300000 tn, con Santa Cruz y Tarija como los principales productores. La demanda del maíz ha mostrado un crecimiento constante, impulsado por el consumo interno y la diversificación de derivados como; aceites, harinas, cereales y snacks. Por otra parte, la producción de soya en Bolivia ha registrado una disminución debido a factores climáticos adversos, especialmente sequías, sin embargo, en la zona del estudio se ha producido una producción estimada para este año 2024, alcanzaría a 504000 tn, en función a las 180000 ha de superficie sembrada en la zona, con un rendimiento promedio de 2.8 tn/ha.

La **evolución del mercado**, es crucial identificar la etapa en la que se encuentran los productos agrícolas priorizados como el maíz y la soya, que son productos de gran importancia para la económica del país. En Bolivia, la producción de maíz ha experimentado una disminución notable en las importaciones de maíz fueron las más bajas en los últimos 18 años.

El sector soyero, por su parte, ha experimentado un crecimiento significativo, alcanzando las 3538496 tn. en la gestión 2022 con una superficie cultivada de 1490865 hectáreas mostrado una evolución marcada por la incorporación de tecnologías avanzadas y la optimización de procesos productivos. Sin embargo, factores como el acceso a insumos y la variabilidad climática pueden afectar la estabilidad del mercado.

Comprender la **estructura del mercado** implica identificar a los clientes potenciales y su distribución geográfica, así como segmentarlos según su condición social y poder adquisitivo. En Bolivia, el consumo de productos agrícolas priorizados varía según la región. La producción de maíz se concentra en el departamento de Santa Cruz, seguido por Chuquisaca y Tarija. Por otro lado, el maíz es una fuente importante de alimentación humana en América.

El mercado de soya en Bolivia está compuesto por diferentes actores, incluyendo productores primarios (pequeños, medianos y grandes), industrias de molienda, empresas de comercialización y servicios logísticos. La cadena de valor de la soya en Bolivia abarca desde la producción

primaria hasta la industrialización y comercialización de los derivados, generando empleos y aportando al PIB.

El estudio del mercado en la Región del Chaco y los Valles Mesotérmicos debe considerar estos factores para determinar el potencial productivo y ambiental. La identificación de oportunidades de crecimiento, la adaptación a las condiciones del mercado y la implementación de estrategias de distribución eficientes serán clave para fortalecer la competitividad del sector.

7.8 Estrategia de la comercialización

7.8.1 Lugares, forma de comercialización y destino

7.8.1.1 Lugares de comercialización

Los lugares de comercialización de los productos agrícolas priorizados, se realiza en los mercados de las ciudades de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz.

Al margen de los lugares de comercialización en los mercados ya mencionados existen intermediarios que rescatan los productos y los llevan para su comercialización a otros mercados y municipios.

7.8.1.2 Forma de comercialización

En lo que se refiere a la forma de comercialización de los productos priorizados, la mayor parte se comercializa en función de los canales elegidos, es decir los productores comercializan en pesos y volúmenes. La forma de comercialización de los productos agrícolas a nivel de cliente final, es la siguiente directa o indirecta.

- Canales directos:
  - Venta en mercados locales
  - Venta en la propia granja
  - Venta en ferias agrícolas
- Canales indirectos:
  - Venta a mayoristas
  - Venta a minoristas
  - Venta a restaurantes o tiendas.

7.8.1.3 Destino de la comercialización

El destino de la producción agrícola que entra al mercado consumidor son los siguientes:

- Población local
- Intermediarios
- Mayoristas
- Minoristas
- Consumidores finales.

En la siguiente tabla se resume los diferentes destinos de los diez (10) cultivos priorizados.

Tabla 182. Destino de la comercialización

N°	Producto	Canal	Destino		
			Tarija	Chuquisaca	Santa Cruz
1	Maíz	Intermediario	x	x	x
2	Frijol	Intermediario	x	x	x
3	Maní	Intermediario	x	x	x
4	Papa	Intermediario	x	x	x
5	Soya	Intermediario	x	x	x
6	Ají	Intermediario	x	x	x
7	Sandía	Intermediario	x	x	x
8	Tomate	Intermediario	x	x	x
9	Cítricos (naranja y limón)	Intermediario	x	x	x
10	Carne de res	Intermediario	x	x	x

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

7.8.2 Aplicación de estrategia comercial

Otro de los elementos importantes para el éxito de la actividad agropecuaria, consiste en la comercialización de los productos agrícolas, esta actividad está ligada a los momentos y las técnicas en cosecha aplicadas al cultivo, por tanto, realizar una buena oferta de los productos agrícolas al mercado consumidor, garantizará su comercialización.

Realizar talleres de asistencia técnica para capacitar en la comercialización, que será exclusivamente en las técnicas de acuerdo a normalización para cada especie vegetal, acondicionamiento y empaque especialmente de las hortalizas, con la finalidad de presentar un producto óptimo para el consumo humano con una calidad adecuada. La mayoría de los cultivos producidos en el área del proyecto, tienen su orientación el autoconsumo familiar o seguridad alimentaria, comercializándose los excedentes de la producción. En la siguiente tabla, muestra los productos según su importancia económica y seguridad alimentaria.

Tabla 183. Productos para la comercialización

Cultivos	Importancia económica	
	Seguridad alimentaria	Comercialización
Maíz		Excedentes
Frijol		Excedentes
Maní		Excedentes
Papa		Excedentes
Soya		Excedentes
Ají		Excedentes
Sandía		Excedentes
Tomate		Excedentes
Cítricos (naranja y limón)		Excedentes
Carne de res		Excedentes

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

El mercado principal para la comercialización de los productos obtenidos en el área del proyecto son los mercados de la ciudad de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz. En todos los mercados señalados, los productores venden su producción a los comercializadores rescatistas, quienes cancelan un valor determinado de acuerdo a la oferta y demanda del momento, tratando siempre de tomar ventaja económica en el precio; es decir, tratan de cancelar lo más bajo posible a los productores, para ellos obtener mayores ganancias.

La totalidad de los productos agrícolas, son comprados por mayoristas rescatadores en las mismas comunidades.

Lo señalado, muestra que no existe un sistema de comercialización permanente y ventajoso para los productores, sino que los propios productores deben buscar las formas más apropiadas para vender sus productos.

7.8.2.1 Estrategias de penetración

La estrategia de penetración se realiza con los productos y mercados ya existentes, por lo cual todas las estrategias del marketing estarán **enfocadas a incrementar las ventas** de dichos productos mediante su comercialización en mercados completamente diferentes a los que servía la empresa con anterioridad, o en espacios comerciales generados por la misma comunidad, entre estas tenemos:

- Demostrando la ventaja competitiva de nuestra oferta (precio y calidad)
- Modificando los hábitos del comprador
- Creando nuevos segmentos
- Generando nuevos canales de distribución (a restoranes)
- Expansión geográfica (comercializar en mercados fuera de Tarija, Chuquisaca y Santa Cruz).

7.8.2.2 Estrategia de precio

A la hora de definir los precios es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones generales:

- Volumen que se requiere
- Precio de venta del mercado
- Costos de producción y margen de utilidad
- Costo de transporte hasta el lugar solicitado.

Para la estrategia de precios con clientes finales, se sugiere mantener el precio de mercado al cliente final, destacando la ventaja que ofrece los productores de realizar la entrega en el lugar.

Con relación al mercado intermediario, se establecerá un precio diferencial adecuado para que el intermediario obtenga su utilidad.

Los precios también varían según el punto de comercialización, por ejemplo, los precios en los mercados mayoristas son más bajos, que, en las tiendas de verduras ubicadas en los diferentes barrios, donde el precio es un poco más elevado, pero la ventaja es que se puede comprar en menor cantidad.

7.8.2.3 Canales de distribución

A continuación, En la **Tabla 184** se detalla los canales de distribución de los 10 productos priorizados.

Tabla 184. Canal de comercialización

Cultivo priorizado	Canal de comercialización
Maíz	Productor - consumidor.
	Productor - mayorista - consumidor.
	Productor - transformador - consumidor.
	Productor - acopiador rural - mayorista - transformador - consumidor.
Soya	Productor - consumidor.
	Productor - mayorista - consumidor.
	Productor - transformador - consumidor.
	Productor - acopiador rural - mayorista - transformador - consumidor.
Frijol	Productor - consumidor.
	Productor - acopiador rural - mayorista - consumidor.
Papa	Productor - consumidor.
	Productor - acopiador rural - consumidor.
Maní	Productor - consumidor.
	Productor - mayorista - consumidor.
	Productor - acopiador rural - mayorista - transformador - consumidor.
Aji	Productor - consumidor.
	Productor - mayorista - consumidor.
Sandía	Productor - consumidor.
	Productor - mayorista - consumidor.
Críticos	Productor - consumidor.
	Productor - mayorista - consumidor.
	Productor - mayorista - transformador - consumidor.
Carne	Productor - consumidor.
	Productor - mayorista - consumidor.

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Como se observa en la tabla anterior la comercialización de los productos priorizados se realiza a través de diferentes canales, desde la producción hasta el consumidor final, dependiendo de la participación de diversos actores y la influencia de factores (oferta, demanda, precios y logística). Por otra parte, se realiza a través de canales tanto directos como indirectos.

El canal directo, donde el productor vende directamente al consumidor final, y el canal indirecto, que involucra intermediarios, como mayoristas, minoristas y transformadores son las principales vías de distribución. La distribución de los productos priorizados puede variar según la zona y la cantidad de producción.

Capítulo

8

8 Zonificación territorial de cobertura de internet

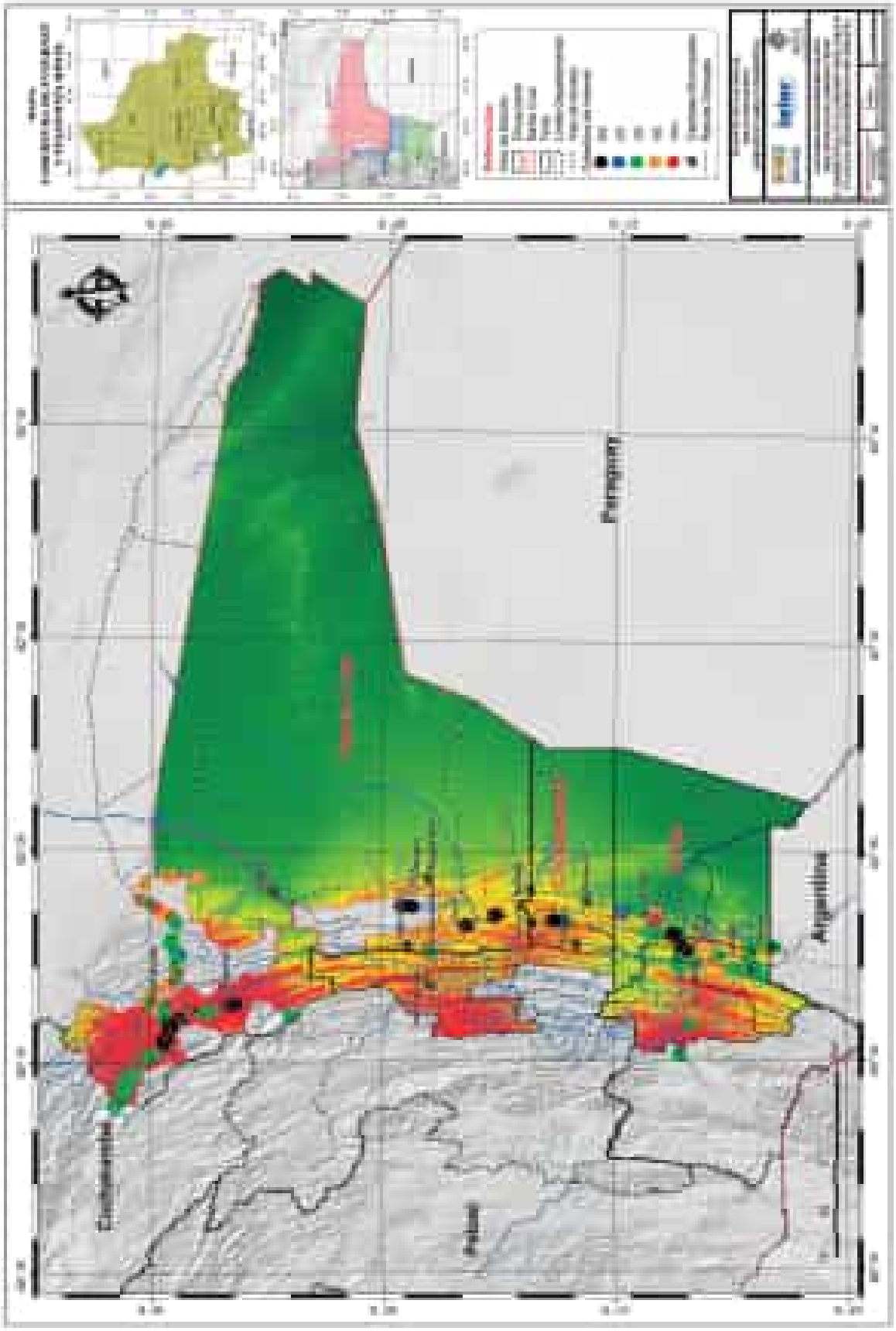
8.1 Internet y telecomunicaciones

El uso de internet y las telecomunicaciones en Bolivia son esenciales para el desarrollo social y económico, ya que facilitan la transmisión y adquisición de conocimiento en diversos sectores. Estos servicios son herramientas clave para la información, permitiendo la conexión entre individuos y comunidades, lo que contribuye al crecimiento de la sociedad. A nivel global, la expansión de Internet ha sido notable en cuanto a usuarios y velocidad de acceso, lo que refleja su creciente importancia. El acceso a internet debe ser considerado una prioridad en los planes de desarrollo de cada país. En Bolivia, la Constitución Política del Estado reconoce el derecho universal y equitativo al acceso a las telecomunicaciones, lo que implica que el Estado tiene la responsabilidad de garantizar este servicio. En este contexto, el acceso a internet se ha convertido en una necesidad crítica, especialmente para el trabajo y la obtención de información. La red de internet en el país permite el libre intercambio de información, lo que facilita la interacción y el desarrollo en un mundo cada vez más digitalizado.

Según el **Mapa 60** del área de intervención, se observa que la cobertura de red de telecomunicaciones está presente en la región, con diversas infraestructuras instaladas. Se identifican las empresas que prestan servicios de telefonía móvil y acceso a internet, destacándose la mayor presencia de Entel en las comunidades donde se ejecuta el proyecto, en comparación con **Tigo** y **Viva**.

Las infraestructuras de telecomunicaciones disponibles en la zona permiten a los usuarios acceder a diversos servicios, como telefonía móvil e internet. El acceso a internet se ofrece a través de redes de banda ancha de alta velocidad, utilizando módems de cable y cables coaxiales. También existe la opción de conexión inalámbrica mediante **Wi-Fi**, que permite la transmisión de datos entre dispositivos por medio de ondas de radio.

Las empresas presentes en el área del estudio proporcionan conexiones a través de redes 2G, 3G, 4G y 4G+, lo que asegura que las comunidades puedan comunicarse utilizando al menos uno de estos servicios. Sin embargo, es necesario ampliar la cobertura mediante la incorporación de nuevas tecnologías que se adapten a las telecomunicaciones actuales, lo cual permitiría una mayor conectividad y mejores servicios para los usuarios.



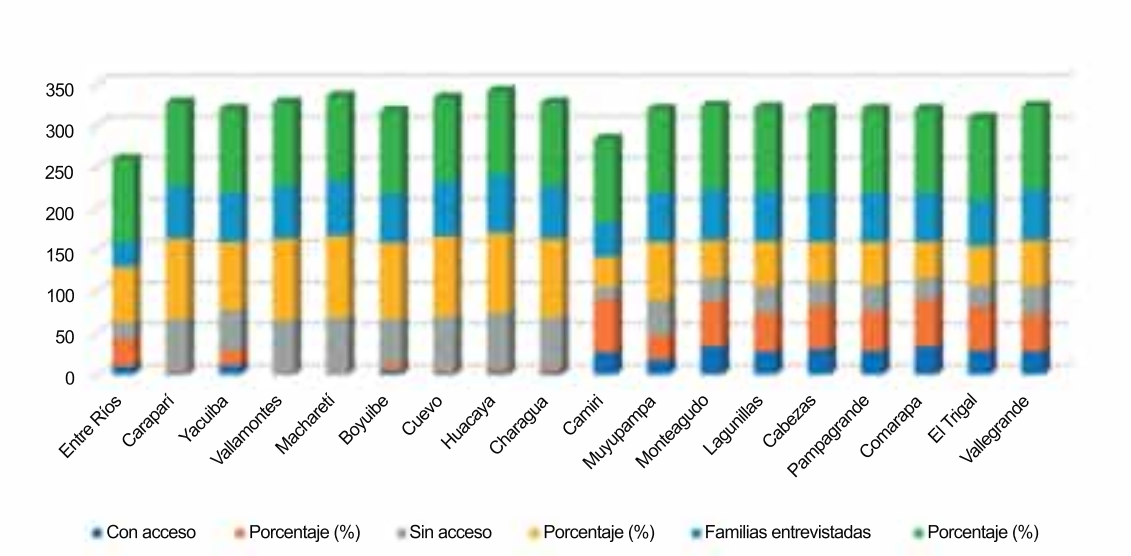
Mapa 60. Cobertura de internet y telefonía móvil

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

8.2 Cobertura de acceso a internet por municipio

De acuerdo a las entrevistas realizadas en todos los municipios del área de estudio se ha identificado los siguientes accesos al servicio de internet.

Gráfico 89. Municipios con y sin acceso a internet



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

En los diferentes municipios entrevistados, la situación del acceso a internet varía considerablemente.

En Entre Ríos, de un total de 30 familias, el 33% tiene acceso a internet, mientras que en Caraparí, solo el 3% tiene acceso, reflejando una clara disparidad. Otros municipios, como Yacuiba y Villamontes, también presentan bajas tasas de acceso, con un 18% y 2% respectivamente. Además, en Macharetí y Boyuibe, las cifras son aún más bajas, con solo un 1% y un 8% de acceso, respectivamente.

Por otro lado, algunos municipios presentan una mayor cobertura. Camiri, con un 64% de acceso, es uno de los municipios con mejor conectividad, seguido de Monteagudo, donde el 55% de las familias tienen acceso a internet.

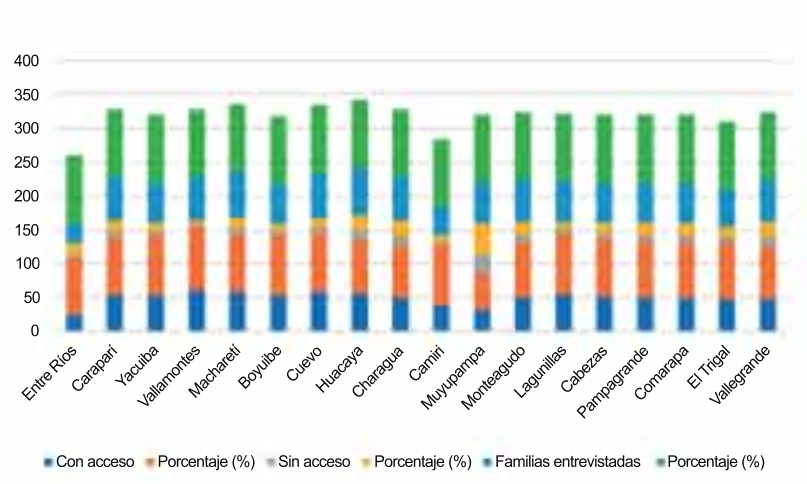
En Lagunillas y Cabezas, también se observa una cobertura más equitativa, con un 46% y un 52% de acceso, respectivamente. Comarapa y El Trigal tienen un 57% y 53% de acceso, lo que refleja una situación más favorable en comparación con los otros municipios de la región.

A pesar de estos avances en algunos municipios, en general, la mayoría de las familias en estos municipios aún carecen de acceso adecuado a internet. En muchos de los municipios analizados, el porcentaje de familias sin acceso a internet supera el 50%, lo que evidencia la necesidad urgente de mejorar la infraestructura y cobertura para garantizar una mayor conectividad en estas áreas rurales.

8.3 Acceso a telefonía móvil por municipio

Si bien el servicio de telefonía se ha expandido a todos los rincones del país, aún existen familias en los municipios, donde el servicio no se ha irradiado en el total de las poblaciones, es así que se identifica en el **Gráfico 90** los municipios con mejores accesos a este servicio de comunicación.

Gráfico 90. Municipios con y sin acceso a telefonía móvil



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, 2024.

En los municipios entrevistados, el uso de telefonía móvil muestra una tendencia generalizada de alta disponibilidad, aunque con algunas variaciones notables. En Entre Ríos, 83% de las familias tiene acceso a telefonía móvil, mientras que solo el 17% no. Situaciones similares se observan en otros municipios como Caraparí (84%) y Yacuiba (88%), donde la mayoría de las familias utiliza teléfonos móviles, con porcentajes pequeños que no tienen acceso. En municipios como Villamontes, Machareti, Boyuibe y Cuevo, los índices de uso son igualmente altos, rondando entre el 85% y el 95%.

Por otro lado, algunos municipios presentan un menor porcentaje de acceso a telefonía móvil. En Huacaya, Charagua y Muyupampa, las familias sin acceso a teléfono móvil representan porcentajes más elevados, llegando hasta el 47% en Muyupampa.

A pesar de estos números, la mayoría de los municipios muestra un acceso adecuado a la telefonía móvil, con un porcentaje considerable de familias que utilizan este servicio como una herramienta de comunicación fundamental.

En municipios como Camiri, Monteagudo, Lagunillas y Cabezas, el acceso a telefonía móvil es alto, alcanzando hasta un 90%. No obstante, hay municipios con cifras más bajas de acceso, como Vallegrande y Comarapa, donde un porcentaje significativo de familias, aunque menor, aún no dispone de este servicio.

En resumen, el uso de telefonía móvil es generalizado en la mayoría de los municipios, pero persisten desigualdades en la disponibilidad de este servicio, especialmente en áreas más rurales o alejadas. Esto subraya la importancia de implementar políticas públicas que favorezcan la expansión de servicios digitales para reducir la brecha digital.

Capítulo 9

9 Bibliografía

1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1997). Zonificación Agro - ecológica Guía General. Roma Italia, 82 p.

2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1985). Directrices: Evaluación de Tierras para la Agricultura en Secano. Roma Italia, 228 p.

3. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1977). Guía para la Descripción de Perfiles de Suelo. Roma Italia, 70 p.

4. ZONISIG (2001). Zonificación Agroecológica y Socioeconómica del Departamento de Tarija. Editorial Sierpe Publicaciones. La Paz Bolivia, 266 p.

5. ZONISIG (2000). Zonificación Agroecológica y Socioeconómica del Departamento de Chuquisaca. Editorial Sierpe Publicaciones. La Paz Bolivia, 271 p.

6. Winfried E. (2008). Evaluación Agro-ecológica de Suelos. Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 404 p.

7. Gallegos A. (1997). La Aptitud Agrícola de los Suelos. 1ra Edición Trillas. México D.F. 207 p.

8. Cortes A. Malagón D. (1984). Los Levantamientos Agrológicos y sus Múltiples Aplicaciones. Bogotá Colombia, 351 p.

9. Forero M. Villota H. (1986). Metodología para Levantamientos Edafológicos Parte 1. CIAF Bogotá Colombia, 98 p.

10. Forero M. Villota H. (1987). Metodología para Levantamientos Edafológicos Parte 2. CIAF Bogotá Colombia, 80 p.

11. Porta J. López M. (2006). Agenda de Suelos de Campo. Información de Suelos para la Agricultura y el Medio Ambiente. Edición Mundi - Prensa. Cataluña España, 541 p.

12. Porta J. López M. Roquero C. (2003). Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. 3ra Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 929 p.

13. Porta J. López M. Poch R. (2011). Introducción a la Edafología. Uso y Protección de Suelos. 2da Edición Mundi - Prensa. Cataluña España, 535 p.

14. Luzio W. (1982). Taxonomía de Suelos. Un Sistema Básico de Clasificación de Suelos para hacer e Interpretar Reconocimientos de Suelos, versión Abreviada en español de SOIL TAXONOMY 1975. Washington USA, 265 p.

15. Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays. (1994). Hidrología Aplicada. Santa fe de Bogotá Colombia: Nomos S.A.

16. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2016). Balance Hídrico Superficial de Bolivia. La Paz, Bolivia: VRHR Y PROAGRO.

17. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2023). Balance Hídrico Superficial de Bolivia. La Paz, Bolivia: VRHR Y PROAGRO.

18. Agustín Cahuana, Weimar Yugar (2009). Material de Apoyo Didáctico para la Enseñanza y Aprendizaje de la asignatura de Hidrología. Cochabamba, Bolivia: U.M.S.S.

19. Administradora Boliviana de Carreteras. Manual de Hidrología y Drenaje Volumen 2.

20. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2014, mayo). Manual para el inventario y planificación del uso de fuentes de agua en microcuencas (IPFA).

21. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (2009). Delimitación y codificación de unidades hidrográficas de Bolivia: Metodología Pfastetter.

22. Seoánez M. y colaboradores (2002). Tratado de Climatología Aplicado a la Ingeniería Medioambiental. Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 701 p.

23. Murphy G. Hurtado R. (2011). Agrometeorología. 1ra Edición Buenos Aires Argentina, 424 p.

24. Castillo F. Castellvi F. (2001). Agrometeorología. 2da Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 517 p.

25. García J. (1994). Principios Físicos de Climatología. Edición La Molina. Lima Perú, 244 p.

26. Orosco R. (2014). Compendio de Apuntes de Agrometeorología. Tarija Bolivia, 120 p.

27. Corporación Regional de Desarrollo de Tarija (1995). Curso de Agrometeorología. Tarija Bolivia, 86 p.

28. Raj M. Ramírez V. Elementos de Agrometeorología. Colombia, 308 p. Disponible: :// efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ece.uprm.edu/~m_goyal/agroclimatologia.pdf.

29. Torres E. (2007). Prácticas de Agrometeorología. Editorial Trillas. México, 100 p.

30. Guerrero A. (1999). Cultivos Herbáceos Extensivos. 6ta Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 831 p.

31. Urbano P. (2001). Tratado de Fitotecnia General. 2da Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 835 p.

32. Urbano P. (2008). Fitotecnia. Ingeniería de la Producción Vegetal. Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 528 p.

33. López L. (2003). Cultivos Industriales. Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 1071 p.

34. Nadal S. Moreno M. Cubero J. (2004). Las Leguminosas de Grano en la Agricultura Moderna. Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 318 p.

35. Melgarejo P. (2000). Tratado de Fruticultura para Zonas Áridas y Semiáridas. VOLUMEN 1. Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 382 p.

36. Zozzi G. (2007). Árboles Frutales, Ecología, Cultivo y Aprovechamiento. Editorial Facultad de Agronomía. Buenos Aires Argentina, 805 p.

37. Gutiérrez V. (2024). Guía Práctica del manejo de Frutales. Santa Cruz Bolivia, 221 p.

38. Agustí M. Mesejo C. Reig C. (2020). Citricultura. 3ra Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 488 p.

39. Ortiz J. (2003). Las Maquinas Agrícolas y su Aplicación. 6ta Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 526 p.

40. Domínguez A. (1997). Tratado de Fertilización. 3ra Edición Mundi - Prensa. Madrid España, 613 p.

41. Guzmán M. traductor del inglés (1995). Manual de Fertilizantes para Horticultura. 1ra Edición Limusa. México, 297 p.

42. Vidal I. (2019). Fertirrigación: Desde la Teoría a la Practica. Editorial Universidad de Concepción. Chile, 253 p.

43. Navarro G. Pérez G. Navarro S. (2022). Análisis de Suelos y Aguas Aplicación Agrícola. Editorial Dextra. España 299 p.

44. Castellanos J. (2022). Manual de Interpretación de Suelos y Agua. 2da Edición Intagri. México 168 p.

45. Castellanos J. Arévalo J. (2024). Manual de Producción de Maíz. 1ra Edición Intagri. México 420 p.

46. Grupo Latino Editores S.A.S. (2016). Pastos y Forrajes para Ganado. 1ra Edición. Colombia, 422 p.

47. Grupo Latino Editores S.A.S. (2004). Manual del Ganadero Actual Tomo 1. 1ra Edición. Colombia, 620 p.

48. Grupo Latino Editores S.A.S. (2004). Manual del Ganadero Actual Tomo 2. 1ra Edición. Colombia, 611 p.

49. Grupo Latino Editores S.A.S. (2007). Manual de Nutrición Animal. 1ra Edición. Colombia, 1104 p.

Capítulo

10

10 Anexos

10.1 Metodología de zonificación

Para la zonificación se usó programas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que son herramientas para la manipulación y análisis de grandes volúmenes de datos estadísticos, espaciales y temporales que son necesarios para generar de manera flexible, versátil e integrada productos de información, ya sean estos mapas o informes para la toma de decisiones sobre el uso de los suelos.

Para nuestro propósito se usó las herramientas basadas en la geoestadística, que permiten generar modelos de interpolación altamente confiables. A través de las herramientas de *Geostatistical Analyst* se puede realizar el análisis exploratorio de un conjunto de datos para determinar la calidad de los mismos; que también ayudan a conocer cuáles son las tendencias del comportamiento de la variable de estudio y con base en los resultados producir un modelo de interpolación que se aproxime a la realidad usando la interpolación Kriging.

10.1.1 Datos de análisis

Los datos de análisis son las 14 variables presentadas en *Sección 5.1 Criterios, variables y datos utilizados en la zonificación* (**Capítulo 5**), que tiene que ver con el clima, relieve y edafología, se estructuró una matriz de valoración según niveles de aptitud para cada variable. En la parte edafológica se realizó la apertura de 211 calicatas en campo y se extrajo muestras de suelos de cada calicata para su análisis físico y químico, todos los parámetros analizados, se consideró como información base.

10.1.2 Creación de las superficies kriging

Kriging es un método de interpolación espacial utilizado para obtener predicciones en ubicaciones no muestreadas a partir de datos geoestadísticos observados. La herramienta de interpolación Kriging en primera instancia solo, crea superficies temporales del dato interpolado. Para la interpolación de las 14 variables, usó las siguientes opciones de interpolación para producir superficies confiables, en las siguientes secciones se detalla las tablas y los comandos usados, los resultados de las estadísticas y las superficies temporales creadas.

10.1.2.1 pH

Tabla 185. Opciones para crear el ráster del pH

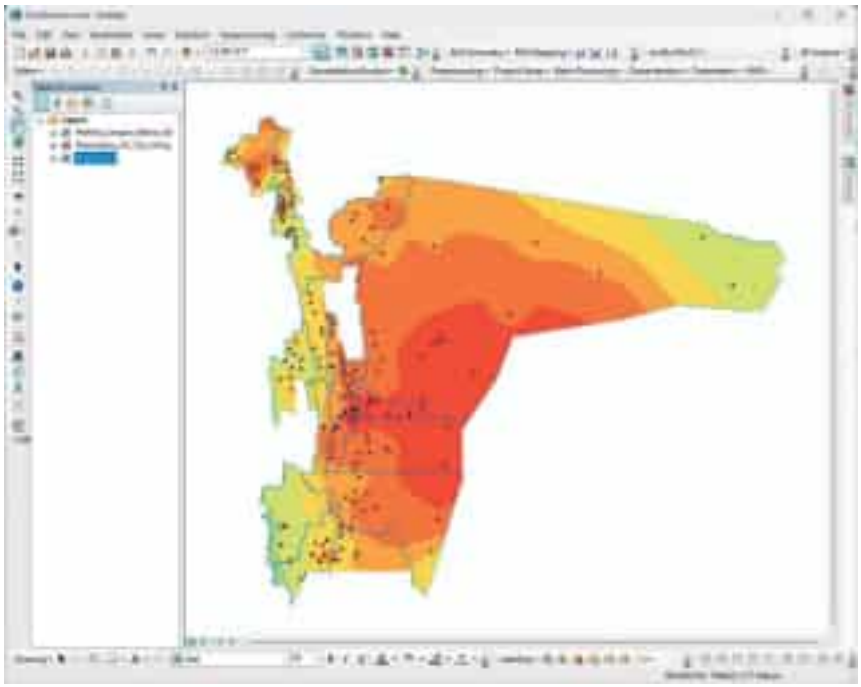
Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	pH
Opción 2	
Simple	
Transformation type	None
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Epanechnikov
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	
Opción 4	
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Semivariogram
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Semivariogram
Opción 6	
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	0.0135
Raíz Cuadrática Media	0.835
Media normalizada	0.012
Media cuadrática normalizada	0.925
Error estándar medio	0.883

Figura 21. Ráster temporal, pH



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.2 Conductibilidad eléctrica

Tabla 186. Opciones para crear el ráster de Conductividad Eléctrica

Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	CE
Opción 2	
Simple	
Transformation type	None
Power parameter	2`
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Epanechnikov
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0

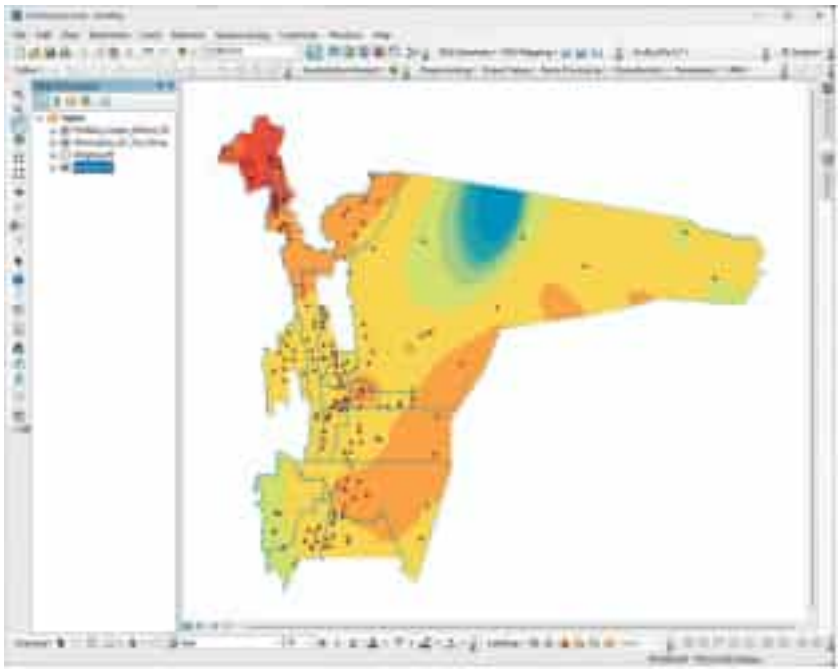
Comando	Datos de entrada
Opción 4	
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Covariance
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Covariance
Opción 6	
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	0.143
Raíz Cuadrática Media	0.259
Media normalizada	0.498
Media cuadrática normalizada	0.881
Error estándar medio	0.290

Figura 22. Ráster temporal, Conductividad Eléctrica



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.3 Calcio

Tabla 187. Opciones para crear el ráster de Calcio

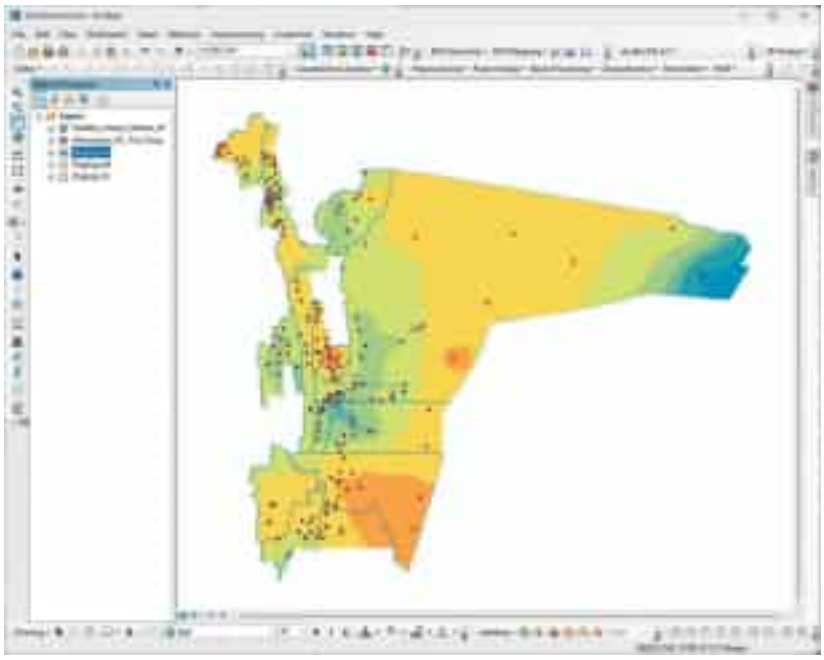
Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	Ca
Opción 2	
Simple	
Transformation type	Log
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Epanechnikov
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0
Opción 4	
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Semivariogram
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Semivariogram
Opción 6	
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	-0.103
Raíz Cuadrática Media	3.546
Media normalizada	-0.037
Media cuadrática normalizada	1.189
Error estándar medio	2.856

Figura 23. Ráster temporal, Calcio



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.4 Magnesio

Tabla 188. Opciones para crear el ráster de Magnesio

Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	Mg
Opción 2	
Simple	
Transformation type	None
Power parameter	0.4
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Epanechnikov
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0
Opción 4	

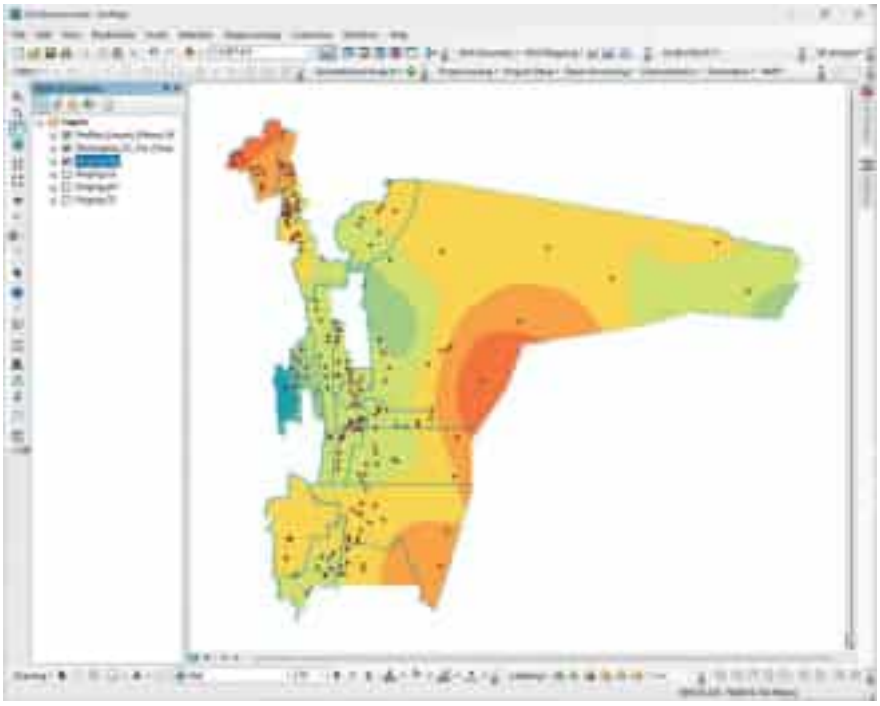
Comando	Datos de entrada
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Semivariogram
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Semivariogram
Opción 6	
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	-0.015
Raíz Cuadrática Media	1.300
Media normalizada	-0.010
Media cuadrática normalizada	1.075
Error estándar medio	1.199

Figura 24. Ráster temporal, Magnesio



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.5 Capacidad de intercambio catiónico

Tabla 189. Opciones para crear el ráster del Capacidad de Intercambio Catiónico

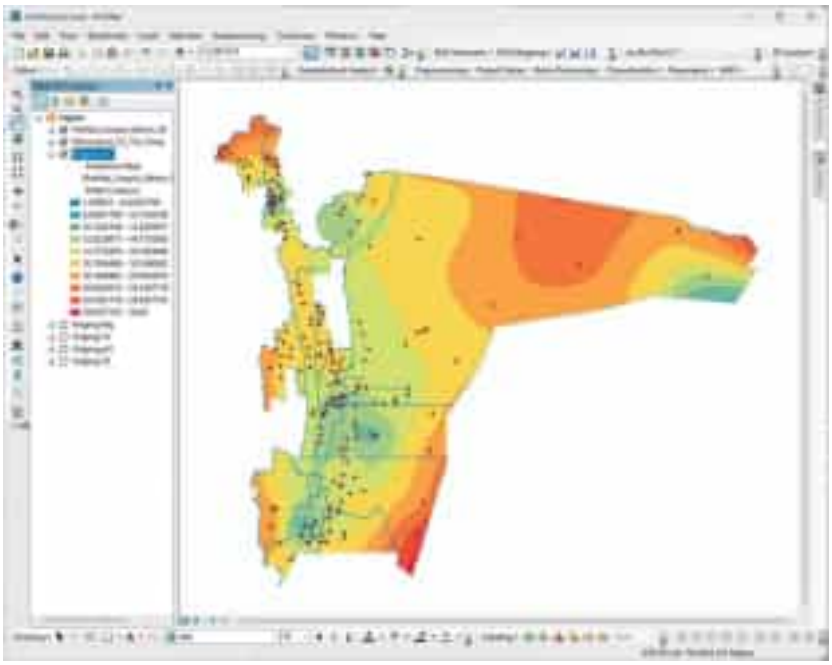
Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	CIC
Opción 2	
Simple	
Transformation type	Log
Power parameter	2
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Polynomial5
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0
Opción 4	
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Covariance
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Covariance
Opción 6	
Neighborhood type	Standard
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	0.295
Raíz Cuadrática Media	6.068
Media normalizada	0.019
Media cuadrática normalizada	0.877
Error estándar medio	7.272

Figura 25. Ráster temporal, Capacidad de Intercambio Catiónico



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.6 Potasio

Tabla 190. Opciones para crear el ráster del Potasio

Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	K
Opción 2	
Simple	
Transformation type	Arcsin
Power parameter	
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Polynomial5
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0
Opción 4	

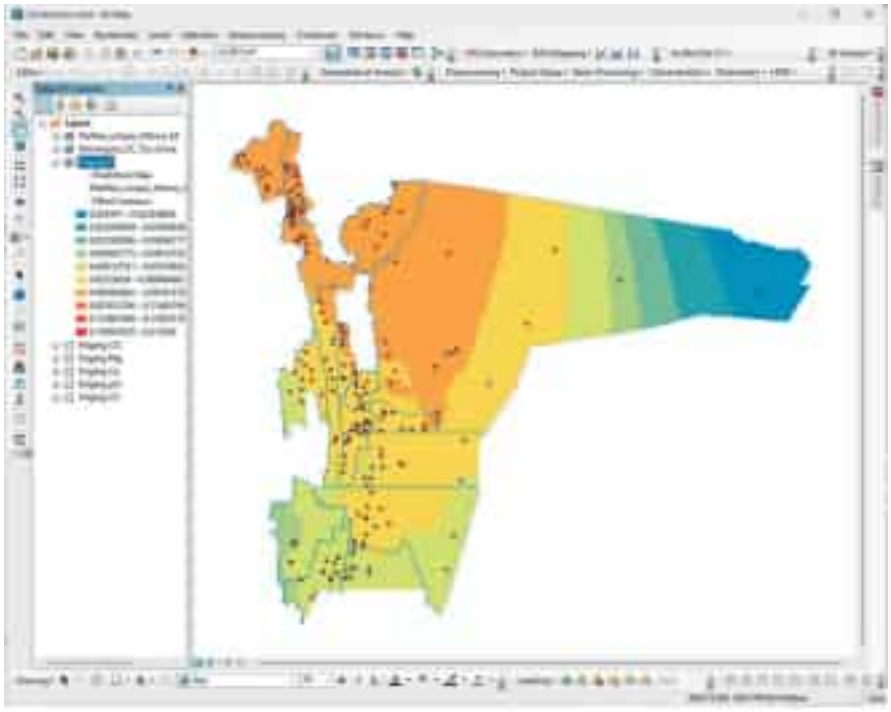
Comando	Datos de entrada
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Semivariogram
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Semivariogram
Opción 6	
Neighborhood type	Standard
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	0.0001
Raíz Cuadrática Media	0.0330
Media normalizada	0.0030
Media cuadrática normalizada	0.9500
Error estándar medio	0.0350

Figura 26. Ráster temporal, Potasio



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.7 Fósforo

Tabla 191. Opciones para crear el ráster del Fósforo

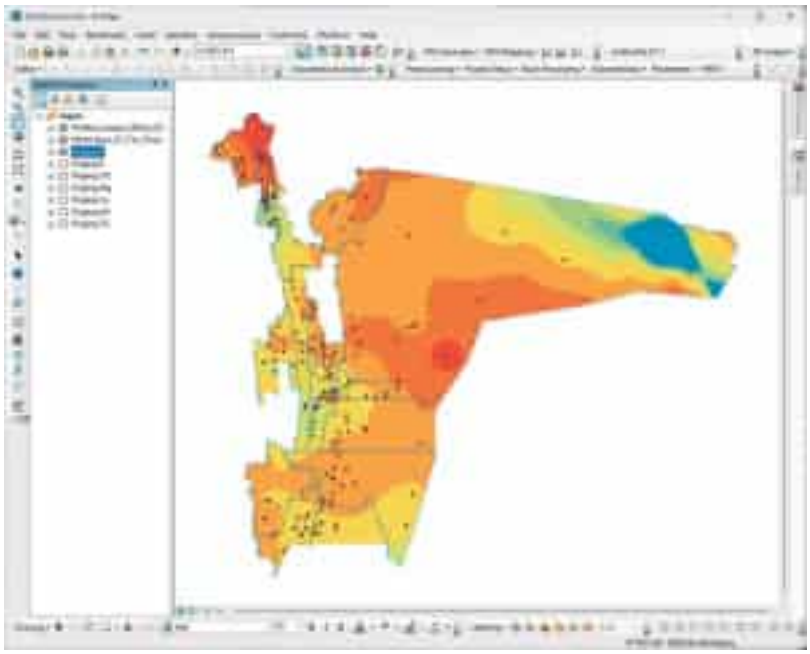
Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	P
Opción 2	
Simple	
Transformation type	None
Power parameter	
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Epanechnikov
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	
Opción 4	
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Semivariogram
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Semivariogram
Opción 6	
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	-0.040
Raíz Cuadrática Media	3.527
Media normalizada	-0.008
Media cuadrática normalizada	1.130
Error estándar medio	3.013

Figura 27. Ráster temporal, Fósforo



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.8 Materia orgánica

Tabla 192. Opciones para crear el ráster de la Materia Orgánica

Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	MO
Opción 2	
Simple	
Transformation type	Log
Power parameter	
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Polynomial5
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	
Opción 4	

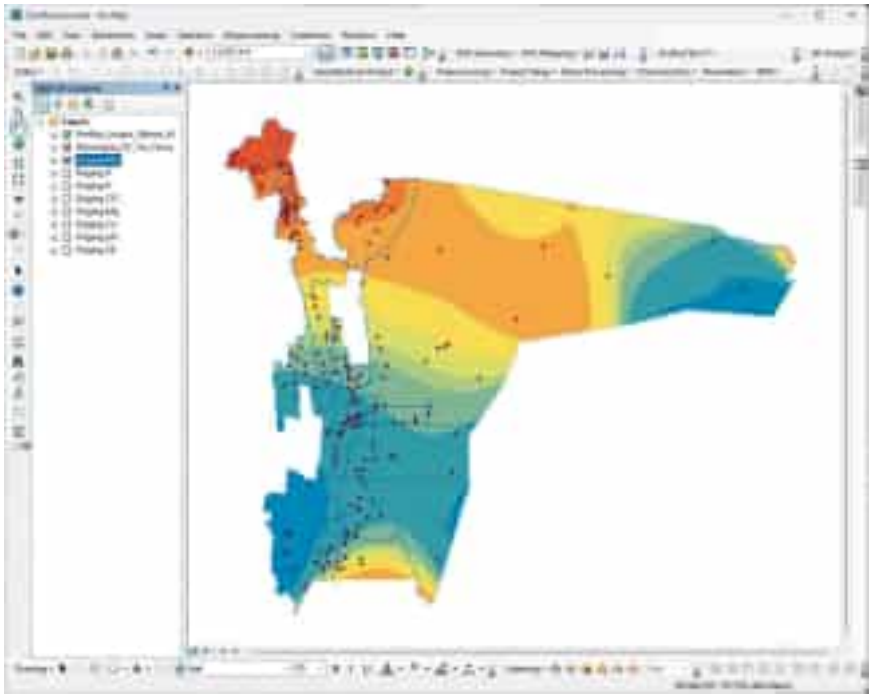
Comando	Datos de entrada
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Semivariogram
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Semivariogram
Opción 6	
Neighborhood type	Standard
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	0.788
Raíz Cuadrática Media	1.820
Media normalizada	0.122
Media cuadrática normalizada	0.504
Error estándar medio	4.981

Figura 28. Ráster temporal, Materia Orgánica



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.9 Nitrógeno total

Tabla 193. Opciones para crear el ráster del Nitrógeno Total

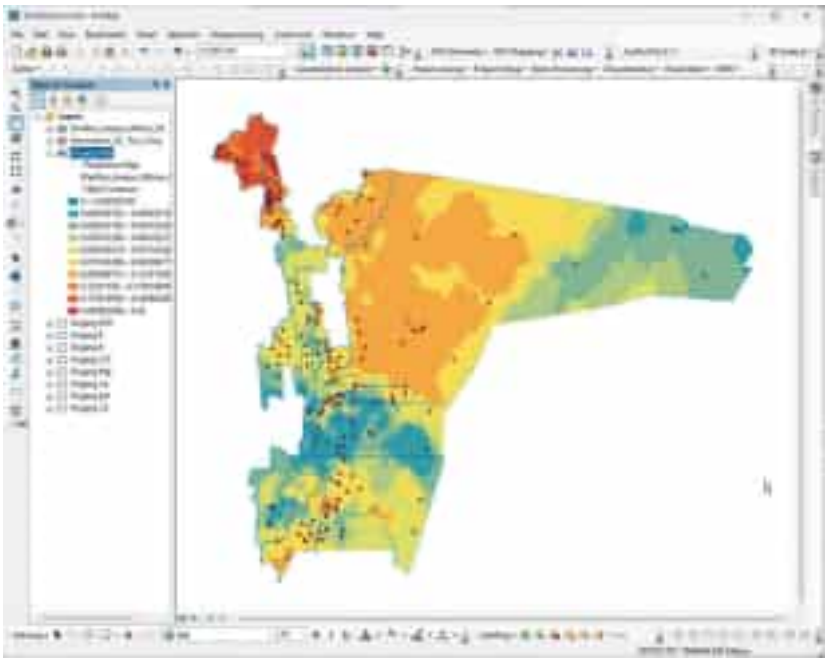
Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	NT
Opción 2	
Simple	
Transformation type	Log
Power parameter	
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Polynomial5
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	
Opción 4	
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Semivariogram
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Semivariogram
Opción 6	
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	-0.001
Raíz Cuadrática Media	0.064
Media normalizada	-0.027
Media cuadrática normalizada	0.948
Error estándar medio	0.068

Figura 29. Ráster temporal, Nitrógeno Total



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.10 Arena

Tabla 194. Opciones para crear el ráster de la Arena

Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	A
Opción 2	
Simple	
Transformation type	Log
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Exponential
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	
Opción 4	

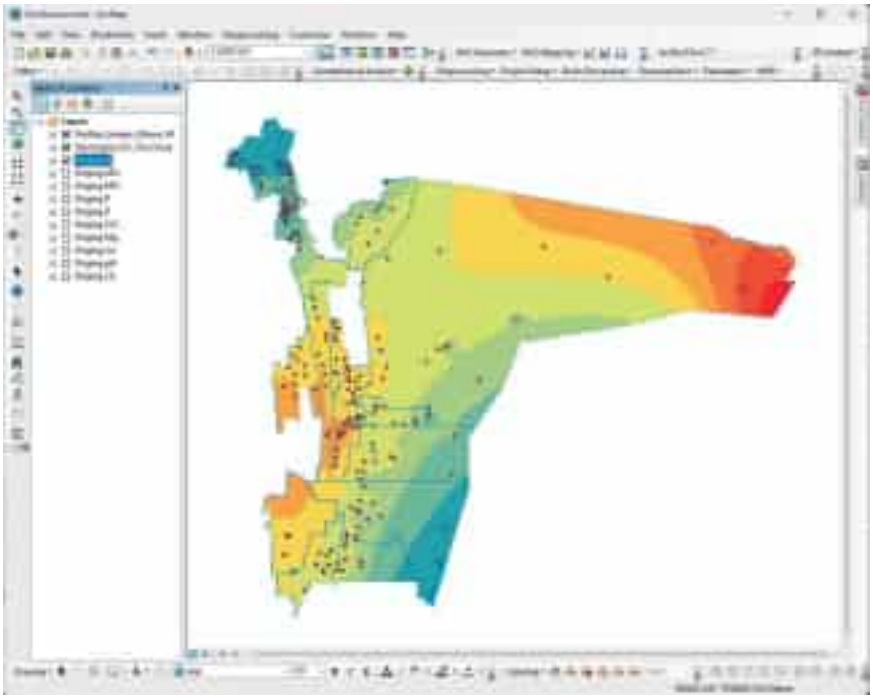
Comando	Datos de entrada
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Covarience
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Covarience
Opción 6	
Neighborhood type	Standard
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	0.532
Raíz Cuadrática Media	15.508
Media normalizada	0.005
Media cuadrática normalizada	0.872
Error estándar medio	20.058

Figura 30. Ráster temporal, Arena



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.11 Limo

Tabla 195. Opciones para crear el ráster del Limo

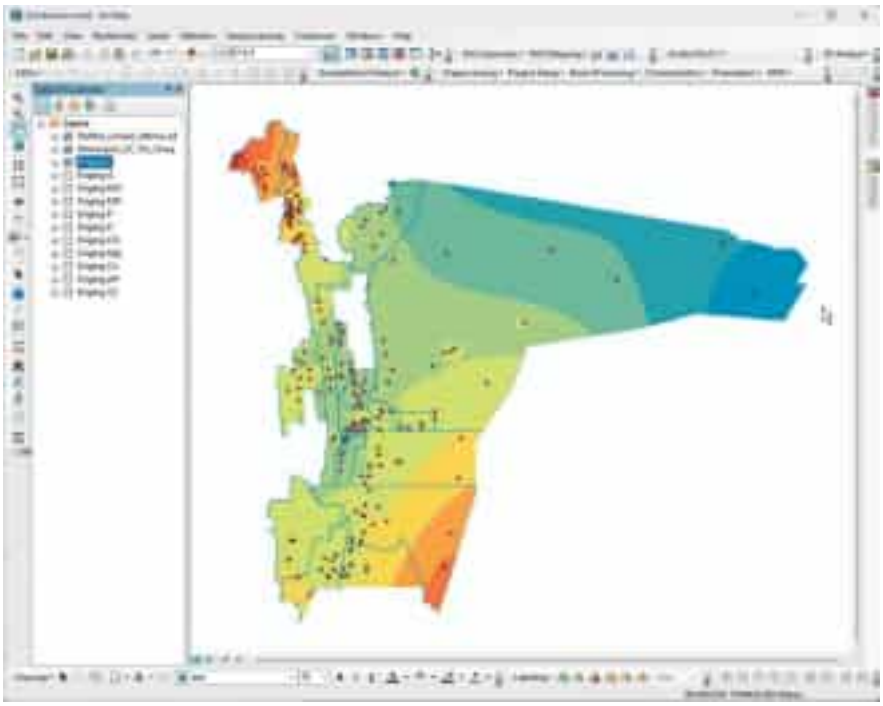
Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	L
Opción 2	
Simple	
Transformation type	Log
Power parameter	
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Polynomial5
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	
Opción 4	
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Semivariogram
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Semivariogram
Opción 6	
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	0.292
Raíz Cuadrática Media	9.901
Media normalizada	-0.027
Media cuadrática normalizada	0.970
Error estándar medio	11.820

Figura 31. Ráster temporal, Limo



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.2.12 Arcilla

Tabla 196. Opciones para crear el ráster de la Arcilla

Comando	Datos de entrada
Opción 1	
Kriging/CoKriging	
Source Dataset	Perfiles_Limpio_Ultimo_M
Data Field	Y
Opción 2	
Simple	
Transformation type	Log
Power parameter	
Order of trend removal	Second
Opción 3	
Kernel Function	Polynomial5
Optimize Model	Yes
Advanced mode	True
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	

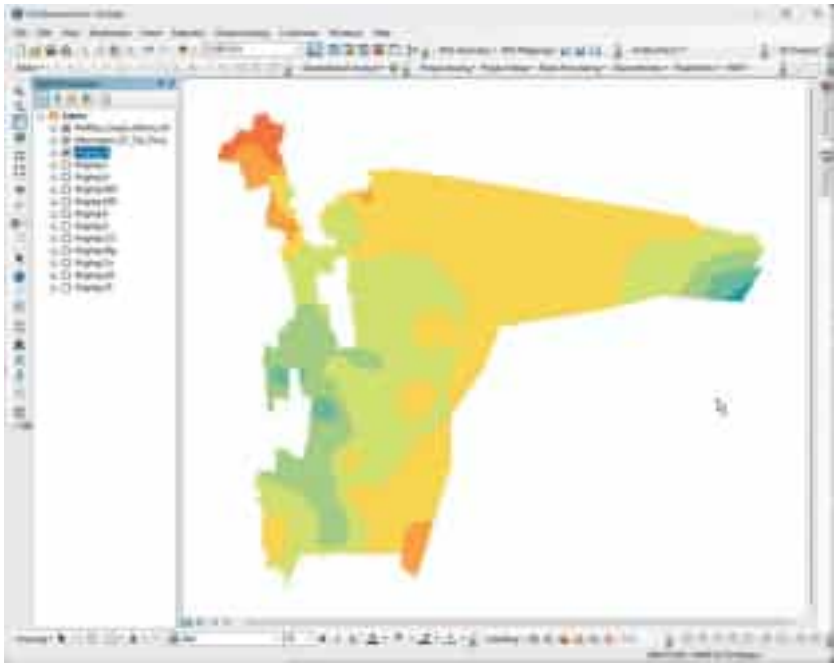
Comando	Datos de entrada
Opción 4	
Optimize Model	
Examine bivariate distribution	True
Variable	Semivariogram
Opción 5	
Between	Var0 - Var0 - Semivariogram
Opción 6	
Neighborhood type	Smooth
Smoothing factor	0.2
Copy from Variogram	True

Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

Las opciones seleccionadas producen los siguientes valores.

Función	Valor
Media	-0.136
Raíz Cuadrática Media	8.071
Media normalizada	-0.026
Media cuadrática normalizada	1.172
Error estándar medio	6.927

Figura 32. Ráster temporal, Arcilla

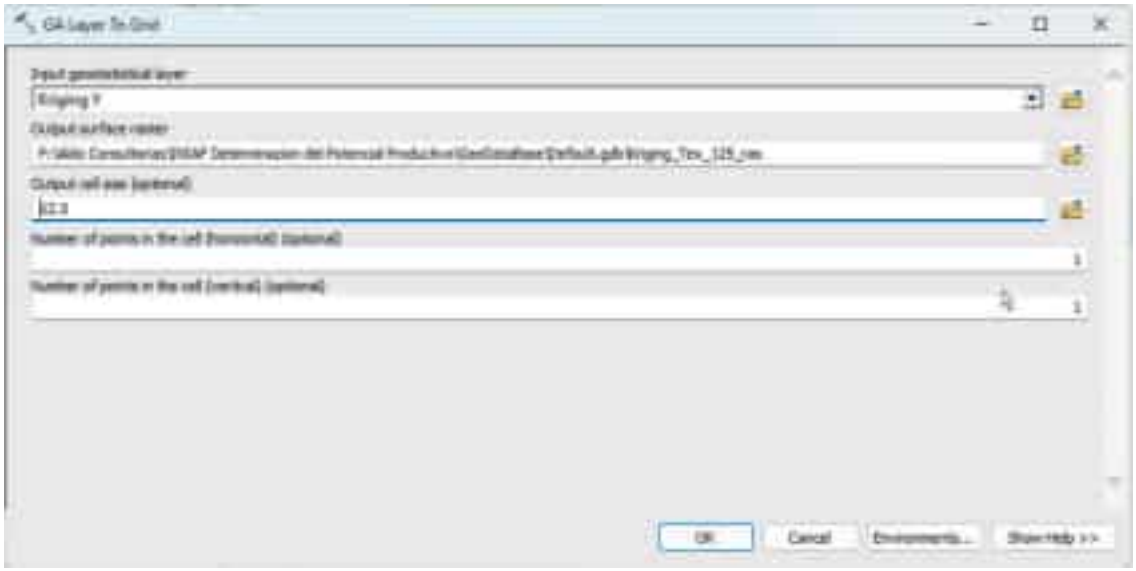


Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.

10.1.3 Conversión de las superficies temporales a rásters de 12.5

Luego de crear las superficies temporales para cada variable (12 variables), estos datos temporales se transformaron en ráster con un tamaño de píxel de 12.5 x 12.5 metros, y almacenaron en una geodatabase, la herramienta **GA Layer to Grid** para la creación de grillas se muestra en la **Figura 33**.

Figura 33. Asignación del tamaño del píxel para crear el ráster



Fuente: Asociación Accidental LA VERTIENTE, diciembre 2024.



INIAF - MDRyT iniaf.mdryt INIAF - MDRyT iniaf.gob.bo

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF
Oficina Nacional: Calle Cañada Strongest Nº 1573 Zona San Pedro Centro
Teléfonos: (591-2)- 22124404 - 22124411