UPB
FUNDACIÓN SIN FINES DE LUCRO

Fundación PROINPA

LA AGRICULTURA BOLIVIANA DEL SIGLO XXI:

LA EXPERIENCIA DEL TOMATE

Bolivia 2022

© 2022 por la Universidad Privada Boliviana (UPB). Todos los derechos reservados bajo las convenciones internacionales de derechos de autor. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada ni transmitida por un sistema de almacenamiento o recuperación de información en ninguna forma, ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, excepto en citas cortas para reseñas o citas bibliográficas, sin permiso escrito de la UPB.

La agricultura boliviana del siglo XXI: La experiencia del tomate.
Primera Edición. 258 p.

© 2022 para la presente edición por Universidad Privada Boliviana,
Ediciones UPB, Cochabamba, noviembre de 2022

Universidad Privada Boliviana / La agricultura boliviana del siglo XXI:
La experiencia del tomate. Cochabamba: Ediciones UPB, 2022. 258 p.

635.642
A594

Hecho el Depósito Legal: 2-1-3928-2022
ISBN 978-9917-9958-4-5

© Universidad Privada Boliviana (UPB)
Campus Julio León Prado
Avenida Juan Pablo II
Colcapirhua, Cochabamba, Bolivia

Diagramación: Lic. Isabel Rocío Avilés Jiménez
Diseño de cubierta: Lic. Isabel Rocío Avilés Jiménez
Desarrollo de contenido virtual, aplicación de realidad aumentada e imágenes 360°: Lic. Christian Chilo Herbas y Alberto Grájeda Chacón, Ph.D.
Cuidado de la edición: Johnny Isaías Burgos Mendoza, Ph.D.c., Lic. Laura Guzmán Navarro y María Isabel Pueyo Roy, Ph.D.

AGRADECIMIENTOS

Desde la Fundación para la Investigación y Promoción de Productos Andinos (PROINPA) y la Universidad Privada Boliviana (UPB) queremos hacer llegar nuestro más profundo agradecimiento a todas y cada una de las personas que aportaron para la creación de este libro. La cooperación, impulso y creatividad que demostraron son fuente de inspiración, sin su aporte, este libro no hubiera sido posible.

Además queremos mencionar a Nilio Guzmán Rojas y Roger Vera, Ramón Carrillo Laime, Claudia Sainz y Carmen Luz Villarroel, Hilda Vargas y Osmar Mendoza por la ayuda que nos brindaron para adentrarnos más al funcionamiento de cada sistema de producción. Estamos profundamente agradecidos por su calidez y colaboración.

PRÓLOGO

Prologar esta valiosa colección de ensayos sobre la experiencia del tomate en Bolivia es una gran satisfacción. Se trata de un trabajo científico producido y publicado como un proyecto de cooperación entre dos reconocidas instituciones bolivianas: la "Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos (PROINPA)", entidad científica dedicada a la investigación y el desarrollo de bioinsumos, y la Universidad Privada Boliviana (UPB).

Estas instituciones han unido esfuerzos en un primer emprendimiento dedicado a combinar el conocimiento científico y técnico de PROINPA sobre el cultivo del tomate, con el conocimiento académico de la UPB sobre las diversas dimensiones económicas y comerciales de la actividad productiva del tomate.

Se trata de un esfuerzo multidisciplinario que aborda el tema desde una perspectiva holística, para brindar una visión integral de este importante y promisorio cultivo.

La publicación se enmarca en la misión de la Universidad Privada Boliviana (UPB), que conjuga la producción con la difusión del conocimiento en las materias relacionadas con las carreras que imparte.

En este libro, cada artículo aborda un aspecto diferente de la producción del tomate: unos sobre temas económicos, otros sobre aspectos financieros o logísticos, y otros sobre los distintos modelos de producción, diferenciando los cultivos tradicionales de los tecnificados. En consecuencia, la colección ofrece una perspectiva muy completa sobre los desafíos y las oportunidades que presenta el tomate dentro de la agricultura boliviana.

El libro contiene valiosos materiales para productores, emprendedores del campo y la ciudad, y sugiere oportunidades de inversión. También muestra espacios para el accionar de las políticas públicas, y bases de interés para futuras investigaciones.

Con esta colección, la UPB y PROINPA ratifican su compromiso de empujar la frontera del conocimiento, en especial en la exploración de la realidad boliviana y latinoamericana.

Reiteramos que nos anima el propósito de servir como un espacio de producción de conocimiento para contribuir en la construcción de un futuro mejor para Bolivia.

Cochabamba, diciembre de 2022.

Francisco J Mayorga, Ph.D.
Rector

PRESENTACIÓN

Este libro sobre el cultivo de tomate en Bolivia se elaboró uniendo los esfuerzos de PROINPA, organización que promueve la innovación tecnológica para el manejo agroecológico de cultivos, el manejo y uso sostenible de la agrobiodiversidad, el desarrollo de agronegocios inclusivos orientados al impacto y la prestación de servicios, producción y comercialización de productos andinos frescos y derivados; junto con los esfuerzos de la Universidad Privada Bolivia (UPB), la mejor del país.

Su lanzamiento, coincide con la celebración de los 30 años de fundación de la UPB, incursionando comprometidamente desde el ámbito de la academia en la promoción de la producción sostenible de hortalizas, frutas, legumbres y cereales para contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria de Bolivia.

Este libro tiene la misión de facilitar a los emprendedores en cultivo de hortalizas, empresarios, técnicos, funcionarios públicos, estudiosos, docentes y científicos, información útil en base a conceptos, experiencias y sugerencias prácticas e innovadoras para un mejor manejo del cultivo del tomate, para suplir la demanda nacional y al mismo tiempo, promover medios de vida especialmente a pequeños y medianos agricultores que buscan el equilibrio ecológico, económico y productivo. Éste se organiza en siete capítulos y un anexo en los que se abordan las temáticas más relevantes y actualizadas sobre un nuevo paradigma en el manejo integrado del cultivo.

Bolivia, y los Andes enfrentan desafíos comunes incrementando los rendimientos de tomate, condicionados por la ubicación geográfica, eventos climáticos (granizadas, inundaciones, etc.), la forma de preparación del suelo, y el abuso de productos químicos para controlar las plagas y fertilidad de los suelos, con efectos devastadores en los agroecosistemas destinados a su producción (Blajos, Córdova, Jiménez, Naranjo, Ojeda y Oros, Capítulo 1).

Los sistemas de producción demandan conocimientos sobre los ciclos de vida, las épocas y mecanismos de ataque de las plagas, conocimiento específico sobre el accionar de los productos químicos y los bioinsumos (Blajos, Crespo, Mendoza, Navia, Oros, Pereira y Plata, Capítulo 2).

Se ofrece soluciones alternativas para prevención y control de plagas y nutrición vegetal mediante la utilización de bioinsumos como los bioestimulantes, biofertilizantes y los biocontroladores. La revolución verde, que en su auge resolvió serias limitaciones para abastecer de alimentos a la humanidad, posteriormente implicó el abuso de plaguicidas y fertilizantes químicos que se han convertido en desafíos productivos (resistencia de plagas y fitopatógenos) y ambientales (impacto sobre la biodiversidad de los suelos y la salud humana) evidente en los países más ricos, con crecientes regulaciones y nuevos hábitos de consumo. (Angulo, Ciancas, Navia, Oros, Pereira, Plata y Ríos, Capítulo 3).

PROINPA ha validado una estrategia que combina los diferentes mecanismos de acción de los bioinsumos y potencia los efectos del uso de los productos, como respuesta a los riesgos que representa el abuso de los plaguicidas a la salud de los productores y consumidores, con

una visión rentable y ambientalmente sustentable (Crespo, Mendoza, Navia, Oros, Pereira y Plata, Capítulo 4).

La implementación de una logística adecuada en la producción de tomate, reduce riesgos en los eslabones de la cadena de valor, contribuyendo a la reducción de los costos (Fernández y Pereira, Capítulo 5).

Se propone mejorar los procesos de comercialización con una propuesta de comunicación que promueve el consumo de tomates libre de residuos de plaguicidas químicos (Avilés, Blajos, Burgos, Cadena y Figueroa, Capítulo 6).

Los créditos y microcréditos productivos, el arrendamiento financiero y el financiamiento a través de proveedores, comercializadores y terceros complementan las posibilidades de financiamiento para que la producción del tomate en Bolivia, al menos en el mediano plazo, sea eficiente y sostenible (Jürgensen y Campos, Capítulo 7).

Para finalizar, se analizan las normas que tangencialmente aluden al tomate dentro del espectro jurídico y aunque todavía no tenga un nombre propio, seguramente será superado muy pronto mediante una iniciativa legislativa.

Esta invaluable colección de artículos, preparada por el equipo técnico-científico de PROINPA y docentes-científicos de la UPB, sistematiza e integra la frontera de los conocimientos y experiencias en Bolivia de los nuevos insumos (semillas, bioinsumos y agroquímicos más amigables con el ambiente), sistemas y procesos productivos, poscosecha, comercialización, costos de producción, sistemas de financiamiento y estado jurídico del cultivo de tomate en Bolivia, que son un modelo, con muchas lecciones que enseñar sobre buenas prácticas, replicables y escalables en el cultivo de tomate en toda la región andina de Sudamérica.

El libro unifica un paradigma innovador de la producción de tomate en Bolivia y para el resto de la región andina. Y ese es el aporte principal de esta herramienta, que debe ser aprovechada como guía práctica, medio de información e instrumento de consulta, para abordar efectivamente los desafíos de la producción, comercialización y financiamiento de la producción de tomate en Bolivia, incorporando

progresivamente prácticas de agricultura sostenible que reducen la dependencia de insumos agroquímicos para mejorar los rendimientos, la calidad del producto, reducir costos e implementar prácticas integradas para proteger la salud de los productores y los consumidores, prevenir y controlar las plagas y nutrición (fertilización) del cultivo.

Managua - Nicaragua, diciembre de 2022

Reinaldo J. Sánchez
Profesor Internacional Visitante de la UPB

CONTENIDO

GUÍA DE LECTURA 1

1. Cultivo del Tomate en Bolivia 5
Resumen 5
Introducción 6
Objetivos del capítulo 6
1.1 Características generales del cultivo 6
1.1.1 Origen y distribución 6
1.1.2 Taxonomía 7
1.1.3 Morfología 7
1.1.4 Clasificación del tomate 9
1.2 Superficie, producción y rendimiento 11
1.3 Área cultivada 12
1.4 Comercio exterior 20
1.4.1 Importaciones de tomate fresco o refrigerado 20
1.4.2 Importaciones de tomate procesado 21
1.4.3 Importaciones de semillas de tomate 22
1.4.4 Exportaciones de tomate fresco o refrigerado 25
1.4.5 Exportaciones de semilla de tomate 26
1.5 Precios y consumo aparente 27

1.5.1 Precios 27
1.5.2 Consumo aparente 34
1.6 Determinantes de la productividad del tomate en términos estadísticos 35
1.6.1 Determinantes del rendimiento de tomate toneladas por hectárea (t/ha) 36
1.6.2 Determinantes de la probabilidad de alcanzar un rendimiento de tomate (t/ha) igual o superior a la mediana de rendimiento 38
1.7 Conclusiones y discusión 40
1.8 Referencias bibliográficas 41

2. Sistemas de producción del tomate en Bolivia 43
Resumen 43
Introducción 44
Objetivos del capítulo 44
2.1 Variedades de tomate utilizadas en Bolivia y sus características 44
2.2. Etapas fisiológicas del cultivo de tomate 51
2.2.1 Fase vegetativa 51
2.2.2 Fase reproductiva 51
2.3 Sistemas de reproducción de tomate en Bolivia 53
2.4 Control de plagas insectiles y enfermedades 65
2.5 Manejo integrado del cultivo 77
2.5.1 Producción de plantines 86
2.5.2 Preparación del suelo 77
2.5.3 Abono 78
2.5.4 Trasplante 79
2.5.5 Fertilización 79
2.5.6 Fertirrigación 81
2.5.7 Riego, poda, tutorado y acolchado 82
2.5.8 Manejo integrado de plagas y enfermedades 82
2.5.9 Cosecha y postcosecha 91
2.6 Costos de producción 95
2.7 Conclusiones y discusión 97
2.8 Referencias bibliográficas 97

3. El nuevo enfoque de los bioinsumos en la agricultura sustentable y la producción de tomate 99
Resumen 99
Introducción 99

Objetivos del capítulo 101
3.1 Bioinsumos agrícolas 101
3.1.1 ¿Qué son los bioinsumos agrícolas? 101
3.1.2 Bioinsumos: ¿Dónde se los puede utilizar? 102
3.1.3 ¿Dónde se encuentran los microorganismos? Colecta de microorganismos y su relación con los sistemas agrícolas 106
3.1.4 Banco de Germoplasma del Centro de Innovación Agrícola "Dr. Antonio Gandarillas Antezana" 108
3.1.5 Conservación y manejo de la diversidad microbiana 109
3.1.6 Caracterización fenotípica 109
3.1.7 Caracterización microscópica y macroscópica 109
3.1.8 Ejemplos de caracterización macroscópica 110
3.1.9 Caracterización genotípica e identificación molecular 111
3.1.10 Screening de actividad biológica 112
3.2 Competencia y producción de compuestos antimicrobianos 113
3.2.1 Micoparasitismo 117
3.2.2 Biopelículas 118
3.2.3 Producción de hormonas de crecimiento 118
3.2.4 Fijación de nitrógeno 119
3.2.5 Solubilización de fósforo y potasio 120
3.2.6 Inducción de resistencia 121
3.3 Bioplaguicidas 122
3.4 El desarrollo tecnológico 128
3.4.1 Producción de bioinsumos en base a la fermentación estática 129
3.4.2 Producción de bioinsumo en base a la fermentación dinámica 129
3.4.3 Nuevos bioinsumos en base a su potencial biológico 129
3.4.4 Elevada concentración viable 130
3.5 Conclusiones y discusión 130
3.6 Referencias bibliográficas 131

4. Estrategias de aplicación de Bioinsumos 135
Resumen 135
Introducción 135
Objetivos del capítulo 137
4.1 Control biológico: ¿Cómo los microorganismos benéficos actúan para suprimir patógenos causantes de enfermedades? 137
4.1.1 Competencia por nutrientes 137
4.1.2 Competencia por espacio 138

4.1.3 Antibiosis 138
4.1.4 Parasitismo 140
4.1.5 Resistencia inducida 141
4.1.6 Mecanismos combinados (*Trichoderma* spp. y *Bacillus subtilis*) 142
4.2 Estrategia de manejo del cultivo del tomate 145
4.2.1 Elaboración de abonos orgánicos. 149
4.2.2 Manejo de almacigueras o plantineras 149
4.2.3 Al transplante 149
4.2.4 Durante el desarrollo del cultivo 150
4.3 Bioinsumos: El cambio de paradigma que llegó para quedarse 157
4.4 Conclusiones y discusión 157
4.5 Referencias bibliográficas 158

5. Logística en la producción del tomate 161
Resumen 161
Introducción 162
Objetivos del capítulo 163
5.1 Planificación 162
5.2 Aprovisionamiento e insumos 164
5.2.1 Semillas 164
5.2.2 Fertilizantes 165
5.2.3 Riego 166
5.2.4 Tratamientos fitosanitarios 167
5.3 La cosecha 171
5.4 Sistemas de carga y transporte del tomate (post cosecha) 172
5.5 Almacenamiento y manejo 173
5.5.1 Almacén del productor 173
5.5.2 Selección y empaque 173
5.6 Comercio exterior 177
5.7 Conclusiones y discusión 178
5.8 Referencias bibliografías 179

6. Comercialización del tomate 181
Resumen 181
Introducción 182
Objetivos del capítulo 182
6.1 Producto 182
6.1.1 Descripción del tomate 182

6.1.2 Clasificación del tomate 184
6.1.3 Características del mercado del tomate 184
6.2 Determinación del precio del tomate 187
6.2.1 Márgenes de ganancia en la cadena de distribución 188
6.2.2 Factores que inciden en la determinación del precio 188
6.2.3 Relación de los costos con las ganancias y beneficios 189
6.3 Canales de distribución. 189
6.4 Propuesta de comunicación 195
6.4.1 Análisis inicial 195
6.4.2 Objetivos de comunicación 195
6.4.3 Público objetivo 196
6.4.4 Campaña de comunicación - Promoción punto de venta 196
6.5 Conclusión y discusión 202
6.6 Referencias bibliográficas 203

7. Financiamiento de la producción de tomate 205
Resumen 205
Introducción 205
Objetivos del capítulo 206
7.1 Financiamiento para la inversión de la producción y comercialización del tomate 206
7.2 Fondos microfinancieros para pequeños productores 209
7.3 Fuentes de financiamiento especiales para la producción de tomate a través de créditos SIBOLIVIA y sus condiciones 210
7.4 Requerimientos para el acceso al financiamiento SIBOLIVIA 211
7.5 Arrendamiento como forma complementaria de financiamiento 214
7.6 Financiamiento a través de proveedores, comercializadores y terceros 215
7.7 Seguro agrario 217
7.8 Programa nacional de apoyo a la producción y comercialización de hortalizas 218
7.9 Conclusiones y discusión 219
7.10 Referencias bibliografías 219

Reflexiones finales 221

ANEXO I. Legislación del tomate 225
Introducción 225

Desarrollo 226
La Constitución Política del Estado (CPE) y el tomate 228
Legislación comparada 231
Referencias bibliográficas 232

ANEXO 2. Más sobre los autores 235

ACRÓNIMOS 243

GLOSARIO 245

GUÍA DE LECTURA

Laura Guzmán Navarro

Antes de comenzar su lectura…

Hay algunos puntos que el lector haría bien en tomar en cuenta a medida que vaya adentrándose en las páginas de este escrito. Para empezar, es importante considerar que cada capítulo fue escrito por un conjunto de autores con distintas áreas de experticia. Esto se realizó para dar rienda suelta a cada autor para explicar de manera más adecuada cada tema desde su experiencia y así enriquecer el libro desde un enfoque multidisciplinario.

De igual manera, es sumamente importante que el lector comprenda que este libro no es un manual con los pasos a seguir para quien quiera empezar a producir tomate. Más bien, es una compilación de distintos artículos escritos específicamente para esta colaboración, con el fin de dar a conocer cada eslabón de la cadena productiva de este producto.

La información descrita puede ser de gran utilidad para quienes tengan como objetivo la producción, no obstante, también lo será para quien busque información en respecto a los distintos aspectos relacionados con el tomate, a fin de tomar decisiones en base a esa información.

Finalmente, el lector debe tener en mente que este no es un libro que sólo se puede leer, sino que cuenta con recursos virtuales de distinta índole. Es por eso que, a continuación, en esta pequeña sección previa al contenido, se otorga una suerte de guía sobre estos recursos, para que el lector pueda sacar un mejor provecho de su lectura y entenderla a mayor profundidad.

Del contenido virtual.

Durante su lectura, el lector encontrará varios códigos QR que hacen referencia a contenido virtual fuera de las páginas del libro. El objetivo de estos contenidos es ayudar al lector a profundizar en los temas específicos que sean de su interés a través de herramientas virtuales que puedan enriquecer su experiencia más allá de la palabra escrita.

Dentro del contenido podrá encontrar "tours virtuales" de 360 grados a distintos sistemas de producción del tomate, fotografías y contenido audiovisual de entrevistas realizadas, entre otros. En ese sentido, para tener una experiencia más completa, se recomienda a quien lea tener a mano un dispositivo que le permita escanear estos códigos según su interés y necesidad a medida que vayan apareciendo en el libro.

De las entrevistas.

Para conectar la teoría y la práctica, además de contar con los aportes de los investigadores de PROINPA, quienes tienen contacto directo con el trabajo agrícola, se hicieron entrevistas a distintas personas relacionadas con los distintos eslabones de la cadena del tomate. En estas entrevistas se podrán encontrar mucha información sobre sistemas de producción con sus propias ventajas y desventajas, aspectos relacionados con la provisión de insumos, la comercialización, formas distintas de entender la producción agrícola, entre muchas cosas más. Si alguien quisiera incursionar en el mundo del tomate, puede beneficiarse de todos estos puntos de vista para elegir aquel sistema que se acerque más a sus posibilidades y/o preferencias.

En este apartado queremos agradecer a todas las personas que nos abrieron las puertas de sus huertos y compartieron su conocimiento y experiencia relacionados con esta maravillosa hortaliza en Bolivia. Su predisposición y amabilidad han ayudado a darle el toque fertilizador

a este libro, para que pueda florecer y madurar en manos de quien lo lea. A manera de ilustrar el acceso al contenido virtual, invitamos a lector a escanear los siguientes QR:

Qr #1

Ingresando al siguiente código QR podrá descargar la aplicación para visualizar cierto contenido del libro en realidad aumentada. Para Andriod

Qr #2

Ingresando al siguiente código QR podrá descargar la aplicación para visualizar cierto contenido del libro en realidad aumentada. Para IOS.

Qr #3

Ingresando al siguiente código QR podrá descargar la versión digital del libro.

Qr #4

Ingresando al siguiente código QR podrá visualizar todo el contenido virtual asociado a este libro.

1.
CULTIVO DEL TOMATE EN BOLIVIA

Jorge Blajos Kraljevic - Pamela Córdova Olivera - Alejandro Jiménez Alcócer - Hernán Naranjo Mejía - Norka Jenny Ojeda Vargas Rolando Oros Martínez

Resumen.

El presente capítulo busca brindar un contexto general acerca del cultivo de tomate en Bolivia, para ello, se resaltan las características botánicas de esta hortaliza detallando aspectos como su origen, taxonomía, clasificación y principales variedades. Además, se incorpora información estadística sobre superficie, producción, rendimiento, comercio exterior, precios, consumo, finalizando con un análisis estadístico sobre los principales determinantes del rendimiento (medido en t/ha) en base a los datos de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2015. Los principales resultados muestran que los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz son los más representativos en términos de la superficie cultivada y la producción alcanzada, aunque la producción de tomate se realiza en ocho de los nueve departamentos. En términos de comercio exterior, resalta la importación de tomate fresco, en tanto que las exportaciones son casi inexistentes. Los precios de esta hortaliza varían a lo largo del año por aspectos relacionados con los sistemas de producción, las diferentes zonas de cultivo y por características de la demanda. El rendimiento del tomate está asociado al departamento donde se lo produce, los eventos climáticos que afectan

la producción, la forma de preparación del suelo y el uso de químicos en la producción.

Palabras clave: tomate, producción, superficie cultivada, rendimiento, importación, exportación, precios, sistemas de producción.

Introducción.

El tomate es una de las hortalizas más consumidas en Bolivia y el mundo, su sabor, textura, formas, colores y su versatilidad para acompañar las diferentes comidas, ya sea en fresco o como parte de las salsas, son parte de los atributos que hacen que su consumo sea tan popular. Conocer las estadísticas sobre un cultivo tan importante como el tomate, es fundamental para sustentar el análisis de las potencialidades y limitaciones de expansión de la producción, considerando que la oferta de tomate debe acompañar el crecimiento de la población mundial y, por lo tanto, el crecimiento de la demanda.

Objetivos del capítulo.

Describir el origen, la distribución y las características botánicas del tomate; junto a la presentación y sistematización de los principales datos estadísticos sobre producción, superficie cultivada, rendimiento, comercio exterior y precios del tomate; a fin de brindar un contexto general de la importancia de este cultivo en Bolivia.

1.1 Características Generales del Cultivo.

1.1.1 Origen y distribución.

El tomate es originario de América del Sur, entre las regiones de Chile, Ecuador y Colombia. Su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala. Las formas silvestres de "tomate cereza", *Lycopersicum esculentum* var. Cerasiforme (IPNI, 2022), originarias de Perú y Bolivia, migraron a través del Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fueron domesticadas por el ser humano. En la lengua Náhuatl de México era llamado "tomatl", dando origen a su nombre actual. Sólo a partir del siglo XIX adquirió gran importancia económica mundial, hasta llegar a ser, junto con la papa, la hortaliza más difundida y predominante del mundo (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007).

1.1.2 Taxonomía.

El tomate es miembro de la familia Solanaceae, anteriormente considerada como *Lycopersicum esculentum* Mill., pero recientes investigaciones generaron la modificación taxonómica para ser denominada en la actualidad como *Solanum lycopersicum* L., aunque ambas son consideradas válidas.

Tabla I.1: Taxonomía del tomate

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	Solanum
Subgénero:	Potatoe
Sección:	Petota
Especie:	*Solanum lycopersicum* L. o *Lycoperiscum esculentum* Mill

Fuente: (MDRyT, 2017)

1.1.3 Morfología.

El tomate es una planta arbustiva que por su duración puede ser perenne o anual y por su hábito de crecimiento puede ser rastrera, semierecta o erecta.

Imagen I.1: Planta del tomate

Fuente: https://www.pinterest.es/pin/645140715348110001/

Tabla I.2: Morfología del tomate

Raíz	Alcanza una profundidad de hasta 2 m, pivotante con muchas raíces secundarias. Sin embargo, al limitarse su crecimiento pivotante la planta desarrolla un sistema radicular fasciculado en los primeros 30 cm del suelo.
Tallo	Ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas, simples y glandulares. Grosor entre 2-4 cm en su base. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.
Hojas	Compuestas e imparipinnadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Dispuestas de forma alternada sobre el tallo.
Flor	Tiene 5 ó más sépalos y pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras formando un cono estaminal que envuelve al gineceo y evita la polinización cruzada. El ovario puede ser bilocular o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como "racimos".
Fruto	Es una baya bilocular o plurilocular, puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas

Fuente: (MDRyT, 2017)

1.1.4 Clasificación del tomate.

La clasificación de los tomates considera su hábito de crecimiento, forma del fruto, su uso o hábito de consumo. Por su hábito de crecimiento pueden ser: a) Crecimiento determinado, de tipo arbustivo, de porte bajo, compactas, poseen inflorescencias apicales, la producción de fruto se concentra en un periodo relativamente corto y b) Crecimiento indeterminado, tiene un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. La floración, fructificación y cosecha se extienden por períodos muy largos. Estas plantas son empleadas para agroindustria, tomate de mesa y tipo Cherry.

Imagen I.2: Clasificación del tomate según su hábito de crecimiento

a) Crecimiento determinado b) Crecimiento indeterminado

Fuente: (MDRyT, 2017)

Según la forma del fruto: existen diversas formas, colores y tamaños de tomates, siendo los más comunes en Bolivia los de forma alargada denominados tipo pera y las variedades achatadas tipo manzana o redondo cuadrado llamados bola pera.

Imagen I.3: Clasificación del tomate según forma del fruto. Morfotipos de frutos de tomate

Fuente: (Blancard, 2009)

Según uso o consumo: En algunos países vecinos, los tomates se diferencian de acuerdo con su uso, ya sea para consumo en fresco o industrial, lo cual está relacionado con la forma externa de los frutos. Siendo cuatro tipos los más conocidos: milano, chonto, cherry e industrial.

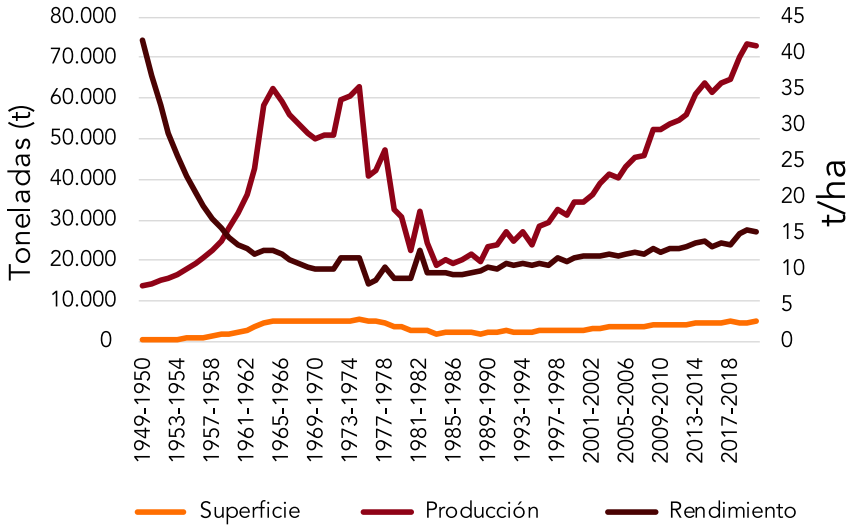
Realidad Aumentada I.1

Apuntando un dispositivo móvil a la señal podrá observar contenido relacionado con la lectura en realidad aumentada.

1.2 Superficie, Producción y Rendimiento.

Los datos estadísticos de producción, superficie y rendimiento a nivel nacional de tomate muestran una tendencia creciente en el periodo 1949-1975, para luego experimentar una brusca caída. A partir de 1989 se aprecia una tendencia creciente sostenida, hasta sobrepasar los niveles históricos más altos (*Gráfico I.1*).

Gráfico I.1: Evolución de la superficie cultivada, producción y rendimiento del tomate 1949-2021



Fuente: Elaboración propia con información del Observatorio Agroambiental y Productivo y del INE

De acuerdo a los datos del Observatorio Agroambiental y Productivo, el rendimiento promedio nacional del tomate fluctúa entre 10 y 15 (t/ha) desde el año 1962, mostrando una tendencia a aumentar desde 1983. En la década de los 50, los rendimientos habrían superado las 20 (t/ha), sin embargo, estos datos son difíciles de corroborar por la falta de información sobre las condiciones de producción de la época.

Se pueden distinguir cuatro etapas en la evolución de la producción de tomate a nivel nacional: la primera corresponde al periodo 1949-

1965, que presenta una significativo crecimiento de la producción y la superficie cultivada; la segunda etapa corresponde al periodo 1966-1976, en la que la producción y superficie se estabilizan; la tercera corresponde al periodo 1977-1984, en la que se registra una brusca caída de la producción y superficie cultivada; y la cuarta que corresponde al periodo 1985-2021, en la que se aprecia un sostenido crecimiento de la producción y la superficie cultivada.

Qr # I.1

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

1.3 Área Cultivada.

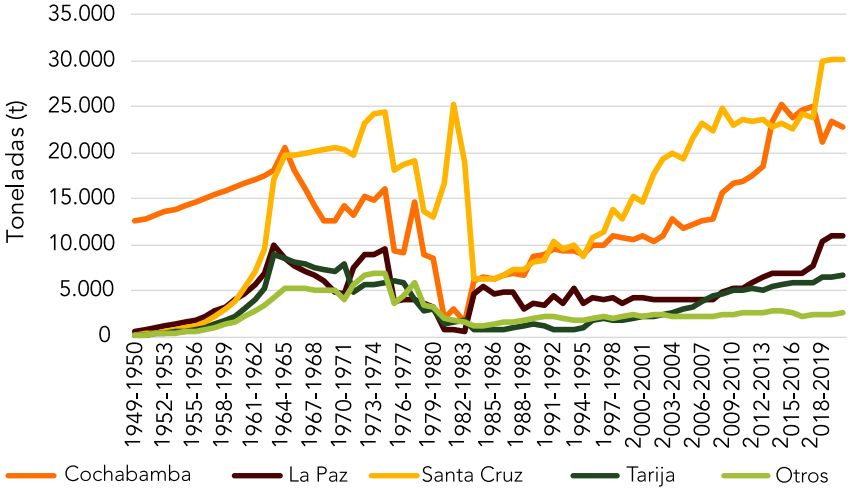
En Bolivia se distinguen tres zonas de producción de tomate: los valles meso térmicos de Cochabamba, Santa Cruz y Chuquisaca; los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca, Tarija, Potosí y La Paz, y las zonas bajas de Beni, Pando, Santa Cruz, Cochabamba (Chapare) y Norte de la Paz.

Realidad Aumentada I.2

Apuntando un dispositivo móvil a la señal podrá observar contenido relacionado con la lectura en realidad aumentada.

Los gráficos de superficie cultivada, producción y rendimiento muestran información de los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, La Paz, Tarija, bajo el denominativo "otros" se ha agrupado la información estadística de los demás departamentos (*Gráfico I.2, Gráfico I.3, Gráfico I.4*).

Gráfico I.2: Evolución de la producción de tomate por departamento 1949-2021 – toneladas

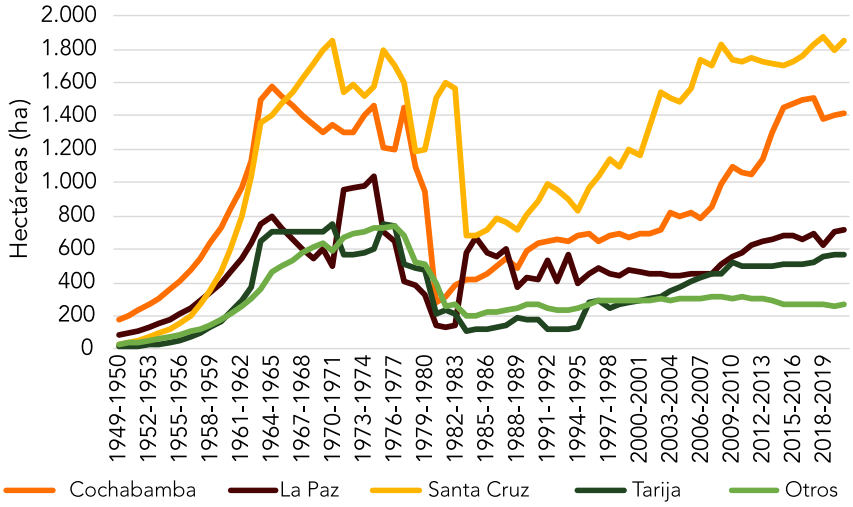


Fuente: Elaboración propia con información del Observatorio Agroambiental y Productivo y del INE

Realidad Aumentada I.3

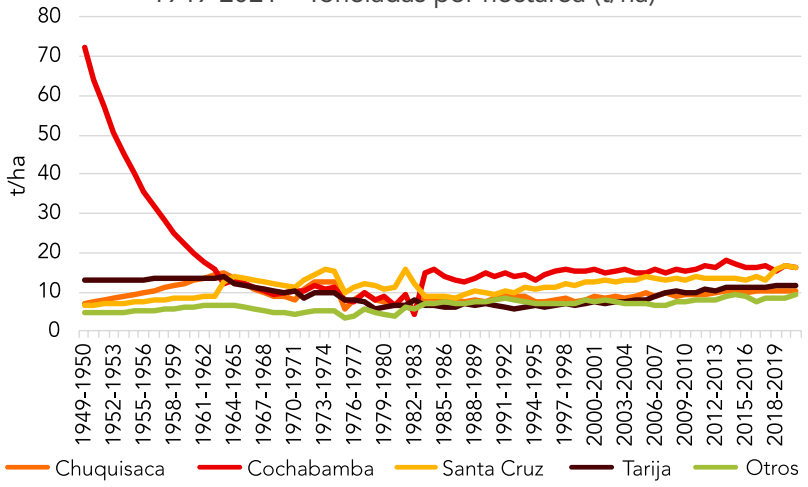
Apuntando un dispositivo móvil a la señal podrá observar contenido relacionado con la lectura en realidad aumentada.

Gráfico I.3: Evolución de la superficie cultivada con tomate por departamento 1949-2021 - Hectáreas



Fuente: Elaboración propia con información del Observatorio Agroambiental y Productivo y del INE

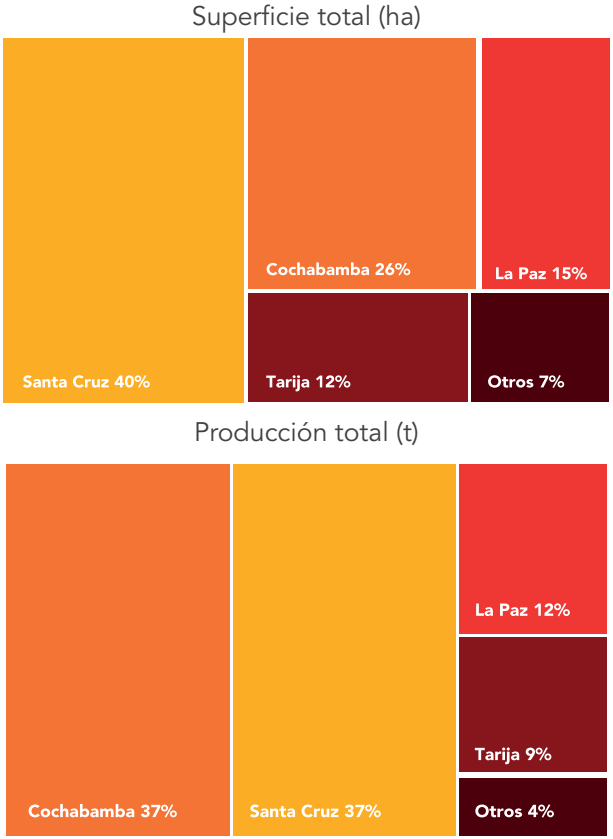
Gráfico I.4: Evolución del rendimiento del tomate por departamento 1949-2021 – Toneladas por hectárea (t/ha)



Fuente: Elaboración propia con información del Observatorio Agroambiental y Productivo y del INE

La producción de tomate a campo abierto es la técnica predominante de producción. De acuerdo a los datos de la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2015, el departamento de Santa Cruz abarca cerca del 40% de la superficie total destinada a la producción de tomate en Bolivia, seguido de Cochabamba con 26,4%. Sin embargo, en cuanto a volúmenes de producción, ambos departamentos producen cantidades similares siendo ésta de 19,680 toneladas correspondiente a Cochabamba y 19,554 toneladas al departamento de Santa Cruz (*Gráfico I.5*).

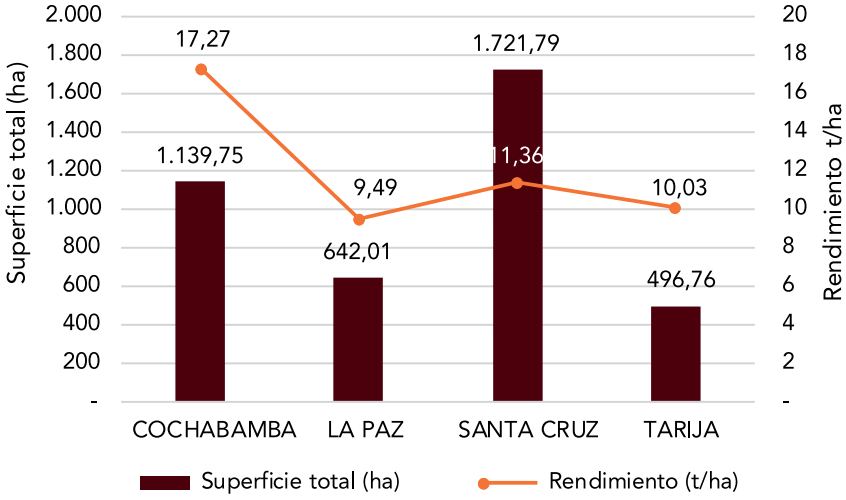
Gráfico I.5: Superficie y producción total de tomate según departamento (ENA 2015)



Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2015

Con relación al rendimiento reportado en la ENA, existe una significativa diferencia entre los cuatro departamentos con mayor volumen y superficie de producción de tomate. Si bien Santa Cruz registra una superficie de más de 1,700 hectáreas destinadas a la producción de tomate, el rendimiento alcanzado es 34% menor que el rendimiento promedio que registra el departamento de Cochabamba como se puede observar en el *Gráfico I.6.*

Gráfico I.6: Comparación del rendimiento en los principales departamentos productores de tomate

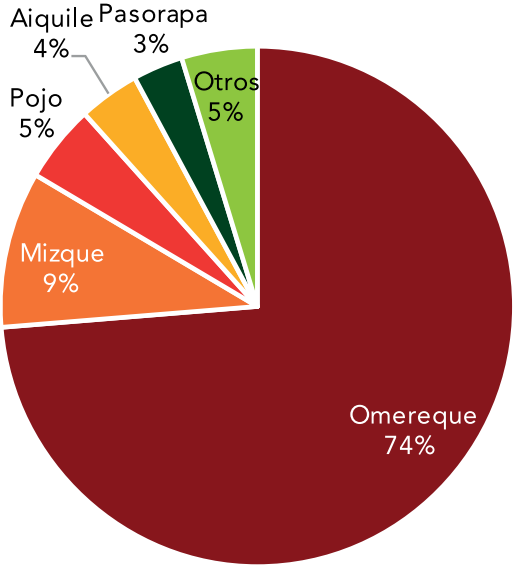


Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2015

La producción de tomate destaca de sobremanera en los valles de los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz, cuyo clima, precipitaciones anuales y altitud son propicias para la producción a campo abierto.

Entre los municipios con mayor producción de tomate en Cochabamba destaca el municipio de Omereque, distante a 257 km de la ciudad de Cochabamba, cuya producción de tomate representa el 74% a nivel departamental y 27.63% del total nacional (*Gráfico I.7*).

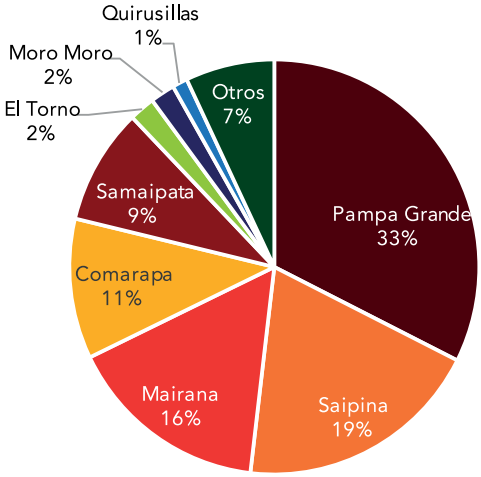
Gráfico I.7: Participación por municipio en la cantidad cosechada tde tomate en el departamento de Cochabamba (ENA 2015)



Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2015

En el departamento de Santa Cruz, la producción de tomate se concentra en los municipios pertenecientes a los valles mesotérmicos siendo el municipio de Pampa Grande el más representativo con el 33% en cuanto al volumen de producción a nivel departamental y 12.08% con relación a la producción nacional (*Gráfico I.8*).

Gráfico I.8: Participación por municipio en la cantidad cosechada de tomate en el departamento de Santa Cruz (ENA 2015)



Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2015

En la siguiente Tabla I.3 se puede apreciar un ranking de los 15 municipios a nivel nacional con mayor producción de tomate a campo abierto clasificados además por superficie y rendimientos promedio alcanzados.

Tabla I.3: Comparación entre municipios de la superficie, volumen de la producción y rendimientos del cultivo de tomate a campo abierto[1]

Munic.			Volumen de Producción (t)			Rendimiento (t/ha)		
Depto.	Munic.	ha	Depto.	Munic.	t	Depto.	Munic.	t/ha
CB	Omereque	703	CB	Omereque	14,508.66	CH	Las Carreras	23.25
SC	Pampa Grande	303	SC	Pampa Grande	6,342.53	SC	Quirusillas	20.21
SC	Cotoca	232	SC	Saipina	3,800.25	TJ	Caraparí	18.10

1 Los datos presentados de rendimiento, superficie y producción corresponden únicamente a sistemas de producción a campo abierto.

Munic.			Volumen de Producción (t)			Rendimiento (t/ha)		
Depto.	Munic.	ha	Depto.	Munic.	t	Depto.	Munic.	t/ha
SC	Mairana	226	SC	Mairana	3,120.84	CB	Omereque	17.89
SC	Saipina	201	SC	Comarapa	2,136.07	SC	Pampa Grande	17.74
SC	Comarapa	192	LP	Sapahaqui	2,088.03	CB	San Benito	16.34
TJ	Uriondo	153	CB	Mizque	1,911.98	BN	San Ignacio	15.62
LP	Sapahaqui	140	SC	Samaipata	1,771.69	SC	Saipina	15.49
CB	Mizque	126	TJ	Uriondo	1.655.22	LP	Caranavi	15.47
CB	Pojo	110	LP	Luribay	1,054.82	CH	Culpina	14.97
LP	Luribay	109	CB	Pojo	950.33	CB	Mizque	14.84
SC	Samaipata	107	TJ	Tarija	931.89	SC	Moro Moro	14.35
TJ	Tarija	83	CB	Aiquile	751.21	LP	Quiabaya	13.51
TJ	Padcaya	71	CH	Sucre	741.57	LP	Sorata	12.91
TJ	Villamontes	70	TJ	Villamontes	716.17	SC	San Julián	12.85

Fuente: Elaboración propia con información de la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2015. Nota: CB = Cochabamba, SC = Santa Cruz, LP = La Paz, TJ = Tarija, BN = Beni

Qr # I.2

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

La producción de tomate bajo invernadero se concentra en el Valle Bajo de Cochabamba, Valle Central de Tarija, Yotala en Chuquisaca, Palca y Achocalla en La Paz. No existe información estadística que permita diferenciar la superficie de tomate cultivada a campo abierto de la superficie bajo invernadero, sin embargo, es evidente la tendencia creciente del cultivo bajo invernadero debido a factores como: la alta productividad (lo cual permite generar rentabilidad en pequeñas superficies), la posibilidad de instalar invernaderos en las proximidades de los centros urbanos, la mayor eficiencia en el control de plagas y enfermedades, la posibilidad de implementar prácticas de producción agroecológica y producción orgánica con mayor efectividad y, principalmente, la protección que brindan los invernaderos ante las temperaturas bajas de los valles. En el Capítulo 2 se presenta una descripción a detalle de los sistemas predominantes de producción de tomate.

La calidad del producto está relacionada con la altitud de la zona, siendo la zona ideal los que están desde los 1,000 hasta los 2,500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), sumados a ello, una temperatura fresca y luminosidad.

Realidad Aumentada I.4

Apuntando un dispositivo móvil a la señal podrá observar contenido relacionado con la lectura en realidad aumentada.

1.4 Comercio exterior.

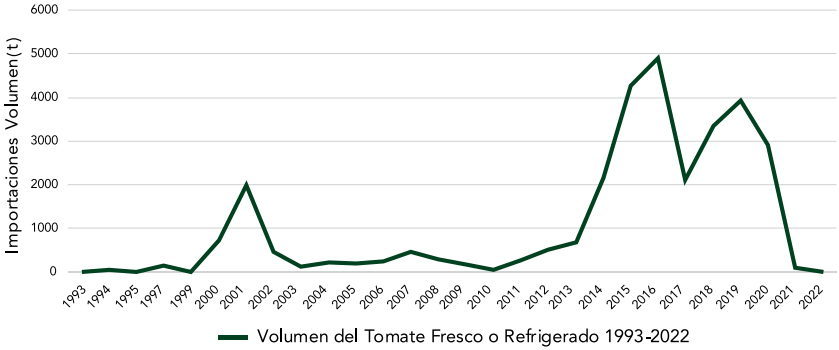
En esta sección se caracterizará el comercio internacional del tomate, y para ello se hace primero un análisis del volumen de importación y exportación del tomate fresco, seguido por una gráfica que muestra la evolución de las importaciones de la semilla de tomate.

1.4.1 Importaciones de tomate fresco o refrigerado.

Bolivia es un país productor e importador de tomate, dentro del Instituto Nacional de Estadística (INE) se encuentran datos históricos acer-

ca de la importación de esta hortaliza en las últimas 3 décadas. Sin embargo, no se registraron datos de la misma en los años 1996 y 1998.

Gráfico I.9: Evolución de las importaciones de tomate fresco 1993-2022



Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística

El *Gráfico I.9* muestra la evolución de la cantidad importada por el país, destacando un volumen elevado de importación en el período 2014-2020. Llama la atención el brusco descenso del nivel de importación en los últimos dos años, sin embargo, es coherente con el crecimiento del nivel de producción en este último período de tiempo.

Al hacer un análisis de la evolución de las importaciones por país de procedencia, se observa que el principal socio comercial a nivel general y con más énfasis en la última década es el país vecino del Perú, seguido por Chile y teniendo a Argentina, Brasil y Estados Unidos con menor participación (SIIP, 2022).

Analizando el destino de la importación realizada por el país, la muestra a La Paz como principal destino del tomate importado, seguido muy de lejos por Oruro, Santa Cruz, Potosí y Tarija. Un dato no menor es que la importación del año actual tiene como destino la ciudad de Pando (SIIP, 2022).

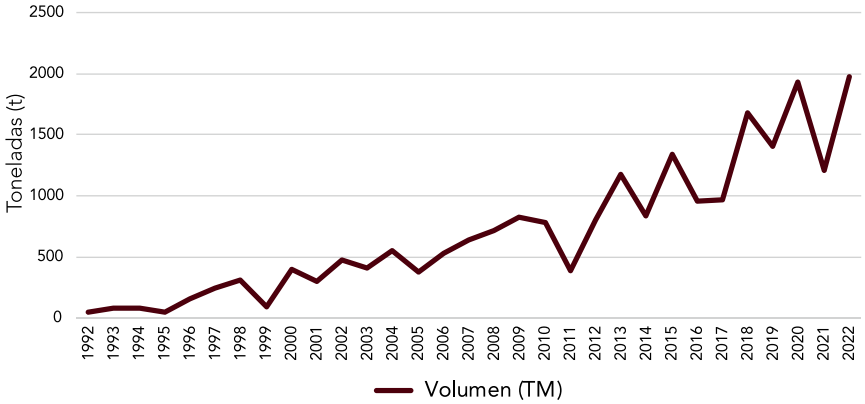
1.4.2 Importaciones de tomate procesado.

Al observar el *Gráfico I.10*, se muestra otra tendencia muy distinta en cuanto a las importaciones de tomate procesado con respecto a los

datos del tomate fresco, destacando una tendencia creciente en los últimos años.

Cabe resaltar que en los últimos años cerca al 20% del tomate procesado se trata de salsa de tomate (kétchup[2]) y demás salsas de tomate, menos del 1% es jugo de tomate sin fermentar y sin alcohol. El resto se trata de tomates enteros o en trozos, preparados y/o conservados (excepto en vinagre o en ácido acético) (SIIP, 2022).

Gráfico I.10: Evolución de las importaciones de tomate procesado 1992-2022



Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística

1.4.3 Importaciones de semillas de tomate.

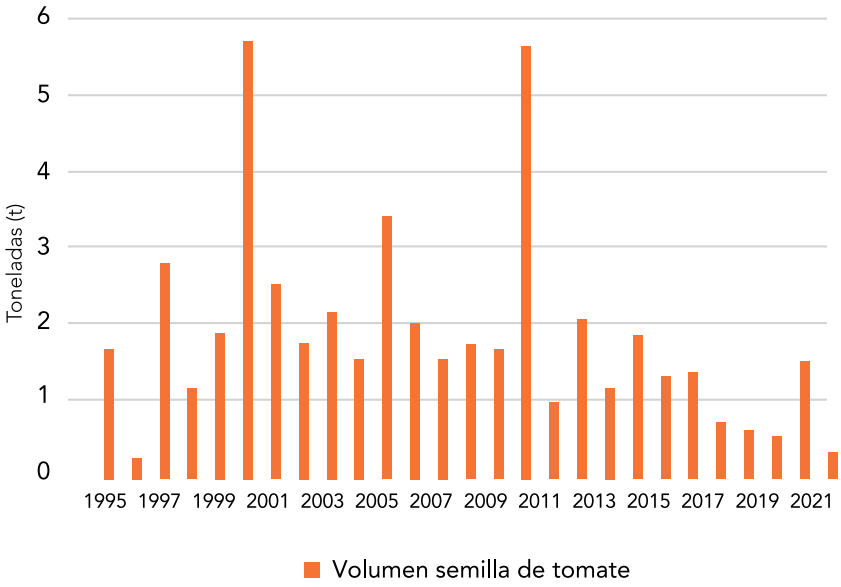
En cuanto a las semillas de tomate, Bolivia muestra valores bastante pequeños en relación a los del tomate fresco y conservado, como se observa en el *Gráfico I.11*, el comportamiento de las importaciones muestra picos al inicio de cada década, es interesante observar el brusco descenso a partir del año 2011.

Es notable observar que en dicho año se alcanza un techo histórico con un volumen de 5.7 t y en los siguientes años el volumen oscila

2 Es voz de origen chino, que el español ha tomado del inglés. Es una salsa de tomate condimentada con vinagre y especias, con un contenido más alto de azúcar que la salsa de tomate natural.

entre valores de 0.33 t como valor mínimo y 1.84 t como un valor máximo, siendo el valor más pequeño el dado en el año más reciente. Es importante destacar que en la última década el fitomejoramiento del cultivo de tomate, que en términos generales ha permitido lograr aumento sustantivo de rendimiento, lo cual coincide con la reducción en la importación de semilla, correlacionado al fenómeno de la innovación tecnológica.

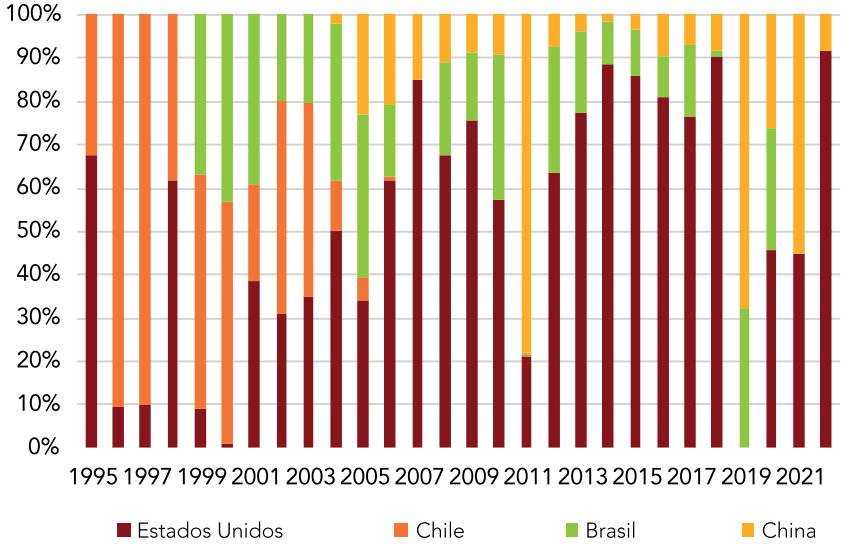
Gráfico I.11: Evolución de las importaciones de semilla de tomate 1995-2022



Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística

En cuanto a países de procedencia, observando el *Gráfico I.12*, se puede señalar a Estados Unidos como el principal proveedor de las semillas, con más énfasis en las dos últimas décadas. Cabe resaltar que a finales de los años 90 e inicio de siglo, el principal país proveedor fue Chile.

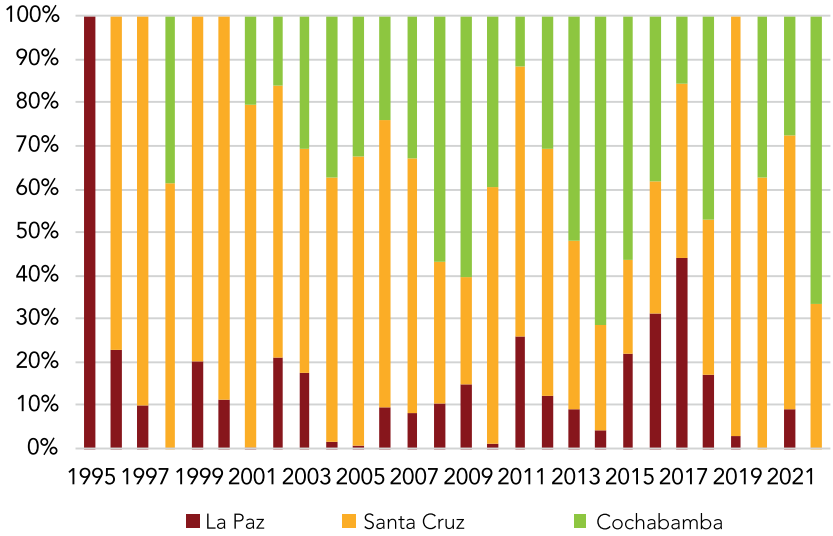
Gráfico I.12: Importaciones por origen de semilla de tomate 1995-2022



Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística

Durante estos 27 años, Santa Cruz es el destino más importante de las semillas de tomate, seguido por Cochabamba y La Paz, dejando a ciudades como Tarija y Oruro como destinos poco frecuentes en este período (*Gráfico I.13*).

Gráfico I.13: Importaciones según destino para semilla de tomate 1995-2022



Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística

1.4.4 Exportaciones de tomate fresco o refrigerado.

A nivel de exportaciones, oficialmente se cuenta sólo con datos históricos en el año 1998, con un volumen bastante pequeño (5 toneladas métricas), mismo que tuvo como país de destino a Brasil y como origen el departamento de Santa Cruz.

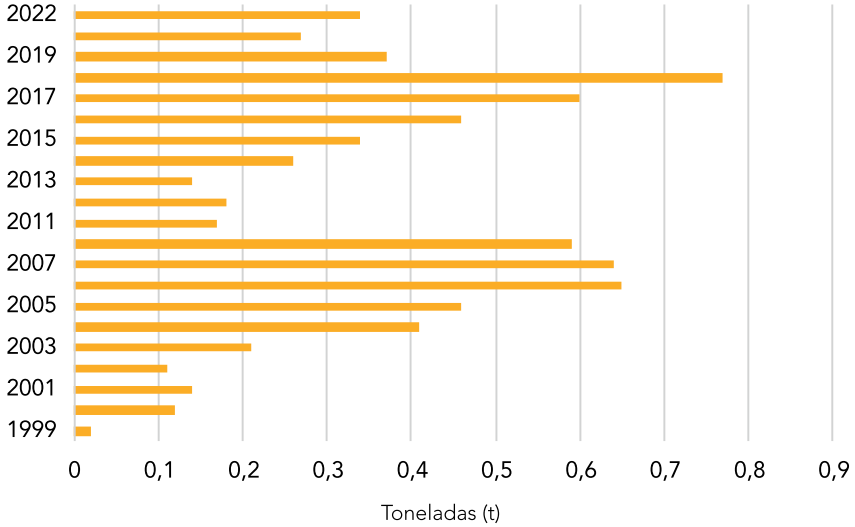
Qr # I.3

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

1.4.5 Exportaciones de semilla de tomate.

En términos de exportaciones de semilla de tomate, el *Gráfico I.14* deja ver que iniciando el siglo existía un volumen bastante pequeño de exportaciones, teniendo una tendencia creciente a lo largo de estas décadas, destacando un pico bastante elevado el 2018.

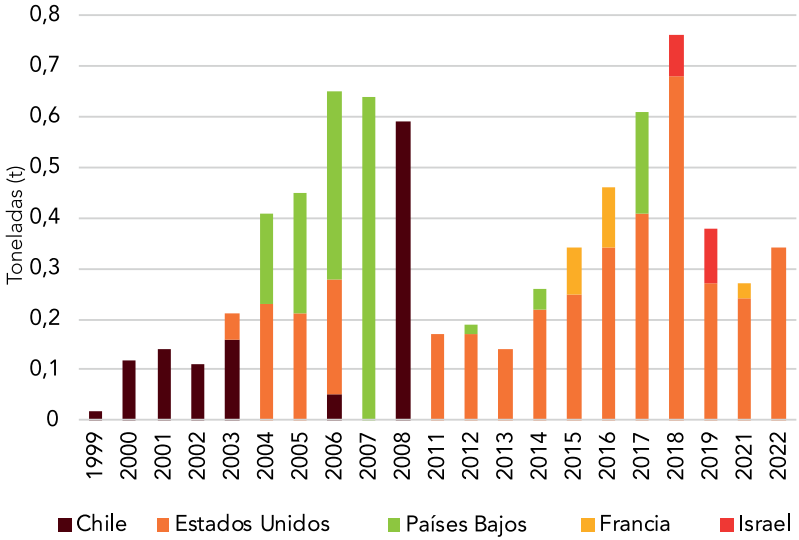
Gráfico I.14: Evolución de las exportaciones de semilla de tomate 1999-2022



Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística

Como se detalla en el *Gráfico I.15*, el principal destino de las semillas de tomate es Estados Unidos, dejando como destinos ocasionales a Países Bajos, Israel y Francia, señalando a Chile como un socio comercial importante a inicios de siglo.

Gráfico I.15: Evolución de las exportaciones de semilla de tomate 1999-2022



Fuente: Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Estadística

1.5 Precios y consumo aparente.

1.5.1 Precios.

Los precios de un producto, cualquiera que éste sea, dependen de las fuerzas del mercado, es decir, de su oferta y demanda. No obstante, existen factores externos, de muy variada índole, que pueden generar variaciones en dichas fuerzas del mercado, trayendo como consecuencias variaciones en los precios.

En el caso de productos agrícolas como el tomate, existen aspectos desde el lado de la oferta que afectan directamente a la producción y repercuten en los precios, tal es el caso, de la estacionalidad. Si bien el tomate, al ser uno de los principales productos dentro de la canasta de consumo de los hogares bolivianos, se encuentra en los mercados durante todo el año, la realidad es que su producción es más propicia durante ciertos momentos, cuando las condiciones son más favora-

bles, sin embargo, los distintos sistemas de producción de tomate y sus características (sistemas a campo abierto, bajo invernadero o familiar), implican un mayor o menor grado de dependencia respecto a la estacionalidad.

Si bien se podría decir que el cultivo de tomate se realiza entre los meses de septiembre y mayo, mismos en los cuales las condiciones de luminosidad, temperatura, humedad, entre otras, presentan beneficios para la producción (Crespo et al., 2010); el hecho de que el tomate se produzca casi en la totalidad del país, con énfasis en ciertas regiones con características muy diversas (ver sección 1.3 en este capítulo), y bajo distintos sistemas de producción (ver detalles en el Capítulo 2), asegura la existencia de una oferta anual de esta hortaliza pero con una variabilidad en los precios muy particular.

Mucha de la variabilidad en los precios podría explicarse por los desfases en la cosecha de la producción de tomate llevada a cabo en distintas zonas del país, principalmente, las zonas de mayor producción que se mencionaron en secciones previas. De esta manera, los precios reflejan la abundancia o escasez del producto, pero también responden a cambios generados por los costos de los insumos, la mano de obra, la presencia de plagas y enfermedades, etc. (Villarroel et al., 2011).

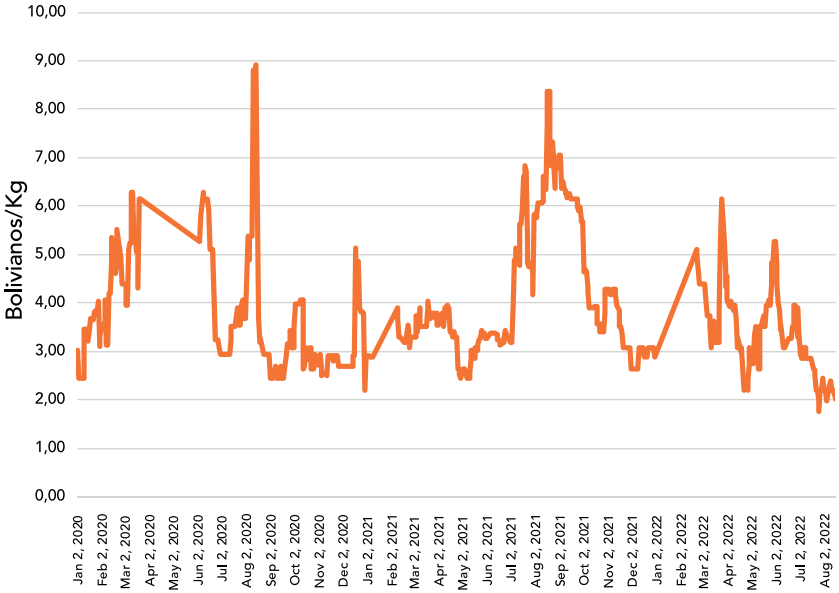
A continuación, se muestra la evolución de los precios de una de las variedades de tomate más representativa en el consumo de los hogares bolivianos: el denominado tomate "perita". Sin embargo, es importante resaltar que se trabajará con información de los últimos tres años, los cuales han sido muy atípicos por efectos de varios shocks externos, entre ellos la pandemia del COVID-19. Es por ello, que el análisis presentado a continuación, no pretende determinar estacionalidad de precios, ni realizar proyecciones ni establecer tendencias, pues los datos, si bien son oficiales, son insuficientes para hacerlo y están reflejando las inusitadas influencias de estos últimos años. El espíritu de los siguientes párrafos es netamente descriptivo y pretende mostrar cómo han reaccionado los precios de esta hortaliza en estos inusuales años.

Para el caso de la ciudad de La Paz (*Gráfico I.16*), los precios de un kilogramo de tomate (variedad perita) muestran una tendencia bastante irregular, evidenciándose incrementos significativos en los precios en ciertos momentos del año, para posteriormente descender nuevamen-

te. En promedio, el precio de un kilogramo de tomate (variedad perita) entre enero 2020 y agosto 2022 en la ciudad de La Paz ha sido de 3.82 Bs/Kg, sin embargo, resaltan incrementos en los precios, especialmente, los que inician alrededor del mes de julio y llegan hasta agosto, tanto en 2020 y 2021. Es importante mencionar que a mediados de agosto de 2020, el precio del kilogramo llegó a su nivel más alto (8.92 Bs/Kg), seguido por el nivel alcanzado en agosto de 2021 (8.36 Bs/Kg). En lo que va de 2022, el precio más alto se alcanzó a finales del mes de marzo (6.16 Bs/Kg).

Es llamativo que los precios en la ciudad de La Paz (*Gráfico I.16*) muestran niveles más altos en 2020 y 2021, lo cual, puede estar relacionado con la pandemia de COVID-19, que en dichos años fue más severa y generó incrementos en la demanda por productos de primera necesidad como los alimentos, además de ciertos fenómenos especulativos. No es claro determinar una tendencia evidente, pero según los datos, al parecer se observa un crecimiento de los precios del tomate los primeros meses del año, y posteriormente, a mediados de año, es decir, en época invernal donde la producción podría ser menor y la escasez del producto se manifestaría con un alza en los precios.

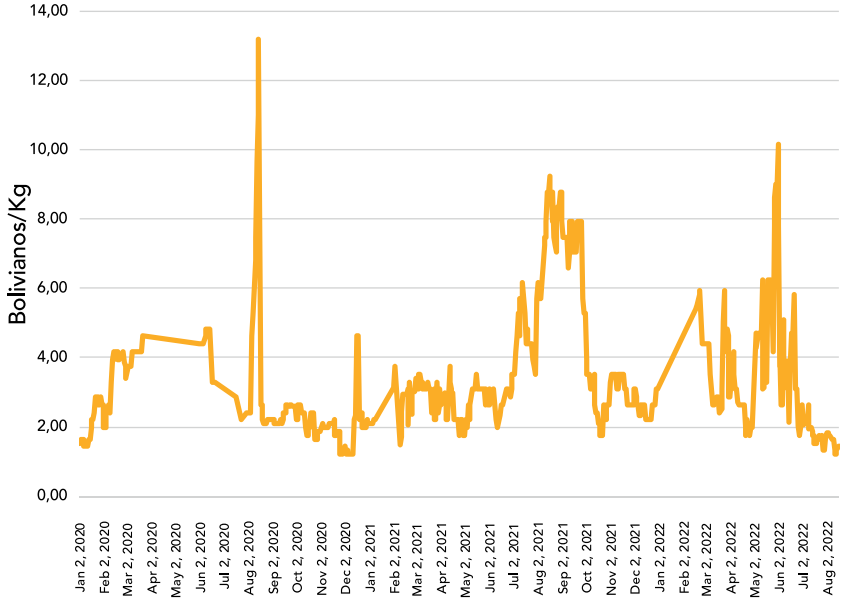
Gráfico I.16: Evolución de los precios del tomate (variedad perita) en la ciudad de La Paz 2020 - 2022



Fuente: Elaboración propia con información del Observatorio Agroambiental y Productivo - OAP

La tendencia de los precios en Cochabamba entre 2020 y lo que va de 2022 (*Gráfico I.17*) ha sido similar a lo acontecido en la ciudad de La Paz, pues se observan tres claros picos en los precios del kilogramo de tomate, el primero, el día 14 de agosto de 2020 cuando el precio alcanzó los 13.2 Bs/Kg; el segundo, el 16 de agosto de 2021 momento en el que el precio por kilogramo de tomate estuvo en 9.24 bolivianos; y el tercero acontecido ya en 2022 a fines del mes de mayo con un precio de 10.17 Bs./Kg. Nuevamente, se observa un incremento de los precios del tomate para la época invernal en Cochabamba, y es evidente que los precios máximos alcanzados para el kilogramo de tomate en Cochabamba, superan a los máximos observados en la ciudad de La Paz. El promedio del precio del kilogramo de tomate en la ciudad de Cochabamba en el período de análisis (enero 2020 - agosto 2022) ha sido de 3.38 bolivianos.

Gráfico I.17: Evolución de los precios del tomate (variedad perita) en la ciudad de Cochabamba 2020 - 2022



Fuente: Elaboración propia con información del Observatorio Agroambiental y Productivo - OAP

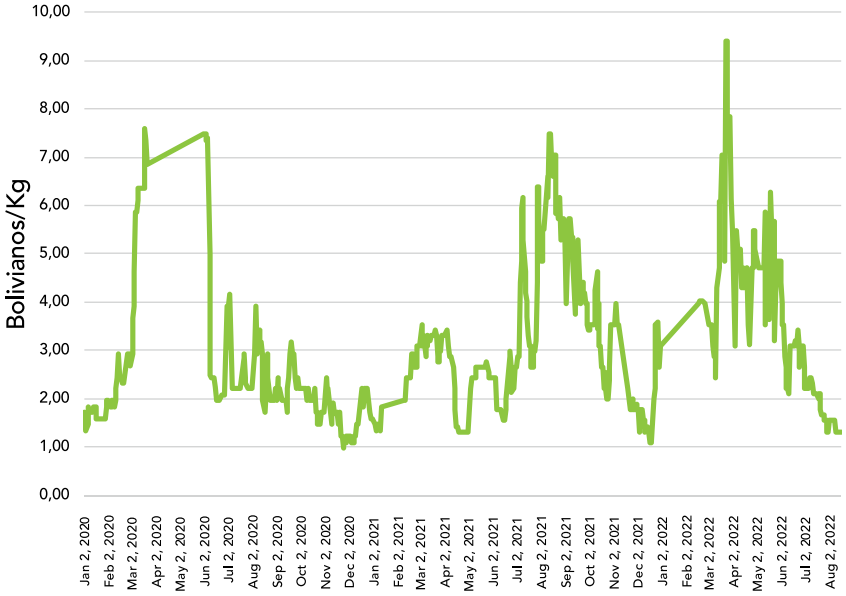
El caso de la ciudad de Santa Cruz es similar, sin embargo, los momentos de mayor crecimiento de los precios no coinciden exactamente con lo visto en las dos ciudades anteriores. Para la ciudad de Santa Cruz, alrededor de la tercera semana del mes de marzo 2020, se tiene el mayor precio registrado de dicho año (7.58 Bs./Kg); en 2021 el pico de 7.48 Bs/Kg de tomate sucedió en agosto 2021; para en 2022 alcanzar el mayor precio por kilogramo a finales del mes de marzo con 9.39 bolivianos (*Gráfico I.18*). El promedio de precio por kilogramo de tomate en Santa Cruz entre enero 2020 y agosto 2022 ha sido de 3.03 bolivianos.

Al comparar los precios del tomate (variedad perita) a nivel de la ciudad de La Paz[3], para producto nacional e importado, se observan aspectos interesantes (*Gráfica I.19*), pues existe una tendencia similar en

3 La información oficial está disponible sólo a nivel de esta ciudad, seguramente en consonancia con el hecho de ser destino principal de las importaciones de tomate fresco. Ver sección 1.4 de este capítulo.

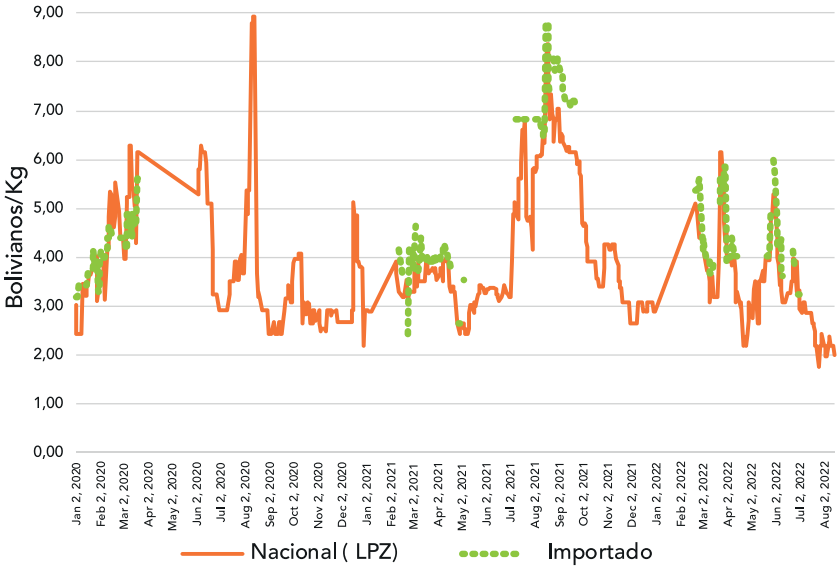
los precios, al menos para los momentos del año para los cuales existe información oficial. En 2020, se observa que los precios del producto nacional e importado son bastante similares, y en algunos casos el precio del producto nacional es inferior a los del tomate importado. En 2021 esta situación cambia, especialmente en el segundo semestre, donde los precios del producto importado superan significativamente a los precios del producto nacional, manteniendo la misma tendencia en 2022, precios superiores para el tomate importado en relación al nacional, pero las diferencias son menos significativas en relación a las del 2021.

Gráfico I.18: Evolución de los precios del tomate (variedad perita) en la ciudad de Santa Cruz 2020 – 2022



Fuente: Elaboración propia con información del Observatorio Agroambiental y Productivo - OAP

Gráfico I.19: Comparativa de precios del tomate (variedad perita) nacional e importado – Bs/Kg



Fuente: Elaboración propia con información del Observatorio Agroambiental y Productivo – OAP

Para corroborar este aspecto, se calcularon los precios promedio (bolivianos por kilogramo) en cada uno de los meses en los cuales existe información oficial. Al comparar los precios promedio (Tabla I.4) del producto local con el extranjero, prácticamente, en todos los meses, el tomate importado es más caro, excepto en los meses de febrero y marzo de 2020. Las diferencias más altas en los precios promedio mensuales acontecieron en los meses de julio y septiembre del año 2021.

Tabla I.4: Precios promedio mensuales entre tomate (variedad perita) nacional e importado

Precios del tomate (variedad perita) - Bs./Kg				
Año	Mes	Nacional	Importado	Diferencia
2020	Enero	3.264	3.559	0.295
	Febrero	4.319	4.314	-0.005
	Marzo	5.184	4.746	-0.438
2021	Febrero	3.347	3.517	0.170
	Marzo	3.632	4.008	0.376
	Abril	3.392	3.843	0.451
	Mayo	2.962	3.545	0.583
	Julio	5.117	6.840	1.723
	Agosto	6.785	7.487	0.702
	Septiembre	6.212	7.371	1.159
2022	Febrero	4.837	5.460	0.623
	Marzo	4.116	4.491	0.375
	Abril	3.209	4.043	0.834
	Mayo	3.709	4.759	1.050
	Junio	3.671	4.166	0.495

Fuente: Elaboración propia con información del Observatorio Agroambiental y Productivo - OAP

1.5.2 Consumo aparente.

Las estadísticas oficiales del Observatorio Agroambiental y Productivo (OAP), muestran que entre el año 2000 y 2021, el consumo aparente de un individuo, medido en kilogramos por año, ha incrementado de 4.1 a 6.3, respectivamente. Esto muestra que, en las últimas dos décadas, cada habitante incrementó su consumo per cápita en más de dos kilogramos por año, mostrando la importancia del tomate como hortaliza en el patrón de consumo alimentario de los hogares bolivianos.

Qr # I.4

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

1.6 Determinantes de la productividad del tomate en términos estadísticos.

El propósito de este apartado es identificar y cuantificar las variables o factores determinantes de la productividad del tomate en términos estadísticos a partir del rendimiento de tomate medido en toneladas por hectárea (t/ha) en Bolivia, para lograr este propósito en primer lugar se debe identificar todos los factores determinantes del rendimiento de tomate (t/ha) que explican la variación estándar del valor promedio de los rendimientos del tomate en Bolivia. Una vez identificados los factores determinantes, se debe cuantificar los valores probables de las variables determinantes que se necesitan para obtener un rendimiento de producción igual o superior a la mediana[4] de rendimiento (t/ha).

Para este propósito se utilizó la información disponible en la Encuesta Nacional Agropecuaria de Bolivia 2015 (ENA 2015). El propósito de la ENA 2015 se enfocó en la elaboración de indicadores para el seguimiento y evaluación de políticas, planes y programas del sector agropecuario en el marco de las políticas de la Revolución Productiva Comunitaria; Agropecuaria Sustentable; Soberanía Alimentaria y Productiva Agroindustrial, y establecer líneas de base para las estrategias de inversión en seguridad alimentaria. Asimismo, permitió profundizar el conocimiento sobre el uso de la tierra, la conservación de los recursos naturales agropecuarios, soberanía ambiental con desarrollo integral y adaptación al cambio climático (INE, 2022). La ENA 2015 cuenta con información relacionada a superficie, producción y destino agropecuario a nivel nacional y departamental de diferentes productos agrícolas.

4 Concepto estadístico, valor que se encuentra a la mitad de los otros valores, es decir que, al ordenar los números de menor a mayor, éste se encuentra justamente en medio.

La ENA 2015 cuenta con una muestra de 246 productores de tomate a nivel nacional[5] que ponderadas por el respectivo factor de expansión representan a 14,563 productores en toda Bolivia distribuidos a nivel departamental según los datos de la Tabla I.5. Cochabamba concentraba el 59% de los productores de tomate en toda Bolivia seguido de La Paz con 16.93% y Santa Cruz (13.24%).

Tabla I.5: Tamaño de muestra representativa de los productores de tomate en Bolivia

Departamento	Frecuencia		%
	Muestra	Extendida	
Beni	2	41	0.28
Chuquisaca	5	143	0.98
Cochabamba	29	8,571	58.85
La Paz	41	2,466	16.93
Pando	8	156	1.07
Potosí	3	303	2.08
Santa Cruz	128	1,928	13.24
Tarija	30	955	6.56
Total	246	14,563	100

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENA 2015.

1.6.1 Determinantes del rendimiento de tomate toneladas por hectárea (t/ha).

La mediana del rendimiento de tomate (t/ha) en Bolivia explica el 42.3% del valor promedio por efecto de cuatro factores determinantes: (1) por la ubicación geográfica del departamento de producción, (2) los eventos climáticos que afectan la producción, (3) la preparación del suelo, y (4) el uso de químicos (fertilización y manejo de plagas insectiles, enfermedades y malezas) en la producción.

La Tabla I.6 resume los resultados obtenidos de la regresión del rendimiento (t/ha) sobre el departamento de producción, eventos climáticos que afectan la producción, forma de preparación del suelo y uso

5 Esta muestra de productores de tomate a nivel nacional fue determinada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) dentro de su muestreo para el desarrollo de la ENA 2015.

de químicos en la producción aplicando la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Se encuentra que en 3 de los 8 departamentos (fuera de Cochabamba) el rendimiento promedio es significativamente menor que en Cochabamba. Beni reporta un rendimiento en promedio menor en 13.53 (t/ha), La Paz menor en 8.92 (t/ha) y Potosí menor en 12.05 (t/ha) con respecto a Cochabamba que es el departamento con el mayor rendimiento (t/ha).

Los eventos climáticos adversos como heladas, granizadas, sequía y otros afectan negativamente al rendimiento. En el caso de heladas el rendimiento promedio es menor en 23.62 (t/ha), granizada menor en 22.16 (t/ha) en promedio y sequía menor en 16.72 (t/ha) en promedio con respecto al escenario de rendimiento sin ningún evento climático adverso.

Si en la preparación del suelo el productor utiliza fuerza animal el rendimiento (t/ha) es menor en promedio en 3.18 (t/ha) con respecto al uso de maquinaria agrícola y menor en 5.08 (t/ha) en promedio si se utiliza fuerza humana en reemplazo de maquinaria agrícola.

Si el productor no utiliza ningún producto químico (ej. abono químico) en el proceso de producción y cuidado del tomate el rendimiento (t/ha) es menor en 6.70 en promedio con respecto al rendimiento alcanzado en promedio cuando se utiliza algún producto químico.

Tabla I.6: Determinantes del rendimiento de tomate (t/ha)

Detalle	Coeficiente	P[6]-valor	[95% Intervalo de confianza]	
Constante	29.28***	0.00	22.06	36.49
Departamento - referencia "Cochabamba"				
Beni	-13.53**	0.05	-26.99	-0.07
La Paz	-8.92**	0.02	-16.41	-1.43
Potosí	-12.05***	0.01	-20.54	-3.56
Evento climático que perjudicó la producción - referencia "ninguno"				
Helada	-23.62***	0.00	-28.68	-18.56

6 P-valor: Nivel de Confianza, en estadística, es la probabilidad máxima con la que se puede asegurar que el parámetro a estimar se encuentra dentro de nuestro intervalo estimado.

Detalle	Coeficiente	P[7]-valor	[95% Intervalo de confianza]	
Granizada	-22.16***	0.00	-32.01	-12.31
Sequía	-16.72***	0.00	-23.64	-9.79
Riada (crecida o desborde de río), inundación	-7.47	0.47	-27.55	12.61
Otro	-8.76	0.50	-34.55	17.03
¿En la preparación del suelo usa? - referencia "maquinaria agrícola"				
Tracción Animal	-3.18*	0.06	-13.92	7.56
Labor manual	-5.08*	0.08	-10.74	0.58
Uso de químicos en la producción - referencia "si usa"				
No usa químicos	-6.70***	0.01	-11.97	-1.43

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENA 2015.
Notas: ***p<0.01 (significativo al 99% de confianza)
**p<0.05 (significativo al 95% de confianza)
*p<0.10 (significativo al 90% de confianza)

1.6.2 Determinantes de la probabilidad de alcanzar un rendimiento de tomate (t/ha) igual o superior a la mediana de rendimiento.

Para analizar los determinantes de la probabilidad de alcanzar un rendimiento (t/ha) igual o superior a la mediana de producción establecido el 2015 (según ENA 2015) en 12 (t/ha), se elaboró un modelo de probabilidad estimado[8] (probit) cuyos resultados se resumen en la Tabla I.7. Se observa que la probabilidad de alcanzar un rendimiento (t/ha) igual o superior a 12 (t/ha) en La Paz es 43 puntos porcentuales (pp.) menor que en Cochabamba, 32 pp. mayor en Pando y 31 pp. menor en Tarija con respecto a Cochabamba.

En cuanto a eventos climáticos adversos si el cultivo sufre las consecuencias de una helada, la probabilidad de alcanzar el rendimiento de 12 o más t/ha es menor en 53 pp. con respecto a la probabilidad de alcanzarlo si es que el cultivo no sufre ningún evento climático. Algo similar ocurre con la granizada donde la probabilidad de igualar

7 P-valor: Nivel de Confianza, en estadística, es la probabilidad máxima con la que se puede asegurar que el parámetro a estimar se encuentra dentro de nuestro intervalo estimado.
8 El Pseudo R2 alcanza a 0.37, según el test de Hosmer y Lemeshow el modelo se encuentra bien ajustado y la tabla de clasificación reporta una correcta clasificación en el 81.33% de los casos. Estos aspectos dan cuenta de la estimación de un buen modelo de probabilidad.

o superar la mediana es menor en 52 pp., sequía 56 pp. menor, riada/ inundación 44 pp. menor y otros eventos 52 pp. menor.

Si el tipo de cultivo es independiente o sucesivo, la probabilidad de igualar o superar la mediana de rendimiento es mayor en 36 pp. con respecto al tipo de cultivo asociado.

Finalmente, si no se utilizan químicos para la producción de tomate, la probabilidad de alcanzar o superar la mediana de rendimiento es menor en 20 pp. con respecto a cultivos donde se utilizan químicos para la producción

Tabla I.7: Determinantes de la probabilidad de alcanzar un rendimiento de tomate igual o superior a la mediana (t/ha)

Detalle	Efecto marginal[9]	P-valor	[95% Intervalo de confianza]	
Departamento - referencia "Cochabamba"				
La Paz	-0.43***	0.00	-0.58	-0.28
Pando	0.32**	0.02	0.05	0.60
Tarija	-0.31***	0.00	-0.51	-0.10
Evento climático que perjudicó la producción - referencia "ninguno"				
Helada	-0.53***	0.00	-0.62	-0.44
Granizada	-0.52***	0.00	-0.61	-0.44
Sequía	-0.56***	0.00	-0.67	-0.46
Riada, inundación	-0.44***	0.00	-0.59	-0.30
Otro	-0.52***	0.00	-0.62	-0.42
Tipo de cultivo- referencia "asociado"				
Independiente	0.36***	0.01	0.10	0.63
Sucesivo	0.36**	0.02	0.06	0.66
Uso de químicos en la producción - referencia "si usa"				
No usa químicos	-0.20**	0.02	-0.36	-0.03

Fuente: Elaboración propia con datos de la ENA 2015.
Notas: ***p<0.01 (significativo al 99% de confianza)
**p<0.05 (significativo al 95% de confianza)
*p<0.10 (significativo al 90% de confianza)

9 El efecto marginal indica cómo cambia una variable o resultado "dependiente" cuando, de forma controlada y predecible, se modifica una variable "explicativa o independiente", bajo el supuesto de que otros factores o variables relacionadas al rendimiento del tomate se mantienen inalteradas.

1.7 Conclusiones y discusión.

El tomate es una de las hortalizas más consumidas por los hogares bolivianos, por su sabor, color, variedades y su aporte nutricional a la dieta; que lo hacen un ingrediente muy versátil para acompañar todo tipo de preparación culinaria.

Si bien el departamento de Santa Cruz posee la mayor superficie de producción de tomate, es el departamento de Cochabamba el que concentra la mayor producción gracias a que el rendimiento en esta región es superior en casi 6 toneladas por hectárea.

La especialización en la producción de tomate se concentra en la región de los valles mesotérmicos de Santa Cruz y la región del Cono Sur de Cochabamba.

La clasificación de mayor a menor rendimiento muestra municipios con alto potencial productivo que en algunos casos representarían rendimientos bajo sistemas de producción en invernadero, considerando además la superficie cultivada.

En términos de comercio internacional, el nivel de importaciones muestra una tendencia a la baja en cuanto a tomate fresco y a semillas de tomate, y una tendencia creciente al volumen de importaciones de tomate procesado. Es notable mencionar que, en las últimas décadas, el principal socio comercial de tomate fresco para Bolivia es el Perú y que la ciudad de La Paz es el destino frecuente de esta importación. Además, es importante mencionar que la exportación de semillas de tomate ha sido oscilante en estas décadas con una tendencia al alza.

La variabilidad de los precios del tomate está determinada por los distintos sistemas de producción, la ubicación de la producción dentro del país, la presencia de producto importado y aspectos relativos al cultivo como son la presencia de plagas y enfermedades o los cambios en los precios de los insumos necesarios para llevar a cabo la producción. En los últimos años, se han sumado también, los efectos de la pandemia del COVID-19 que han generado fluctuaciones en los precios por los cambios en los patrones de consumo y las restricciones impuestas para el control de esta enfermedad.

Los precios del tomate importado, en promedio, muestran en general, niveles superiores a aquellos del producto nacional. Es importante mencionar que, si bien las estadísticas oficiales muestran precios del tomate importado para la ciudad de La Paz, eso no significa que únicamente en dicha ciudad se consuma este producto, porque posteriormente este producto podría ingresar a mercados de otras ciudades del país a través de procesos de intermediación. Además, el contrabando podría generar influencias importantes en las cantidades y precios de esta hortaliza.

Estadísticamente, el rendimiento de tomate (medido según la mediana en unidades t/ha) en Bolivia es explicado en un 42.3% por la ubicación geográfica del departamento de producción, eventos climáticos que afectan la producción, la forma de preparación del suelo y el uso de químicos en la producción.

1.8 Referencias bibliográficas.

Blancard, D. (2009). *Enfermedades del tomate*. (Mundiprensa, Ed.). Madrid, España.

Crespo, M., Luján, R., Plata, G., Barea, O., Crespo, L., & Lino, 5. (2010). *Guía para el Manejo del Cultivo del Tomate en Invernadero* (1ra. Edici). Cochabamba: PROINPA.

INE. (2022). Encuesta Nacional Agropecuaria ENA 2015. Retrieved from https://anda.ine.gob.bo/index.php/catalog/6

IPNI. (2022). International Plant Names Index. Retrieved September 30, 2022, from https://www.ipni.org/

Jaramillo, J., Rodríguez, 5., Guzmán, M., Zapata, M., & Rengifo, T. (2007). *Manual técnico: Buenas prácticas agrícolas en la producción de tomate bajo condiciones protegidas.* Antioquia, Colombia: CORPOICA, MANA Gobierno de Antioquia, FAO.

MDRyT. (2017). *Manual técnico de producción de tomate con enfoque en buenas prácticas agrícolas.* (G. / Swisscontact., Ed.). La Paz, Bolivia.

SIIP. (2022). Sistema Integrado de Información Productiva. Retrieved from https://siip.produccion.gob.bo/

Villarroel, B., Antezana, O., Ferrufino, J., Galvis, E., Montenegro, D., & Franco, P. (2011). *Manual del Cultivo de Tomate para Pequeños Productores de los Valles.* Santa CRuz de la Sierra: Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT).

2.
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL TOMATE EN BOLIVIA

Jorge Blajos Kraljevic - Luis Crespo Valenzuela - Osmar Mendoza Villarroel - Oscar Navia Montaño - Rolando Oros Martínez - René Pereira Romero - Giovanna Plata Rosales

Resumen.

El capítulo describe las características agronómicas de las principales variedades de tomate que se cultivan en Bolivia, de esta manera, se visualizan los atributos de producción, así como de tolerancia a las enfermedades e insectos que atacan al cultivo. Sobre esta base, se describen, de manera comparativa, los principales componentes de los sistemas de producción de tomate: campo abierto, invernadero y huerto. Se presenta de manera completa el listado de los productos químicos que se utilizan para combatir a las enfermedades y las plagas de insectos, presentando información sobre el problema, el producto comercial, el ingrediente activo del producto, la dosis recomendada por hectárea y la procedencia del producto. De igual manera, se presentan soluciones alternativas como la utilización de bioinsumos recomendados para el control de plagas y enfermedades, detallando el problema, el producto comercial, el compuesto activo, la dosis recomendada por hectárea y la procedencia o marca. Finalmente, se detallan los costos de producción del tomate.

Palabras clave: variedades de tomate, forma de tomate, fisiología, sistemas de producción, control de plagas insectiles y enfermedades, bioinsumos, Costos de producción.

Introducción.

Las características agronómicas y fisiológicas del tomate definen muchos de los atributos para la producción y el consumo de esta hortaliza. Sobre la base de una descripción de las principales variedades cultivadas en Bolivia, se hace una descripción de los tres sistemas de producción más popularmente implementados en el país: campo abierto, invernadero y huertos.

Según el ciclo de producción, se identifican enfermedades y plagas de insectos que limitan la producción, por lo que es importante conocer los productos químicos y/o alternativas como uso de bioinsumos que se emplean para combatirlos.

Objetivos del capítulo.

Describir las principales variedades de tomate cultivadas en Bolivia, los principales sistemas de producción, así como los principales insectos plaga, enfermedades, los productos químicos y/o bioinsumos empleados para controlarlas.

2.1 Variedades de tomate utilizadas en Bolivia y sus características.

El uso de variedades híbridas en la producción de tomate tiene amplio crecimiento, debido a la continua oferta de nuevos híbridos de diferentes empresas semilleros transnacionales. A continuación, se presenta y describe las principales variedades de mayor difusión en las zonas productoras en Bolivia.

Tabla II. 1: Características de las variedades de tomate producidas en Bolivia

Variedad (Semillera)	Característica	Duración de ciclo (ddt[10])	Forma de Fruto	Resistencia/tolerancia
Rio Grande (Valle de Oro CNPSH – INIAF)	Variedad de polinización abierta con buen vigor y cobertura de follaje. Alto rendimiento y buena respuesta del fruto a transporte. Se adapta a las principales zonas productoras de Bolivia, tanto en época alta como en otoño-invierno. Recomendado para primavera y otoño. Hábito de crecimiento determinado.	90 a 100 ddt	Perita ovalado 75-85 g	IR: *Verticillium alboatrum*, *Fusarium oxysporum* raza 1 y 2.
Santa Clara early F1 (Bonanza seeds)	Tomate de mesa de buen rendimiento y resistente al transporte.	100 a 110 ddt	Redondo cuadrado 180-200 g	*Verticillium spp.*, *Fusarium spp.*, *Stemphylium* (Mancha gris)
Lia F1 (Hazzera)	Tomate tipo Roma, frutos firmes, madurez intermedia, de crecimiento determinado. Recomendado para primavera y otoño.	Intermedia	Ovalado 120-160 g	HR*: Hongos [*Verticillium spp.*, *Fusarium* (razas 1,2)]; Virus [virus del bronceado del tomate (ToMV)]; Bacteriosis [*Pseudomonas siringae*] IR**: virosis [virus del bronceado del tomate (TSWV), virus torrado del tomate (ToTV)] HR*: Hongos [*Verticillium spp.*, *Fusarium spp.* (razas 1,2)]; virosis [virus del mosaico del tomate (ToMV)]; bacteriosis [*Pseudomonas siringae*] IR**: virosis [virus del bronceado del tomate (TSW), virus torrado del tomate (ToTV)]
Shanty F1 (Hazzera)	Variedad extremadamente productiva (80 – 100 t/ha), Roma determinado, frutos tamaño grande de mucha firmeza. Planta fuerte y productiva, adaptable a diferentes fechas de plantación con capacidad para tolerar condiciones climáticas extremas (menores a 5°C o mayores a 30°C), recomendado para producir todo el año. Variedad para campo abierto.	Todo el año	Ovalado 100-150 g	HR*: Hongos [*Verticillium spp.*, *Fusarium spp.* (razas 1 y2)]; hongos [*Stemphylium lycopersici* (mancha gris de la hoja) Bacteriosis [*Pseudomonas siringae*.] IR**: virosis [Virus del enrollamiento amarillo del tomate (TYLCV), virus del bronceado del tomate (TSWV)]

10 Días después del trasplante

Variedad (Semillera)	Característica	Duración de ciclo (ddt[11])	Forma de Fruto	Resistencia/tolerancia
Mariana F1 (Sakata)	Mariana de tipo saladette[12] con excepcional cuajado de frutos en verano. Tamaño de planta medio a pequeño y frutos predominantes extra largos, uniformes y excelente firmeza y larga duración en anaquel. Recomendada para el verano.	Media a tardía	Blocky 120-150 g	HR*: Hongos [*Verticillium spp.*, (raza 1), *Fusarium spp.* (razas 1 y2)] IR**: hongos [*Alternaria alternata f. sp. lycopersici*, *Stemphylium lycopersici* (Mancha gris de la hoja)]
Huichol (Seminis)	Tomate determinado tipo Roma para el mercado fresco. Variedad temprana de alto rendimiento con alta calidad de fruto. Larga vida en anaquel, excelente firmeza y color. Recomendada para invierno-verano	Temprana a media 65 -75 ddt	Ovalada, 145-175 g	HR: nemátodos [*Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne incógnita*, *Meloidogyne javanica*]; virosis [virus del bronceado del tomate (TSWV)], hongos [*Alternaria alternata f.sp. lycopersici*, *Fusarium spp.* (Raza 1 (*Verticillium alboatrum*, *Verticillium dahilae.]*
Xaman (Seminis)	Tomate híbrido tipo saladette, hábito determinado de planta mediana, alto rendimiento y frutos firmes con hombros lisos y amplia adaptabilidad a zonas con presión de virosis. Recomendada para invierno y verano.	Temprana a media 75 ddt	Ovalada	HR: hongos [*Alternaria alternata f.sp. lycopersici*, *Fusarium spp.* (Raza 1), *Stemphylium spp.*, *y Verticillium* spp.)] virosis [virus del mosaico del Tabaco (ToMV:0- 2), virus del bronceado del tomate (TSWV)] HI: virosis [virus del enrollamiento amarillo del tomate] (TYLCV).
Omereque (BHN)	Tomate híbrido de amplia adaptabilidad en varias regiones de Bolivia, Argentina, Brasil, Paraguay, Colombia, Centroamérica y otras, principalmente bajo condiciones de cultivo al aire libre tanto rastrero como tutorado. Muy buena cobertura foliar, de alta capacidad de cuaje de frutos. Recomendado para verano y otoño.	Media	Roma/oval	Hongos [*Verticillium dahliae* (raza 1), *Fusarium oxysporum fsp. radicis lycopersici* (razas 1, 2 y 3)], bacteriosis [*Pseudomonas syringae* p5. tomato (raza 0)]; virosis [virus del bronceado del tomate (TSWV)].
Lucy (BHN)	Tomate híbrido de amplia adaptabilidad en varias regiones de Bolivia, Argentina, Brasil, Paraguay, México, Colombia, Centroamérica y otras, principalmente bajo condiciones de cultivo al aire libre tanto postrado como conducido. Muy buena cobertura foliar, de alta capacidad de cuaje de frutos. Recomendado para verano y otoño.	Media	Roma oval	Hongos [*Verticillium dahliae* (raza 1), *Fusarium oxysporum fsp. radicis lycopersici* (razas 1, 2 y 3)], Bacteriosis [*Pseudomonas syringae* p5. tomate (raza 0)]; virosis [TSWV virus del bronceado del tomate (TSWV), virus del enroscamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV)].

11 Días después del trasplante
12 Variedad de tomate italiana que, generalmente en forma de óvalo. Se le utiliza mucho en salsas, así como cortado en rodajas para ensaladas

Variedad (Semillera)	Característica	Duración de ciclo (ddt[13])	Forma de Fruto	Resistencia/tolerancia
Alyenta F1 (GSN Semences)	Tomate híbrido alongado para producción a campo abierto. Hábito determinado. Planta compacta de tamaño medio, con inserción de pedicelo[14] y buena cobertura del fruto por el follaje.	Media a Temprana	Cilíndrica alargada 165 g	Hongos [*Verticillium spp.* (raza 1), *Fusarium spp.* (razas 1 y2)]; virosis [Virus mosaico del tomate (ToMV), Virus del enrollamiento amarillo de las hojas (TYLC)]
Nativo F1 (Harris Moran Seeds Co.)	Tomate híbrido determinado de excelente potencial de rendimiento y múltiple resistencia a enfermedades para producción a campo abierto como invernadero. Planta vigorosa con excelente cobertura	Temprana a media	Ovala-do-alarga-do 165 g	Hongos [*Fusarium spp.* (razas 0, 1 y 2), *Verticillium albo-atrom* (raza 0)]; hongos [*Verticillium dahliae* (raza 0)]; nematodos [(*Meloidogyne arenaria, Meloidogyne incógnita y Meloidogyne javanica*); virosis Virus del bronceado del tomate (TSWV)]
Perseo F1 (Harris Moran Seeds Co)	Tomate híbrido de crecimiento determinado que se destaca por su amplio paquete de resistencia, buen tamaño y calidad, uniformidad en forma y tamaño. Planta vigorosa con alto potencial de rendimien-to. Los frutos de esta variedad sorprenden por sus tamaños XL de excelente calidad, forma y uniformi-dad. Su planta es semi-abierta con buen vigor y alta producción de frutos, perfecto para la etapa interme-dia. Excelente para zonas infestadas con Fusarium 3, marchites manchada y/o TYLC5.	Intermedio	Roma	HR: hongos [*Fusarium oxysporum* (razas 0, 1 y 2), *Verticillium albo-atrom* (raza 0, V). *Verticillium dahliae* (raza 0), Bacteriosis [*Pseudomonas syringae*]; virosis [Virus del bronceado del tomarte (TSWV)
Toroty F1 (Harris Moran Seeds Co)	Tomate híbrido tipo saladette de crecimiento deter-minado, sobresale por su buen llenado de fruto y su firmeza, set concentrado, excelente vida de anaquel. Planta vigorosa con buena producción de frutos.	Intermedio	Oval/cua-drado Rojo inten-so	HR: hongos [*Fusarium oxysporum* (razas 0, 1 y 2), *Verticillium albo-atrom* (raza 0, V). *Verticillium dahliae* (raza 0), Bacteriosis [*Pseudomonas syringae*]; virosis [Virus del bronceado del tomarte (TSWV)
Negreno F1	Tomate híbrido semi determinado, mayor porcenta-je de fruto tamaño grande durante todo el ciclo del cultivo, planta compacta de vigor fuerte, los frutos presentan menos cracking y alta firmeza	Intermedio	Semiova-lado	Nemátodos [*Meloidogyne areanria, Meloidogyne incognita y Meloidogyne javanica]*; virosis Virus del bronceado del tomate (TSWV), Virus del mosaico del tomate (ToMV), Virus del enrollamiento amarillo de las hojas del tomate (TYLCV)

Fuente: (MDRyT, 2017), extraído de Harris Moran Seeds Co. http://www.semillasmexico.com/
* HR= Resistencia estándar o alta (high/standard resistance en inglés) ** IR= Resistencia intermedia o moderada (moderate/intermediate resistance en inglés)

13 Días después del trasplante
14 La extensión del tallo que sostiene las inflorescencias de las plantas, excepto los capítulos

2.2. Etapas fisiológicas del cultivo de tomate.

La fisiología del cultivo de tomate depende de cada etapa de desarrollo (etapas fenológicas), divididas en las siguientes fases:

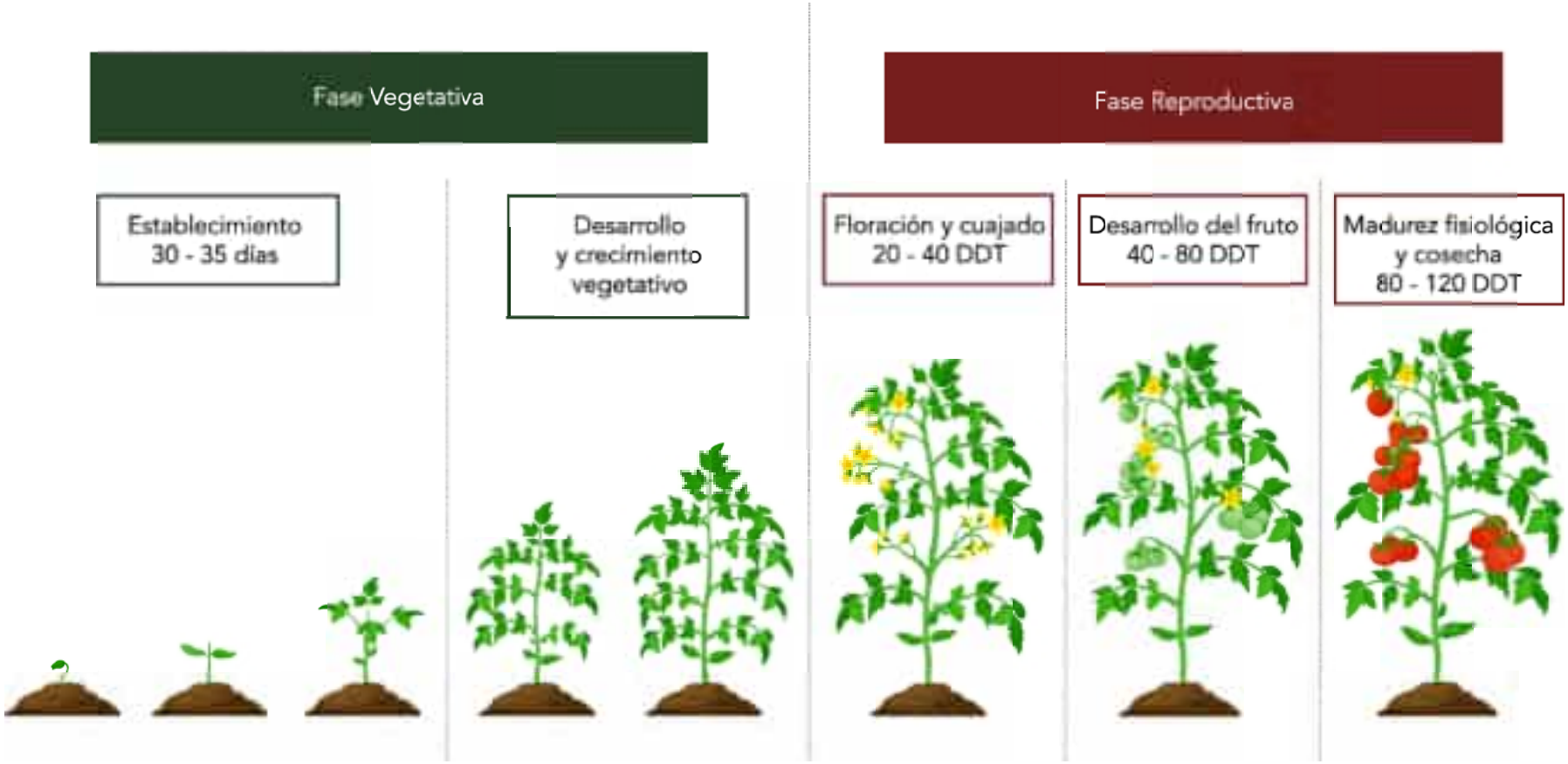
2.2.1. Fase vegetativa.

Se inicia desde la siembra en semillero o bandejas en cultivos protegidos altamente tecnificados y finaliza con la aparición del primer racimo floral. Se divide en dos etapas; la primera, desde la siembra hasta el trasplante; y la segunda, desde el establecimiento de la planta en campo definitivo hasta la aparición de la primera inflorescencia.

2.2.2. Fase reproductiva.

La fase reproductiva: se inicia desde la formación del botón floral (30 a 35 días después del trasplante), considera el llenado del fruto (60 días para el primer racimo) y la maduración o cosecha. En esta fase se consideran tres etapas: 1- Floración y cuaja: Empiezan alrededor de 20 - 40 días después del trasplante (dependiendo de la variedad, las condiciones medioambientales y el manejo del cultivo) y continúan durante el resto del ciclo de crecimiento. 2- Desarrollo del fruto: La fruta empieza a desarrollarse y a crecer acumulando en este periodo la mayor cantidad de materia seca a un ritmo relativamente estable. 3- Madurez fisiológica y cosecha: La madurez de la fruta se logra entre 80 a 120 días después del trasplante.

Imagen II.1. Fases fenológicas del cultivo de tomate



Fuente: Cámara de Comercio de Bogotá, 2015

2.3. Sistemas de reproducción de tomate en Bolivia.

En Bolivia pueden distinguirse tres sistemas de producción de tomate: a campo abierto, en invernadero y de producción familiar o de pequeña escala (sistema familiar, huertos, invernaderos rústicos)[15] destinado a la seguridad alimentaria. Cada uno de ellos tiene características diferentes y problemas similares y/o particulares de cada sistema. A continuación, se resumen sus características, problemas, limitantes y las soluciones disponibles (Tabla II.2.).

15 En el Altiplano de Bolivia, a una altitud entre 3.800 y 4.600 m.s.n.m., el clima se caracteriza por días calurosos y noches heladas, vientos fuertes y escasez de agua. Esto hace imposible mantener vivos ciertos cultivos en campo abierto. Antiguamente el clima sólo permitía cultivar quinua, papas, habas y cebada, cultivos que soportan los cambios bruscos de temperatura. Los invernaderos subterráneos, llamados "sayaris" y "walipinis", crean un espacio propicio de suaves temperaturas constantes, ideal para la agroecología. Desde hace tres décadas en las tierras altas de Bolivia se introdujo los métodos de cultivo familiar cooperante suizo, Peter Iseli, con financiación europea y con la misión de hacer esa región más próspera. Iseli buscó la forma de volver productiva la tierra árida y creó los huertos subterráneos que en su interior tienen temperatura adecuada para sembrar hortalizas y frutas durante todo el año. Con los sayaris y walipinis también se pueden cultivar vegetales y hortalizas de hoja verde que tradicionalmente no forman parte de la dieta del Altiplano.

Qr # 2.1

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.2

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.3

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Tabla II.2: Sistemas de producción del tomate en Bolivia:

Características	Sistema campo abierto	Sistema de agricultura protegida[16],[17],[18]	Sistema familiar[19]: huertos, invernaderos rústicos
Mapa de lugares	Zonas altamente productivas y zonas de baja producción. Estas zonas difieren, básicamente, por las diferentes condiciones meteorológicas, ambientales, la altitud y la aptitud de los suelos. Los valles mesotérmicos de Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz son, sin duda, las regiones que abastecen el 77% de la producción nacional. Otras zonas importantes son los valles interandinos de La Paz, Potosí, Chuquisaca, Cochabamba y Tarija, que aportan el 20% de la producción; y el 3% corresponde a las tierras bajas de Santa Cruz, Beni, Pando, al Norte y el Altiplano de La Paz y Oruro.	Existe un grupo reducido de productores individuales empresas que cultivan tomate durante todo el año y obtienen una calidad superior al resto de las zonas, en sistemas de agricultura protegida) Este grupo produce en sistemas protegidos (invernaderos) mayormente construidos con material local y cubiertos de agro film, plástico o malla semi sombra. La mayor cantidad de estos productores se encuentran en el Valle Bajo de Cochabamba, Valle Central de Tarija, Yotala y Río Chico en Sucre y, Palca y Achocalla en La Paz. En los últimos dos años, se conoce de inversionistas en el altiplano (Orquídea andina y Jorochito en Santa Cruz) que han implementado infraestructuras de alta tecnología con material importado	Dentro de las estrategias de seguridad alimentaria y producción familiar, diversas iniciativas han incentivado la producción de tomate en áreas no tradicionales, como el altiplano y valles altos de Bolivia. Los materiales de construcción son adobe, fierro y agro film. Se aprovecha el agua para riego del sistema de agua potable de las pequeñas asociaciones y agua domiciliaria. Las variedades y tecnología básica son proporcionadas por instancias públicas y ONGs con financiamiento externo. Los excedentes son comercializados en ferias locales y en algunos casos por la pandemia han llegado a las ciudades con "canastas ecológicas" con la ayuda de proyectos. La fertilidad de los suelos se constituye en su principal limitante y el reemplazo de agro film una vez que se envejece.
Rendimiento potencial	70 a 120 (t/ha), híbridos destinados a consumo de mesa especialmente	80 a 160 (t/ha) mayormente indeterminadas	50 (t/ha)
Rendimiento comercial	Por problemas de enfermedades y plagas el productor logra comercializar de 60 a 105 (t/ha). Por estos problemas la variedad no logra expresar su real potencial.	80 a 150 (t/ha) Por problemas de enfermedades, plagas y fertilización	18 a 30 (t/ha) Problemas de fertilidad y agua
Estacionalidad	En los valles mesotérmicos de Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz la producción de tomate es todo el año.	Ciclo de cinco a seis meses, dos cosechas por semana en variedades indeterminadas. En invernaderos más tecnificados la producción es todo el año.	Tres meses consecutivos de cosecha con variedades determinadas, una a dos cosechas por mes. La producción se intercala con otros cultivos hortícolas.
Épocas de siembra y cosecha	En los valles mesotérmicos de Cochabamba, Chuquisaca y Santa Cruz la producción de tomate es todo el año.	El período de agosto a noviembre, mayo y junio en las resistentes a heladas. En invernaderos más tecnificados la producción es todo el año.	El período entre agosto y diciembre.
¿Quiénes producen?	Agricultores, técnicos, personas que no se dedican a la agricultura para generar ingresos extra.	Agricultores y técnicos.	Agricultores, técnicos, personas que no se dedican a la agricultura para generar ingresos extra.

16 Este se refiere a sistemas de producción con invernaderos sobre el suelo, no necesariamente responden a la realidad climatológica de las grandes alturas del Altiplano como el Sayarí, y es un sistema que no siempre funciona con mano de obra familiar, algunos son inversiones comerciales de mediana o gran escala comercial.
17 (FAO, 2016)
18 (Crespo, M., 2010)
19 Villarroel, B. 2011.

Características	Sistema campo abierto	Sistema de agricultura protegida[20],[21],[22]	Sistema familiar[23]: huertos, invernaderos rústicos
Características de la tecnificación y la producción: riego, mano de obra, mecanización, insumos químicos (insecticidas, herbicidas, fertilizantes, fungicidas y bioinsumos)	Preparación puede ser mecanizada, de tracción animal y/o manual. Incorporación de materia orgánica animal. Riego es por surco y/o por goteo Semilla híbrida y/o producida por el agricultor; variedades de crecimiento determinado e indeterminado. Excepto Tarija que está empezando a utilizar variedades indeterminadas, Fruta forma tipo pera o manzana; Fertilizantes, Fungicidas e insecticidas químicos Preparación mecanizada, Poca incorporación de materia orgánica animal. Riego predominante por goteo, y en menor escala por gravedad. Semilla híbrida, escasos productores producen la semilla. Variedades de crecimiento determinado y semi-indeterminado. La mayoría de productores cultivan tipo pera, muy pocos cultivan tipo manzana. Fertilizantes, Fungicidas e insecticidas de origen sintético. Uso de feromonas para polilla (*Tuta absoluta*) del tomate. Monitoreo y control en pequeña escala.	Preparación es manual y/o motocultor, en camellones con y sin plástico. Incorporación de materia orgánica y guanos de animales en cada campaña. Semilla híbrida, de preferencia redondo, aunque también existe el pera. Variedades de crecimiento indeterminado y semi-indeterminado. Riego por goteo con fertilización en tanques (similar a la hidroponía). Fertilizantes, fungicidas e insecticidas sintéticos. Uso de feromonas para polilla (monitoreo) y trampas amarillas para mosca blanca.	Son pequeñas superficies, tienden a utilizar productos ecológicos y/o bioinsumos. Compran las plantas, pueden ser redondas o alargadas. La preparación del suelo es manual. Riego por surco o por goteo. Bajo uso de plaguicidas en general. Uso de feromonas para bajar poblaciones de polilla. Fertilización con materia orgánica animal.
Variedades ciclo y abastecimiento	Variedades OPV mejoradas e híbridas. La semilla es producida en el mercado local, o de representantes de Empresas internacionales como Enza Zadden, Bejjo, etc. variedades tradicionales como Río Fuego o Río Grande; aunque se conoce que se están comercializando variedades argentinas, brasileras, chilenas y de los Estados Unidos de América. La compra de semilla es de representantes de transnacionales como Enza Zadden, Bejjo, etc. variedades indeterminadas y semi indeterminadas. Estas son de diverso origen: Holanda, Israelitas, China, Argentina, Brasil, Chile y Estados Unidos de América. Las variedades más difundidas son: Perseo. Toroty, Lia, Nativo, Negreno, Erika,	La compra de semilla es de transnacionales como Enza Zadden, Bejjo, etc. variedades indeterminadas y semi indeterminadas. Estas son de origen holandés Israelita, Chino, Argentino, Brasileña, Chilena y Estados Unidos de América.	La compra original es similar a los de campo abierto al inicio, después producen su propia semilla, en algunos casos adquieren plántulas listas para trasplante

20 Este se refiere a sistemas de producción con invernaderos sobre el suelo, no necesariamente responden a la realidad climatológica de las grandes alturas del Altiplano como el Sayarí, y es un sistema que no siempre funciona con mano de obra familiar, algunos son inversiones comerciales de mediana o gran escala comercial.
21 (FAO, 2016)
22 (Crespo, M., 2010)
23 Villarroel, B. 2011.

Características	Sistema campo abierto	Sistema de agricultura protegida[24],[25],[26]	Sistema familiar[27]: huertos, invernaderos rústicos
Abastecimiento de plántulas	De almacigueras en sustrato esterilizado, ellos también pueden cultivar sus plantas en almacigueras de piso y o bandejas. Los que producen sus propias plántulas no esterilizan el suelo, por lo tanto, pueden tener enfermedades de suelo (hongos y bacterias) y también nemátodos. Mínimamente un 95% de los productores de estas zonas se abastecen de plántulas de tomate de las plantineras	De plantineras (suelo estéril). Una mayoría producen sus propias plantas en bandejas. Al ser superficies pequeñas desinfestan sus sustratos por diferentes métodos: calor, formol e hipoclorito.	De plántineras (suelo estéril), Una mayoría produce sus propias plantas en almacigueras de piso y o bandejas.
Limitantes en la producción de plántulas	Damping off (*Fusarium spp., Rhizoctonia* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., etc.) *Clavibacter michiganensis* (cáncer bacteriano de la semilla) Nemátodos en suelo Insectos TSWV	Damping off (*Fusarium spp., Rhizoctonia spp., Phytophthora spp., Pythium spp.*, etc.) *Clavibacter michiganensis.* (semilla) Nematodos en suelo Insectos TSWV	Damping off (*Fusarium spp., Rhizoctonia* spp., *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., etc.) *Clavibacter michiganensis.* (semilla) Nematodos en suelo Insectos TSWV
Soluciones convencionales	Uso de plántulas Aplicación de desinfectantes químicos a la semilla. Aplicación de fungicidas e insecticidas. En el caso de nematodos. muchas veces se utilizan productos que no son recomendables en el manejo Ej. Carbofuradán (etiqueta roja).	Uso de plántulas y/o hacen sus propias plantas Aplicación de desinfectantes químicos a la semilla. Aplicación de fungicidas e insecticidas. En el caso de nematodos, muchas veces se utilizan productos que no son recomendables en el manejo Ej. Carbofuradán (etiqueta roja).	Uso de plántulas y/o hacen sus propias plantas. Algunos usan productos sintéticos de preferencia etiqueta verde
Soluciones Agroecológicas	Uso de bioinsumos en base a *Trichoderma* (supresor de enfermedades de suelo) y/o *Bacillus thuringiensis*[28]., (bioinsecticida para el control de insectos del grupo lepidóptero).	Uso de bioinsumos en base a *Trichoderma* (supresor de enfermedades de suelo) y/o *Bacillus thruringiensis*, (bioinsecticida para el control de insectos del grupo lepidóptero).	Tratamiento a la semilla con jabón o ceniza. Aplicación de eco fungicidas y eco insecticidas[29]. Uso de bioinsumos en base a *Trichoderma* spp. (supresor de enfermedades de suelo)
Limitantes en el área foliar (filósfera)	Enfermedades fungosas (tizón, alternariosis, oidiosis, moho gris, fumagina), bacterianas (*Pseudomonas, Xanthomonas* spp./, *Ralstonia* spp. *y Clavibacter* spp.), insectiles (polilla, mosca blanca, pulgones y trips), virales (geminivirus, potyvirus, tospovirus, potexvirus, etc.) y de suelo como nematodos (principalmente Meloidogyne incognita)	Enfermedades fungosas con menor frecuencia (tizón, alternariosis, fumagina) lo más frecuente son oidiosis, moho gris, bacterianas (*Pseudomonas* spp., *Xanthomonas spp. y Clavibacter spp.*), insectiles (polilla, mosca blanca, pulgones y trips), virales (*geminivirus, potyvirus, tospovirus, potexvirus*, etc.) y de suelo como nematodos (principalmente *Meloidogyne incognita*).	Enfermedades fungosas (tizón, alternariosis, oidiosis, moho gris, fumagina), bacterianas (*Pseudomonas spp., Xanthomonas spp. y Clavibacter* spp.), insectiles (polilla, mosca blanca, pulgones y trips), virales (geminivirus, potyvirus, tospovirus, potexvirus, etc.) y de suelo como nematodos (principalmente *Meloidogyne incognita*)

24 Este se refiere a sistemas de producción con invernaderos sobre el suelo, no necesariamente responden a la realidad climatológica de las grandes alturas del Altiplano como el Sayarí, y es un sistema que no siempre funciona con mano de obra familiar, algunos son inversiones comerciales de mediana o gran escala comercial.
25 (FAO, 2016)
26 (Crespo, M., 2010)
27 Villarroel, B. 2011.
28 Gracias a estas proteínas *Bacillus thuringiensis* presenta toxicidad contra larvas de insectos-plaga de los órdenes Lepidóptera, Coleóptera y Díptera, entre otros.
29 A base de Clorotalonil: Tetracloroisoftalonitrilo

Características	Sistema campo abierto	Sistema de agricultura protegida[30,31,32]	Sistema familiar[33]: huertos, invernaderos rústicos
Soluciones convencionales	Uso de plaguicidas: fungicidas, insecticidas químicos, productos de etiqueta verde, azul y amarillo. Lo usan en mezclas de dos a cuatro productos para asegurarse el control	Uso de plaguicidas: fungicidas, insecticidas de origen sintético. Productos de etiqueta verde, azul y amarillo. Mezcla de un fungicida con un insecticida.	Uso de plaguicidas: fungicidas, insecticidas químicos de etiqueta verde, azul y amarillo. Mezcla de un fungicida con un insecticida
Soluciones Agroecológicas	El uso es reducido porque por lo general, los productores están acostumbrados al uso de plaguicidas químicos. Algunos usan bioles[34], eco insecticidas[35] y eco fungicidas que existe en el mercado. Algunos compran bioinsisumos: Serenade[36], Bacterial mix[37] u otros en base a microorganismos	Uso de bioles, eco insecticidas y eco fungicidas. Existe en mercado jabón potásico u otros productos. Ellos también pueden elaborar sus propios biofungicidas sulfocálcicos[38], caldo bordelés[39] u otros en base a plantas (macerados, extractos acuosos y algunos hidroalcohólicos). Compra de algunos bioinsumos: Serenade, Bacterial mix u otros en base a microorganismos.	Uso de bioles, eco insecticidas y eco fungicidas. Existe en mercado jabón potásico, ellos elaboran sus propios biofungicidas sulfocálcicos, caldo bordelés u otros en base a plantas (macerados, extractos acuosos y algunos hidroalcólicos) Compra de algunos bioinsumos: Serenade, Bacterial mix u otros en base a microorganismos
Problemas en fruto	Manchas necróticas, manchas cloróticas, deformación, anillos concéntricos, maduración irregular y las galerías realizadas por polilla	Manchas necróticas, manchas cloróticas, deformación, anillos concéntricos, maduración irregular y las galerías realizadas por polilla.	Manchas necróticas, manchas cloróticas, deformación, anillos concéntricos, maduración irregular y las galerías realizadas por polilla
Soluciones convencionales	Los mismos que se utiliza en follaje, previenen los síntomas si se aplica en el momento oportuno (Preventivo) caso contrario el productor tendrá pérdidas por los daños que afectan a la calidad del producto.	Los mismos que se utiliza en follaje, previenen los síntomas si se aplica en el momento oportuno (Preventivo) caso contrario el productor tendrá pérdidas por los daños que afectan a la calidad del producto.	Los mismos que se utiliza en follaje, previenen los síntomas si se aplica en el momento oportuno (Preventivo) caso contrario el productor tendrá pérdidas por los daños que afectan a la calidad del producto.
Soluciones Agroecológicas	Para prevenir se debe realizar un manejo preventivo con bioinsumos, los productos utilizados son biofungicidas, bioinsecticidas y biofertilizantes para aplicación en follaje.	Para prevenir se debe realizar un manejo preventivo con bioinsumos, los productos utilizados son biofungicidas, bioinsecticidas y biofertilizantes para aplicación en follaje.	Para prevenir se debe realizar un manejo preventivo con bioinsumos, los productos utilizados son biofungicidas, bioinsecticidas y biofertilizantes para aplicación en follaje.
Destino de la producción	Mercado convencional, ferias de barrio, en menor volumen a supermercados	Una gran parte a supermercados o tiendas agroecológicas, urbanizaciones y otros barrios particulares. El excedente a mercado convencional.	Venden en ferias agroecológicas zonales, tiendas agroecológicas. El excedente a mercado convencional.

Fuente: elaboración propia en base a observaciones de campo

30 Este se refiere a sistemas de producción con invernaderos sobre el suelo, no necesariamente responden a la realidad climatológica de las grandes alturas del Altiplano como el Sayarí, y es un sistema que no siempre funciona con mano de obra familiar, algunos son inversiones comerciales de mediana o gran escala comercial.
31 (FAO, 2016)
32 (Crespo, M., 2010)
33 Villarroel, B. 2011.
34 Los bioles son abonos de tipo foliar orgánico, resultado de un proceso de digestión anaeróbica de restos orgánicos de animales y vegetales. Son ricos en fitohormonas, un componente que mejora la germinación de las semillas, fortalece las raíces y la floración de las plantas.
35 Los bioinsecticidas ayudan a mejorar la calidad y el rendimiento de las cosechas, proporcionando una protección natural para los cultivos. En programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP), la inclusión de bioinsecticidas en rotación con productos químicos contribuye a disminuir los niveles de residuos en los alimentos.
36 Serenade® Max es un producto de origen natural a base de Bacillus subtilis cepa QST 713, formulado como polvo mojable, para el control de enfermedades
37 Bacterial Mix es un regulador de crecimiento (produce hormonas de crecimiento A/A), combina funciones de diferentes especies de Bacillus obteniendo un producto con cualidades de biocontrolador de amplio espectro para patrones foliares.
38 El biofungicida sulfocálcico es una lechada de cal $Ca(OH)_2$, reacciona con el azufre elemental "S", para dar un "cal de azufre" que se ha utilizado como fungicida (control de hongos). El ingrediente activo es Sulfuro de Calcio, (CENTA).
39 Caldo bordelés es una solución, cuyos ingredientes son sulfato de cobre y cal hidratada y agua, es utilizada desde tiempos antiguos para controlar patógenos y algunas plagas insectiles, ya que actúa como un excelente fungicida, acaricida.

2.4. Control de plagas insectiles y enfermedades.

El uso de productos para el control de plagas insectiles y enfermedades es ampliamente difundido e intensivo según el sistema de producción que se utilice. En las tablas siguientes se detallan los productos químicos y biológicos disponibles en Bolivia para el control de plagas y enfermedades. Esta información es muy importante para el capítulo de manejo de cultivo que se describe a continuación y para "prolongar" la vida efectiva de los productos químicos que, al no ser utilizados en forma correcta y rotación adecuada de moléculas, provocan el desarrollo de resistencia de las plagas y enfermedades al producto en cortos períodos de tiempo. La información a continuación sirve de referencia para recomendaciones de rotación de moléculas y la combinación de productos químicos y biológicos.

Tabla II.3: Agroquímicos para el control de plagas en la producción de Tomate, dosis y procedencia.

Problema	Producto comercial[40]	Molécula	Dosis por hectárea: recomendada, aplicada	Procedencia
Trips, *(Frankliniella schultzei, F. occidentalis, Thrips tabaci)*	ACEORID ADVISE	Acetamiprid, Imidacloprid.	60 – 70 g/ha 350 cc/ha	China, Uruguay China
Mosca blanca, insecto trasmisor de virus *(Bemisia tabaci, Trialeurodes vaporariorum.)*	HOOK IMIDAP	Buprofezin, Imidacloprid	0.5 -0.6 kg/ha 100 -120 ml/ha	Perú, China China
Perforador del fruto insecto (Neoleucinodes elegantalis)	PYRINEX ACTARA ENGEO	Clorpirifos, Thiamethoxan Thiamethoxan+ Lambdacihalothrin	0.8-1.2 l/ha 20-30 g/ha 200-300 cc/ha	Colombia, Israel Estados Unidos Estados Unidos, Brasil
Polilla del tomate *(Tuta absoluta)*	FASTAC SUNFIRE BELT LUXOR ALVERDE RIMON TRACER NOMOLT ENGEO INTREPID EXALT NOVO NAVAJO	Alphacypermethrin Clorfenapir, Flubendiamide Lufenuron Metaflumizone Novaluron, Spinosad Teflubenzuron, Thiamethoxan+ Lambdacihalothrin Methoxyfenozide Spinetoram Emamectin benzoate Chlorantraniliprole	175-200 CC/HA 0.8-1 l/ha 50-60 ml/ha 200-250 cc/ha 100-120 cc/ha 50-100 cc/ha 50-60 cc/ha 150-175 cc/ha 200-300 cc/ha	Brasil Brasil Colombia, Brasil China Francia, Brasil Israel Estados Unidos Francia, Brasil Estados Unidos, Brasil
Ácaros es un arácnido muy pequeño *(Tetranychus urticae, Polyphagotarsonemus latus)*	Acaricida VERTIMEC	Abamentin	40 cc/ha	Estados Unidos

40 APIA, 2021

Problema	Producto comercial[41]	Molécula	Dosis por hectárea: recomendada, aplicada	Procedencia
Pulgón áfido insecto chupador que transmite virus *(Myzus persicae, Aphis gossypii, Aulacorthum solani)*	Insecticidas sistémicos, por contacto o ingestión ACTARA CONNECT	Thiamethoxan Imidacloprid	20-30 g/ha 400-750 cc/ha	Estados Unidos Argentina, Brasil Estados Unidos

Tabla II.4: Agroquímicos para el control de enfermedades en la producción de Tomate.

Problema	Producto comercial	Molécula	Dosis por hectárea
BACTERIOSIS combate con bactericidas *Xanthomonas* spp.	KASUMIN	Kasugamicina	35 cc
	CORAZA	Dimethomorph + Mancozeb	200 g
	CURATHANE	Cymoxanil + Mancozeb	100 g
	KUMULUS	Azufre	45 g
	ARPA	Kasugamicina	80 cc
	BRAVONIL	Clorotalonil	100 cc
	COBRETHANE	Oxicloruro de cobre + Mancozeb	200 g
	DEFENDER	Kresoxim methyl	150 cc
	DITHANE	mancozeb	100 g
	CARBENDAZIN	Carbendazim	60 g
	INFINITO	Fluopicolide + Propamocarb	50 cc
	TILT	Propiconazol	15 cc
	FUNGOBACT	Estreptomicina + Oxitetraciclina	40 g

41 APIA, 2021

PASMO AMARILLO O TIZÓN TEMPRANO hongo, tizón se combate con fungicidas *(Alternaria* spp.*)*	COBRETHANE	Oxicloruro de cobre + Mancozeb	200 g
	KASUMIN	Kasugamicina	35 cc
	CORAZA	Dimethomorph + Mancozeb	200 g
	ARPA	Kasugamicina	80 cc
	DEFENDER	Kresoxim methyl	150 cc
	CARBENDAZIN	Carbendazim	60 g
	SERENADE	Basillus subtillis	100 cc
	PRIORI XTRA	Azoxistrobina + Ciproconazol	20 cc
	TASPA	Propiconazol + Difenoconazol	10 CC
PASMO NEGRO[42] hongo se combate con fungicida *(Phytophthora infestans)*	BRAVONIL	Clorotalonil	100 cc
	CORAZA	Dimethomorph + Mancozeb	200 g
	CURATHANE	Cymoxanil + Mancozeb	100 g
	DITHANE	mancozeb	100 g
	DEFENDER	Kresoxim methyl	150 cc
	METAMAN	Metalaxil + mancozeb	200 g
	KUMULUS	Azufre	45 g
	CONCENTO	Fenamidone + Propamocarb	150 g
	OPERA	Pyraclostrobin + Epoxiconazol	50 cc
	CABRIOTOP	Metiram + Pyraclostrobin	150 cc
	BELLIS	Boscalid + Pyraclostrobin	40 cc
	ACROBAT	Dimetomorf + Mancozeb	100 g
	AMISTAR TOP	Azoxistrobina + Difenoconazole	20 cc
	RIDOMIL	Metalaxil + mancozeb	200 g

42 (Fernandez-Northcote. E.N., Navia, O., y Gandarillas, A. 2000)

Problema	Producto comercial	Molécula	Dosis por hectárea
PESTE NEGRA virus TSWV transmitido por trips, el control temprano de trips es clave, sino otras estrategias integradas	COBRETHANE	Oxicloruro de cobre + Mancozeb	200 g
	HELMISTIN	Carbendazim	100 g
	CARBENDAZIN	Carbendazim	100 cc
	RIDOMIL	Metalaxil + mancozeb	150 g
OIDIO hongo, se combate con fungicida *(Erysiphales* spp.*)*	KUMULUS	Azufre	100 g
	CABRIO TOP	Metiram + Pyraclostrobin	100 g
	COBRETHANE	Oxicloruro de cobre + Mancozeb	150 g
	AMISTAR TOP	Azoxistrobina + Difenoconazole	20 cc
	PRIORI XTRA	Azoxistrobina + Ciproconazol	20 cc
	KASUGAMICIDA	Kasugamicina	100 cc
	TASPA	Propiconazol + Difenoconazol	10 cc
	ANTRACOL	PROPINEB	100 g
FUSARIOSIS hongo se combate con fungicida *(Fusarium* spp.*)*	HELMISTIN	Carbendazim	100 cc
	ACRONIS	Pyraclostrobin + Tiofanato metil	50 g

En Bolivia, en los últimos años han surgido alternativas al uso de plaguicidas químicos, para el control de plagas y enfermedades de diferentes cultivos llamadas bioinsumos. Los bioinsumos son sustancias, agentes biológicos o mezcla de éstos, de origen natural, que se aplican sobre plantas, semillas, suelo o sustrato para favorecer la productividad, calidad y salud de las plantas, suelos y/o sustratos.

Pueden tratarse de microorganismos, macroorganismos, extractos biológicos o biomoléculas naturales y sus equivalentes.

Tabla II.5: Bioinsumos para el control de plagas en la producción de Tomate, dosis y marca.

Problema	Producto comercial	Activo	Dosis por hectárea	Procedencia/ marca
Trips	BIOMAX	Extracto *Sophora flavescens*	500 – 700 cc	Fundación PROINPA
	BAUMET	*Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae*	100 -200 g	Fundación PROINPA
Mosca blanca	BIOMAX	Extracto *Sophora flavescens*	500 – 700 cc	Fundación PROINPA
	ISARIA	*Isaria fumosoroseus*	100 - 200 g	Fundación PROINPA
Perforador del fruto	BIOMAX	Extracto *Sophora flavescens*	500 – 700 cc	Fundación PROINPA
	NOMUREA	*Metarhizium rileyi, Bacillus thuringiensis*	100 - 200 g	Fundación PROINPA
Polilla del tomate	BIOMAX	Extracto *Sophora flavescens*	500 – 700 cc	Fundación PROINPA
	NOMUREA	*Metarhizium rileyi, Bacillus thuringiensis*	100 - 200 g	Fundación PROINPA
Pulgones	BIOMAX	Extracto *Sophora flavescens*	500 – 700 cc	Fundación PROINPA
	BAUMET PROBIOMET PROBIOMASS	*Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae*	100 - 200 g 500 cc/ha 500 a 700 cc/ha	Fundación PROINPA PROBIOMA PROBIOMA

Problema	Producto comercial	Activo	Dosis por hectárea	Procedencia/ marca
Ácaros	ACARITOP BIOSULFOCAL	Sulfo cálcico, capsaicina Sulfocalcico	2 - 3 l. 5 l/ha	Fundación PROINPA PROBIOMA
Cochinilla	ACARITOP BIOSULFOCAL	Sulfo cálcico, capsaicina Sulfocalsico	2 - 3 l. 5 l/ha	Fundación PROINPA PROBIOMA

Fuente: PROINPA.

Tabla II.6: Bioinsumos para el control de enfermedades en la producción de Tomate, dosis y origen (fabricante).

Problema	Producto comercial	Activo	Dosis por hectárea	Procedencia/marca
Damping off	TRICOBAL	*Trichoderma harzianum, Trichodema konigiopsis, Bacillus subtilis*[43] *Bacillus amyloliquefaciens*	1 kg / ha	Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia
	TRICOBAL-L	*Trichoderma harzianum, Trichodema konigiopsis, Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefaciens*	200 cc / 100 kg de semilla	Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia
	TRICHOUMSS	*Trichoderma*		
	TRICHODAM	*Trichoderma harzianum*	65 g /100 kg de semilla	PROBIOTEC, Santa Cruz, Bolivia
	TRICOTOP PLUS	*Trichoderma harzianum*	250 cc / 500 kg de semilla	Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia
	TRIHARZ	*Trichoderma harzianum*	450 g /ha	ORIUS BIOTECH, Santa Cruz, Bolivia
	ECOTRICH	*Trichoderma harzianum*	500 a 600 g / 1000 kg de semilla	AGROPOINT, ORIGEN BRASIL
	FUNGIGRASP WP	*Trichoderma harzianum*	10g / 100 kg de semilla	DVA, Colombia
	RIZODERMA	*Trichoderma harzianum cepa TH2*	200 a 400 ml/100kg de semilla	Rizobacter, Argentina
	TRICOTIC	*Trichoderma harzianum*	100 g / 50 kg de semilla	Agrodiagnostic, Ecuador
	Ecobacillus	*Bacillus subtilis, Bacillus pumilus*	500 cc / 2000 kg de semilla	Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia
	Integral	*Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefaciens*	9 ml / 100 kg de semilla	BASF
	VALIENTE	*Trichoderma harzianum*	75 - 100 - 150 ml / ha	Biodefense, Santa Cruz Bolivia
Enfermedades foliares: oidiosis, bacterias y virus	Bacterial Mix[44]	*Bacillus subtilis, B. amyloliquefaciens, B. pumilus, B. laterosporus, B. megaterium, B. licheniformis*	2 L/ha	Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia
	BreviBac	*Bacillus subtilis*	1 a 1.5 Kg/ha	AgryBen, Santa Cruz, Bolivia
	Serenade ASO	*Bacillus subtilis cepa QST 713*	1.5 a 2 L/ha	Bayer, México

Fuente: Elaboración propia en base a registros de PROINPA y observaciones de campo

43 (Hashem A, Tabassum B, and Fathi Abd Allah E. 2019)
44 (Bochow, H., et al. 2001)

2.5. Manejo integrado del cultivo.

La producción de tomate requiere de una serie de prácticas y técnicas de cultivo para obtener abundantes frutos que cumplan con las exigencias del mercado. Dependiendo del sistema de producción, algunas prácticas son específicas, lo que induce a que los productores se vayan especializando en un sistema de producción. Por ejemplo, el uso de variedades de crecimiento indeterminado es típico del sistema de producción bajo invernadero, en tanto que el uso de variedades de crecimiento determinado es típico del sistema de producción a campo abierto.

Entre las recomendaciones para la producción sostenible del tomate se encuentran las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), definidas por el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e inocuidad alimentaria (SENASAG) como "Un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que se aplican a las diversas etapas de la producción agrícola para garantizar la producción de alimentos sanos e inocuos, orientadas al control de los peligros microbianos, químicos y físicos que podrían surgir en cualquier etapa de la producción primaria" (MDRyT, 2017).

Siguiendo el ciclo de producción del cultivo de tomate, las principales BPA recomendadas a productores de esta hortaliza son:

2.5.1. Producción de plantines.

Las BPA del cultivo del tomate empiezan con la calidad sanitaria y de uniformidad de los plantines, por lo que para la producción de plantines se recomienda realizar un almaciguero en bandejas de plástico. La densidad aproximada es de una semilla por cm^2 a una profundidad menor a un cm, ello requiere un riego diario suficiente y sin excesos, condiciones óptimas de luz, temperatura, fertilidad y humedad. Dependiendo de las zonas el periodo de producción de plantines toma entre uno y dos meses (Crespo et al 2010; MDRyT, 2017).

Qr # 2.4

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.5

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

2.5.2. Preparación del suelo.

A campo abierto

Labranza de conservación: que consiste en fomentar la actividad biótica en el suelo, la capacidad de retención de agua y la formación de materia orgánica; además de evitar la erosión.

Menor laboreo mantiene mejor las características benéficas naturales del suelo.

La racionalización del laboreo requiere considerar al suelo como un valioso recurso y debe basarse en un mejor conocimiento de los efectos de las labores sobre sus propiedades y sobre la producción de los cultivos. (MDRyT, 2017)

Bajo invernadero

Para evitar la presencia de enfermedades de tipo radicular y su manipulación durante el ciclo del cultivo, es importante desinfestar los

componentes del sustrato a utilizar. La desinfestación se puede realizar mediante la esterilización con vapor, la biofumigación y la solarización del suelo. (Crespo el al. 2010)

Qr # 2.6

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.7

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

2.5.3. Abonado.

Para mantener la fertilidad y la estructura del suelo se debe incorporar materia orgánica con debida anticipación al establecimiento del cultivo. Este aporte de materia orgánica puede realizarse mediante la incorporación de abonos verdes, ya sean invernales (cebada, centeno, avena) o estivales (sorgo, mijo, con o sin leguminosas), o estiércoles de aves, vacuno, caprino o cerdo previamente lavados y compostados. La aplicación de microorganismos benéficos como: micorrizas, *bacillus* y *trichoderma* sobre la materia orgánica incorporada al suelo permite mejores condiciones para su multiplicación y que estas entren en contacto con el cultivo. (MDRyT; 2017)

2.5.4. Trasplante.

Existen diversas recomendaciones respecto al mejor marco de plantación dependiendo de la variedad elegida, el tipo de poda, el arreglo

espacial (surco sencillo o doble), el tutorado y la fertilidad del suelo, las condiciones agroecológicas de la zona, la disposición y el tipo de riego, el nivel de mecanización de la cosecha, etc. En general, los espaciamientos menores con altas densidades de siembra, aumentan la competitividad por nutrientes, agua y luz y exigen mayor atención en relación con el manejo del cultivo (protección fitosanitaria, fertilización, tutorado y poda).

La población de plantas por unidad de área tiene mucha importancia en el rendimiento final del cultivo, debido a que cada planta produce aproximadamente unos 4 a 5 kg en tomate de cocina (tipo pera) de crecimiento determinado y de 6 a 8 kg en el tomate de ensalada (tipo manzana) de crecimiento indeterminado, considerando un manejo adecuado (Chemonics International Inc., 2008, citado en MDRyT; 2017).

A campo abierto

El trasplante puede ser manual, mecanizado (tractor) o semi-manual con el uso de herramientas que facilitan la operación y reducen en tiempo y mano de obra la labor de trasplante.

Se debe: evitar cubrir el tallo del plantín y mantener la misma profundidad que tenía en la bandeja; evitar horas de alta temperatura; aplicar productos fitosanitarios registrados en forma preventiva para controlar trips, mosca blanca; evitar el contacto directo del agua de riego con el cuello del tallo; verificar que la raíz quede derecha para promover un buen desarrollo en profundidad y contar con lavado y desinfección por parte del personal. (MDRyT; 2017).

Bajo invernadero

El trasplante se realiza cuando la plántula alcanza una altura promedio de 12 a 15 cm y un sistema radicular fuerte y bien formado. La densidad recomendada es de 60 cm entre hileras y 50 cm entre plantas. (Crespo el al. 2010).

2.5.5. Fertilización.

Fertilización edáfica

Es la aplicación al suelo de abonos químicos u orgánicos en estado sólido o líquido a fin de que las plantas los absorban a través de sus raíces. Para que este método sea efectivo, es clave la correcta ubicación del fertilizante puesto que, en gran parte, la baja productividad de los suelos se debe a una inadecuada aplicación de los mismos (MDRyT; 2017).

Fertilización foliar

Es la aplicación de fertilizantes líquidos o polvos solubles en agua a las partes aéreas de las plantas. Las hojas tienen la capacidad de asimilar sustancias nutritivas, y lo hacen en tres pasos: Penetración, absorción y traslocación. La fertilización foliar es efectiva cuando existen deficiencias de algunos elementos. Lo más común y frecuente es hacer aplicaciones foliares de nitrógeno, calcio, fósforo, potasio y algunos elementos menores (MDRyT; 2017).

En el programa de fertilización se deben considerar los siguientes aspectos (MDRyT; 2017):

- Tipo de cultivo.
- Necesidades nutricionales del cultivo.
- Características y nutrientes en el suelo.
- Contenido de nutrientes aportados por el fertilizante.
- Solubilidad del producto.
- Dosis y momento de aplicación.
- Realizar un análisis del suelo en laboratorio especializado, antes de la plantación o bien anualmente.
- Conocer el historial de manejo del mismo.

A campo abierto

Desde el momento del trasplante hasta la floración, la relación de fertilización de nitrógeno y potasio debe ser 1:1; cuando comienza el llenado de fruto, se requiere una cantidad mayor de potasio, ya que este elemento contribuye con la maduración y el llenado de frutos; la relación de estos nutrientes debe ser 1:2 o 1:3 (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata, & Rengifo, 2007, citado en MDRyT; 2017).

Bajo invernadero

Para obtener rendimientos altos y con buena calidad es necesario realizar una fertilización complementaria con macronutrientes (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre y magnesio) y micronutrientes (hierro, manganeso, cobre, zinc, y boro). Una forma de suministrar estos nutrientes es a través del riego por goteo (fertiirrigación). (Crespo et al. 2010).

2.5.6. Fertirrigación

Es la aplicación de fertilizantes disueltos en el agua de riego. La fertilización de base se realiza para equilibrar los niveles de nutrientes del suelo. Se recomienda aplicar dosis bajas de nitrógeno que inducen al desarrollo vegetativo sin producir toxicidad o quemazón de las plantas. (MDRyT; 2017).

Qr # 2.8

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

2.5.7. Riego, poda, tutorado y acolchado.

Riego

Se puede definir como la aplicación suficiente, oportuna, eficiente y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer el agua que las plantas han consumido durante un tiempo determinado. El propósito del riego es crear un ambiente adecuado en la zona radical para que las plantas rindan la máxima producción. Un buen riego no es el que "moja" uniformemente la superficie del suelo, sino aquel que moja adecuadamente el perfil del suelo donde se encuentra las raíces de las plantas.

Existen diversos sistemas que permiten la distribución del agua de riego al cultivo (gravedad, aspersión y goteo) y su uso depende de las condiciones de suelo, disponibilidad de agua (superficial o subterránea), clima, económicos y de la mano de obra.

El riego por aspersión no es recomendado para su uso en el cultivo de tomate debido a que genera elevada humedad en el follaje, y con ello condiciones ideales para el desarrollo y difusión de enfermedades fúngicas y bacterianas (MDRyT; 2017).

Qr # 2.9

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.10

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.11

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.12

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Poda

La poda de formación es imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza entre los 15 y 20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales que serán eliminados al igual que las hojas más viejas. Se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta, siendo recomendable las podas de 1 o 2 brazos. (Crespo et al. 2010).

Qr # 2.13

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Tutorado

El tutorado consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda para un crecimiento vertical, evitando que las hojas y frutos tengan contacto con el suelo. El tutorado en los invernaderos se construye poniendo en cada extremo del surco un poste de madera a una altura de 2.8 a 3 m. (Crespo et al. 2010).

Las ventajas del tutorado son (MDRyT; 2017):

- Favorece la aireación del cultivo
- Mejora el aprovechamiento de la radiación solar

- Facilita las labores culturales
- Evita daños mecánicos de la planta
- Facilita la cosecha de los frutos.
- Contribuye a mantener un buen estado sanitario de la planta, incidiendo finalmente en el rendimiento y calidad de la fruta.

El momento oportuno para realizar el tutorado está relacionado con la aparición del primer racimo floral (40-45 ddt), tanto en variedades determinadas como indeterminadas. En estados más avanzados de crecimiento se corre el riesgo de provocar daños mecánicos en la planta. (MDRyT; 2017).

Qr # 2.14

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Acolchado o Mulching

En el cultivo, tanto a campo abierto como en ambiente protegido o invernadero se suele recurrir al acolchado del suelo, que puede realizarse con material de origen orgánico o plástico (de preferencia biodegradable). Si bien su implementación es recomendable con un sistema de riego tecnificado por goteo, puede emplearse con riego por surcos, reduciendo el ancho de la cama de cultivo para facilitar que la infiltración del agua de riego humedezca el espacio interior de la cama cubierta con plástico (MDRyT; 2017).

Ventajas del uso de coberturas plásticas (MDRyT; 2017):

- Mantiene la humedad del suelo
- Regula la temperatura del suelo, favoreciendo la actividad microbiana eliminando los patógenos del suelo que no soportan altas temperaturas
- Mantiene la estructura del suelo, ya que el suelo protegido con cobertura no se compacta

- La película plástica que protege el suelo impide que el agua de riego se lave, lo que evita la lixiviación de los nutrientes, además su impermeabilidad impide la volatilización del nitrógeno y su pérdida.
- El crecimiento y desarrollo de hierbas dañinas debajo de la cobertura plástica depende de la capacidad de la cobertura para impedir el paso de la luz. Los plásticos opacos, generalmente de coloración oscura, no permiten el paso de la luz, lo que impide la función de fotosíntesis, esto hace que la vegetación espontánea no tenga condiciones para desarrollarse; igualmente, el incremento de las temperaturas también evita el crecimiento de las malezas.
- Como la planta constantemente tiene disponibilidad de agua, fertilizantes y temperaturas más favorables para sus necesidades, su ciclo tiende a ser más corto que los cultivos normales.

El acolchado es una de las principales prácticas para el control de malezas. En caso que nos se utilice esta práctica, se debe realizar el control de malezas mediante prácticas físicas o químicas, ya que las malezas pueden competir con el cultivo de tomate además de ser hospederas de insectos plaga y enfermedades. En el control físico se debe tener cuidado de desinfectar apropiadamente las herramientas para evitar propagar enfermedades.

Otra práctica importante para el control de malezas y el control de plagas y enfermedades es la rotación de cultivos, tanto a campo abierto como en invernadero, cuidando que la rotación sea con especies que no sirvan de hospederas de plagas y enfermedades que afectan al tomate.

2.5.8. Manejo integrado de plagas y enfermedades.

El cultivo del cultivo del tomate es atacado por una serie de enfermedades y de insectos plaga, que, de no ser controlados oportunamente, pueden afectar en 100% la producción y ocasionar pérdidas económicas significativas al productor.

A continuación, se hace mención general a las principales recomendaciones para prevenir y curar el ataque de enfermedades. Si el lector tiene interés de profundizar el conocimiento de las enfermedades y

de los insectos plaga de mayor incidencia, los autores recomiendan acceder a los siguientes documentos:

Manual técnico de producción de tomate con enfoque de buenas prácticas agrícolas. Publicado por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras el año 2017. El manual presenta las principales buenas prácticas agrícolas para la producción de tomate en campo abierto. https://drive.google.com/file/d/1a_SklshgDY2VBFcCE3V-BZ3gW05broAj/view?usp=sharing

El Manual del cultivo de tomate para pequeños productores de los Valles, de autoría de Villarroel, J. et al; y publicado al año 2011 por el Centro de Investigación Agrícola Tropical, presenta las principales prácticas para el cultivo a campo abierto en zonas de valles.
https://drive.google.com/file/d/1lDwz4Z0b8yBFsaZclpymYwUR-vU5Z-3DX/view?usp=sharing

La Guía para el Manejo del Cultivo de Tomate en Invernadero, publicada por la Fundación PROINPA el año 2010, es de autoría de Crespo, M. et al. La Guía describe las practicas que se recomiendan para el cultivo del tomate en invernadero, así como las recomendaciones para la construcción de un invernadero.
https://drive.google.com/file/d/1D_NsGX_MeeaLtIh0O10_4OVA-GfTLCZSd/view?usp=sharing

Qr # 2.15

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Principales recomendaciones para las estrategias de control de enfermedades (MDRyT, 2017 y Crespo, M. et al. 2010):

- Utilizar semillas y plantines sanos.
- Favorecer la rotación de cultivos diferentes a solanáceas.
- Desinfectar herramientas de campo para evitar propagación.

- Aplicar productos formulados a base de cobre como agente preventivo.
- Utilización de variedades tolerantes.
- Evitar excesos de agua de riego.
- Favorecer la ventilación en el lote para disminuir la humedad (evitar la formación de películas de agua sobre las plantas) y la temperatura del ambiente.
- Realizar las labores culturales con guantes desinfectados (no hacer deshojes, capado, etc. cuando las plantas están húmedas).
- Siempre ingresar a trabajar por las parcelas menos afectadas para terminar por las parcelas más comprometidas.
- Eliminar plantas enfermas y sacar las dos plantas vecinas.
- Eliminar los restos vegetales posteriores a las diferentes labores culturales realizadas y el rastrojo al finalizar el cultivo.

Manejo integrado de insectos plaga

Una primera etapa para implementar las medidas de manejo integrado, consiste en definir el método de monitoreo y el umbral económico en el cual se realizará el control. Para el monitoreo de la plaga se puede implementar el conteo directo de individuos por planta, para lo cual se debe muestrear inicialmente las plantas que están expuestas a los vientos predominantes o bien identificar los focos de ingreso de la plaga al cultivo (MDRyT, 2017 y Crespo, M. et al. 2010).

En cuanto a la instalación de trampas adhesivas, se recomienda láminas de polietileno color amarillo con un adhesivo y estas deben ser instaladas bajo los mismos conceptos del muestreo y además se deben considerar como un mecanismo de control muy eficiente a inicios del proceso de colonización por parte de la plaga. (MDRyT, 2017 y Crespo, M. et al. 2010).

El control físico funciona bien en cultivos bajo invernadero, mediante la instalación de mallas antiáfidos. El control biológico es limitado a una especie entomófaga Encarsia formosa, la cual se encuentra en forma natural en el medio, sin embargo, es muy afectada por las aplicaciones de pesticidas. Otro controlador, corresponde a un entomopatógeno *Verticillium lecanii*, el cual tiene un buen efecto supresor; sin embargo, se ve afectado por las aplicaciones normales de fungicidas. (MDRyT, 2017 y Crespo, M. et al. 2010).

En cuanto a las aplicaciones destinadas a adultos al follaje, existe una amplia oferta de productos que los controlan, siendo muy importante la eficiencia y la eficacia de las aplicaciones, en el sentido de llegar a los sitios donde está la plaga, volúmenes de agua, tipo de equipo de aplicación y uso de coadyuvantes (Escalona, Alvarado, Monardes, Urbina, & Martin, 2009; citado por MDRyT; 2017).

Es muy importante recolectar y destruir los frutos afectados, así como utilizar trampas de feromonas en el almácigo para detectar la presencia temprana de adultos. Se debe realizar monitoreo semanal de plagas y se debe observar con atención los síntomas de daños y la presencia de larvas en las hojas. Es necesaria la ventilación y circulación del aire para controlar la población de insectos plaga (MDRyT, 2017 y Crespo, M. et al. 2010).

Qr # 2.16

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.17

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.18

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.19

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.20

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.21

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

2.5.9. Cosecha y postcosecha.

Las prácticas de cosecha y postcosecha se describen mayor detalle en el capítulo 6, referido a la comercialización del tomate. A continuación, se presenta las recomendaciones generales para aplicar las BPA en la cosecha y postcosecha del tomate (MDRyT, 2017 y Crespo, M. et al. 2010):

a) Preparatoria

Antes de ingresar al terreno para recoger los frutos se deben cumplir las siguientes actividades:

- Limpieza de rastrojos o malas hierbas que se conviertan en focos de contaminación biológica.
- Desinfección de herramientas, materiales, cajas.
- Preparado del área de conservación o postcosecha.
- Capacitación del personal.
- Preparación de registros.
- Preparado de buenas prácticas de higiene (área de aseo del personal, baños, área de alimentos).

b) Recolección

Consiste en la labor de cosecha. Se debe realizar siguiendo las recomendaciones en cuanto al punto ideal de cosecha mencionado anteriormente y en función a la distancia del mercado.

Se recomienda:

- Emplear cajas, baldes e inclusive carretillas y evitar el uso de bolsas o sacos.
- Evitar causar daños por compresión y heridas en los frutos.
- Puede cortarse con el pedúnculo o sin él, dependiendo la exigencia del mercado.
- Colocar en las cajas o cajones cosecheros sin golpear o apretar y desde poca altura.
- Evitar el sobrellenado de los recipientes.
- Descartar los frutos muy inmaduros o sobre maduros, deformes, con daños, aquellos que hayan caído al suelo, para reducir la labor de selección en postcosecha.

- Reducir el manipuleo del fruto mejorará la calidad del mismo al momento de llegar al mercado.
- Limpieza diaria de recipientes de cosecha, cajones, equipo y utensilios o cada vez que se considere necesario.
- Contar con personal entrenado y que cumpla con las normas de higiene.
- Capacitación al personal y supervisión de las actividades para asegurar la calidad del producto cosechado.
- Realizar una limpieza del campo una vez finalizada la labor. Retirar del campo frutos descarte y rastrojos.

Qr # 2.22

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

c) Postcosecha

Las operaciones que tienen lugar en un área postcosecha incluyen algunas o todas de las siguientes etapas (MDRyT, 2017):

a) Recepción: A su llegada al área postcosecha, el producto normalmente es contado o pesado. Las cajas o baldes individuales pueden ser descargadas manualmente a un espacio de espera temporal.

b) Selección y Empaque: Las líneas de selección y empaque difieren muchísimo de acuerdo al tipo y cantidad del producto. Puede incluir las siguientes operaciones:

- Abastecimiento. Debe realizarse tratando de no causar daño al producto. Debe tenerse cuidado de minimizar las caídas (y por ende el magullamiento), evitar las superficies duras y no sobrecargar el lugar.
- Limpieza. Se puede limpiar el producto en seco como se hace por ejemplo para cebolla, ajo, cítricos, pero también es muy co-

mún el lavado con agua. Aplicar las recomendaciones de limpieza, desinfección y preenfriamiento.

- Selección y clasificación por calidad. En el área postcosecha casi todos los productos son clasificados y agrupados por tamaño/longitud/diámetro, etc. Se realiza en forma manual y permite eliminar los productos de calidad inferior a la estándar o merma.

Tratamientos especiales. Después del lavado algunos cultivos reciben tratamientos especiales para prolongar su almacenamiento y vida comercial, en el mercado local es muy raro ver que los productos hortofrutícolas lleven este tipo de tratamientos.

- Empaque. Depende mucho del comprador y del mercado, dentro del área debe considerarse la flexibilidad en los métodos de empaque y materiales empleados para diferentes cultivos.

c) Almacenamiento: Dependiendo de los productos manejados, las áreas postcosecha pueden tener instalaciones adyacentes para el almacenamiento a largo y corto plazo del producto, mientras éste espera su transporte al mercado. Se recomienda no exponer las frutas al sol, conservar el producto en la sombra y en ambiente aireado y embalar y transportar lo antes posible.

d) Despacho: En el área de despacho el producto se maneja en las condiciones con que llegará al comprador, por lo tanto, es esencial cuidar el manejo, la carga excesiva de los camiones, la infestación y la exposición a condiciones de tiempo extremas. El área debe ser fresca, limpia y espaciosa para permitir el almacenamiento temporal del producto y el traslado hasta el transporte al mercado sin sufrir daños y en el menor tiempo posible.

Qr # 2.23

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.24

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.25

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.26

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 2.27

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

2.6. Costos de producción.

De acuerdo a una entrevista con productores, la situación actual de producción en el municipio de Pampa Grande (departamento de Santa Cruz) muestra altos niveles de utilización de insumos y especialización en la tecnología para la producción de tomate a campo abierto. Como se aprecia en la tabla siguiente, el costo de producción proyectado a una hectárea de tomate alcanza a 110.000 Bs (U$ 15,942.00). La semilla, los productos fitosanitarios, los jornales y el transporte están entre los factores que más influyen en el costo total de producción.

Este alto costo de producción se justifica por el elevado nivel de producción que se puede obtener por hectárea, pues como producción considerada mínima se esperaría obtener 4800 cajas de 18 kilogramos (86,400 kg/ha), y máximo, se esperarían obtener 7200 cajas de 18 kilogramos (129,600 kg/ha). Con esta producción, el costo unitario de producción del tomate varía entre 0,79 Bs/kg y 1,14 Bs/kg, es decir un rango de ingresos con mínimo precio y producción Bs/ha 68,256.00 (USD/ha 9,892.00 y en el mejor escenario -máximo rendimiento al precio más alto- un total de Bs/ha 147,744.00 (USD/ha 21,412). Considerando un rendimiento promedio de 108,000 kg/ha a un precio promedio de 0,965 Bs/kg, resultan ingresos promedios de 104,220 Bs/kg (USD/ha 15,104.00.

Tabla II.7: Costos de producción de tomate (Bs)

Municipio: Pampagrande Agosto de 2022
Superficie: 1 ha

Actividad/ insumo	Unidad	Cantidad	Costo unitario Bs	Costo total Bs
Semilla hibrida	sobre	4	1800	7.200
Almacigado (plantinera)	sobre	4	400	1.600
Preparación de terreno				
Romplau	hora	3	160	480
Rastra	hora	6	160	960

Actividad/ insumo	Unidad	Cantidad	Costo unitario Bs	Costo total Bs
18-46-00	qq	8	580	4.640
Urea	qq	4	250	1.000
Cloruro de potasio	qq	4	550	2.200
Cintas de goteo	rollo	5	300	1.500
Sistema de riego	global	1	1000	1.000
Trasplante	jornal	4	100	400
1ra Carpida[45]	jornal	8	100	800
Aporque	jornal	8	100	800
Deshierbes	jornal	4	100	400
2da Carpida	jornal	8	100	800
Tutoraje	jornal	12	100	1.200
Postes	global	1	300	300
Riego/ferti-riego	jornal	12	100	1.200
Alambre	rollo	8	200	1.600
Aplicaciones	jornal	48	100	4.800
Fitosanitarios	global	4	8000	32.000
Cosecha	jornal	240	100	24.000
Transporte	caja	6000	3,5	21.000
Costo total (Bs)				109.880

Fuente: elaboración propia en base a observaciones de campo

45 Limpieza de la tierra

Tabla II.8: Escenarios probables de Costos de producción de tomate (Bs)

	Bajo	Medio	Alto
Rendimiento (cajas de 20 kg)	4800	6000	7200
Costo unitario de producción (Bs/caja)	22,89	18,31	15,26
Costo unitario de producción (Bs/kg)	1,14	0,92	0,76
Costos mínimos por caja (Bs/caja)	15,26	15,26	15,26
Costos máximos de producción (Bs/ha)	109,872	137,340	164,808
Costo medio de producción (Bs/ha)	87,888	109,860	131,832
Costo mínimo de producción (Bs/ha)	73,248	91,560	109,872

Fuente: Elaboración propia

Acorde con la tabla II.8, los escenarios probables para el peor de los casos (mínimo rendimiento y máximo costo sería de Bs/ha 164,808 (USD 23,885); el escenario intermedio rendimiento y precio promedio Bs/ha 109,860 (USD 15,922); y en el mejor de los escenarios máximo rendimiento y mínimo costo Bs/ha (USD). En términos de costos por hectárea, el escenario Bs/ha 73,248 (USD 10,616).

2.7 Conclusiones y discusión.

Los diferentes sistemas de producción presentan requerimientos y características propias que inducen a una cierta especialización a los productores, así el manejo de plagas y enfermedades requiere un amplio conocimiento sobre los ciclos de vida, las épocas y mecanismos de ataque, al mismo tiempo que un conocimiento específico sobre el accionar de los productos químicos y los bioinsumos. En los siguientes capítulos se profundiza la descripción y el análisis sobre el rol de los bioinsumos en la producción de tomate.

2.8. Referencias bibliográficas.

Asociación de Proveedores de Insumos Agropecuarios (APIA). 2021. Guía de uso de productos para la protección de cultivos. Santa Cruz, Bolivia.

Bochow, H., et al. 2001. Use of Bacillus subtilis as biocontrol agent. 4. Salt-stress tolerance induction by *Bacillus subtilis* FZB24 seed treat-

ment in tropical vegetable field crops, and its mode of action. Journal of Plant Diseases and Protection 108: 21-30.

Bonilla, R. y B., Beatriz E. y A., Rosario y T., Kátia R.S., García, de Salamone, Inés y P, Raúl O. y B., Vera L.D. y Scavino, F. Ana y (2010), "Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. Revisión." *Ciencia y Tecnología Agropecuaria,* Vol. 11, núm.2, pp.155-164 [Consultado: 24 de Septiembre de 2022]. ISSN: 0122-8706. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945029007

Crespo, M. et al. 2010. Guía para el manejo del cultivo de tomate bajo invernadero. Cochabamba: PROINPA.

Fernandez-Northcote. E.N., Navia, O., y Gandarillas, A. 2000. Basis of strategies for chemical control of potato late blight developed by PROINPA in Bolivia. Fitopatología 35 (3): 137-149.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2016. Buenas practicas agricolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Roma, Italia. Ed. FAO

Hashem A, Tabassum B, and Fathi Abd Allah E. 2019. *Bacillus* subtilis: A plant-growth promoting rhizobacterium that also impacts biotic stress. Saudi J Biol Sci. 2019 Sep;26(6):1291-1297. doi: 10.1016/j.sjbs.2019.05.004. Epub 2019 May 20. PMID: 31516360; PMCID: PMC6734152.

MDRyT. 2017. *Manual técnico de producción de tomate con enfoque de buenas prácticas agrícolas.* GIZ/PROAGRO. La Paz, Bolivia

Villarroel, B. 2011. Manual del Cultivo de Tomate para Pequeños Productores de los Valles. Santa Cruz de la Sierra: Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT).

3.

EL NUEVO ENFOQUE DE LOS BIOINSUMOS EN LA AGRICULTURA SUSTENTABLE Y LA PRODUCCIÓN DE TOMATE

Marlene Angulo Rodríguez - Jimmy Casto Ciancas Jiménez
Luis Crespo Valenzuela - Oscar Navia Montaño - Rolando Oros Martínez - René Pereira Romero - Giovanna Plata Rosales
Bilma Ríos Caero

Resumen.

El uso de bioinsumos en la agricultura se va difundiendo y ganando aceptación y confianza entre los productores. El capítulo describe las principales tendencias en cuanto a la identificación, caracterización y selección de microorganismos que son benéficos para la protección de los cultivos y para el aprovechamiento de los nutrientes del suelo. Se describen las principales técnicas para la selección, conservación y multiplicación de microorganismos, basadas en la experiencia desarrollada en el Centro de Innovación Agrícola Mario Antonio Gandarillas Antezana perteneciente a la fundación PROINPA.

Palabras clave: Bioinsumos, patógenos del tomate, mecanismos de acción, microorganismos, biodiversidad del suelo, banco de germoplasma, compuestos antimicrobianos, biopelículas, inducción de resistencia, bioinsecticida.

Introducción.

En 2050, la población mundial alcanzará los 10.000 millones de personas y la demanda de alimentos aumentará un 70%, según proyeccio-

nes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009; Somoza Sánchez, 2001). En este contexto, los expertos indican que, para evitar la desertificación, conservar los recursos y la biodiversidad del suelo; es fundamental y urgen soluciones y alternativas sustentables.

El suelo alberga hasta el 90% de los organismos en los ecosistemas terrestres. Es decir que es una de las mayores reservas de biodiversidad de la tierra. Es una diversidad que recién empieza a estudiarse y comprenderse y que tiene un universo de posibilidades (WWF, 2020). La microbiología es clave para limitar la degradación del suelo, mejorando la retención de agua y nutrientes. Los microorganismos son los responsables de la formación de humus, a partir de la materia orgánica crean un medio favorable para el desarrollo de las raíces, así como de una microflora benéfica que defiende a los cultivos de plagas y enfermedades. En la agricultura, las aplicaciones con microorganismos pueden cumplir diversas funciones: controlar patógenos, estimular el crecimiento o fertilizar los cultivos.

La agricultura moderna mundial está orientada a la búsqueda de alternativas sustentables de origen biológico que sean económicas y que mejoren la rentabilidad de los cultivos, ya que el uso inapropiado de plaguicidas y/o fertilizantes químicos afectan el ambiente, causa contaminación de aguas subterráneas, ríos y salinización de suelos, deteriora la flora microbiana que acondiciona los suelos, y contribuye al desarrollo de resistencia de las plagas y enfermedades, extermina los enemigos naturales e insectos benignos como las abejas, y culmina contaminando y diezmando especies animales en los océanos, además de contaminar los alimentos que ingieren los seres humanos lo que está asociado con el desarrollo de cáncer y otros problemas de salud humana, conllevando a un desbalance en las propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos, afecta negativamente la flora y fauna terrestre, además de afectar la salud humana y el planeta en general.

El tomate requiere de cuidados especiales por ser un cultivo muy enfermizo (hongos, bacterias, virus y nematodos) y muy apetecido por los insectos plaga (áfidos, trips, polilla, mosca blanca, gusanos minadores, etc.). Desde que la planta es almacigada hasta que está en etapa productiva, sufre la aplicación de un sin número de plaguicidas de

diferente toxicología, que, si son mal manejados, afectan a la salud del productor, al medio ambiente y, finalmente, al consumidor.

La sensibilización y concientización de la población ha creado una demanda cada vez más creciente por productos de origen agropecuario sin residuos químicos, hormonas o antibióticos por parte de los consumidores. Ante esta realidad, la industria y agricultura están evolucionando vertiginosamente en función de cultivar productos alimenticios con insumos inocuos, de bajo impacto ambiental y en la salud humana u otras especies. Una alternativa que ha desarrollado auge, es el uso de bioinsumos en base a microorganismos nativos, que actúan como enemigos naturales de hongos, bacterias, ácaros, nemátodos e insectos que son plagas y enfermedades del cultivo de tomate.

Objetivos del capítulo.

Brindar un concepto de bioinsumos, describir sus atributos, características de uso y modo de acción para prevenir y controlar las plagas y enfermedades en el cultivo de tomate, y como agentes acondicionadores del suelo para mejorar sus características, fertilidad, estructura, textura, composición química (ej. Desalinización), la disponibilidad de nutrientes para el cultivo, y la identificación y multiplicación de microorganismos.

3.1. Bioinsumos agrícolas.

3.1.1 ¿Qué son los Bioinsumos Agrícolas?.

Los bioinsumos agrícolas (Starobinsky, G. et al, 2021), son productos biológicos producidos o formulados a base de microorganismos (hongos, levaduras, bacterias, actinomicetos y virus), macroorganismos (ácaros e insectos benéficos), extractos de plantas y compuestos bioactivos derivados de ellos, que se utilizan para promover el crecimiento de las plantas y controlar distintos tipos de plagas (Somoza Sánchez, 2001. Son productos que no dejan residuos tóxicos en el medio ambiente y cuya utilización no implica riesgos para la salud de los agricultores, de los consumidores y animales de granja.

Se aplican en plantas, semillas, suelo o sustrato para favorecer la calidad, salud y productividad de diversos cultivos (hortalizas, gramíneas, leguminosas, frutales y otros).

Los bioinsumos son una alternativa fundamental en la producción agrícola del tomate por ser de bajo impacto ambiental, no son perjudiciales para la salud humana, no ocasionan fitotoxicidad ni residualidad en las plantas ni en los suelos; además, contribuyen a reducir los costos de producción en relación a los químicos, eficientes, se incrementa la producción y reduce costos, efectos perjudiciales al ambiente, y aumentan la rentabilidad de los cultivos, eventualmente abaratan el acceso de los vegetales a las masas de consumidores. Lo más importante es que favorecen a la disminución del uso de plaguicidas y tienen un enfoque hacia una producción sustentable. Una característica fundamental de los bioinsumos es que su aplicación es de carácter preventivo y no curativo como sucede con los agroquímicos.

Este tipo particular de insumos presentan un proceso único de manufactura biotecnológica, por lo tanto, se debe, en primer lugar, definir qué es biotecnología. Según la convención sobre diversidad biológica, se define a la biotecnología como toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos, organismos vivos o sus derivados con el fin de obtener y/o modificar productos o procesos para usos o fines específicos. Los bioinsumos agrícolas pueden considerarse herramientas biotecnológicas, que se corresponden con servicios ecosistémicos, tales como la biopolinización, el ciclaje y disposición de nutrientes y el control natural de plagas ente otros. ¿Con qué fin? Ser utilizados como insumos sustentables a fin de salvaguardar el patrimonio filogenético, fitosanitario, zoofitosanitarios y la calidad e inocuidad de los alimentos.

3.1.2. Bioinsumos: ¿Dónde se los puede utilizar?[46].

Los bioinsumos están destinados a ser aplicados como insumos en la producción agropecuaria, agroalimentaria, agroindustrial e incluso en el saneamiento ambiental (biorremediación[47]). Estos productos mejoran la productividad, son amigables con el medio ambiente y contribuyen a disminuir la aplicación de plaguicidas.

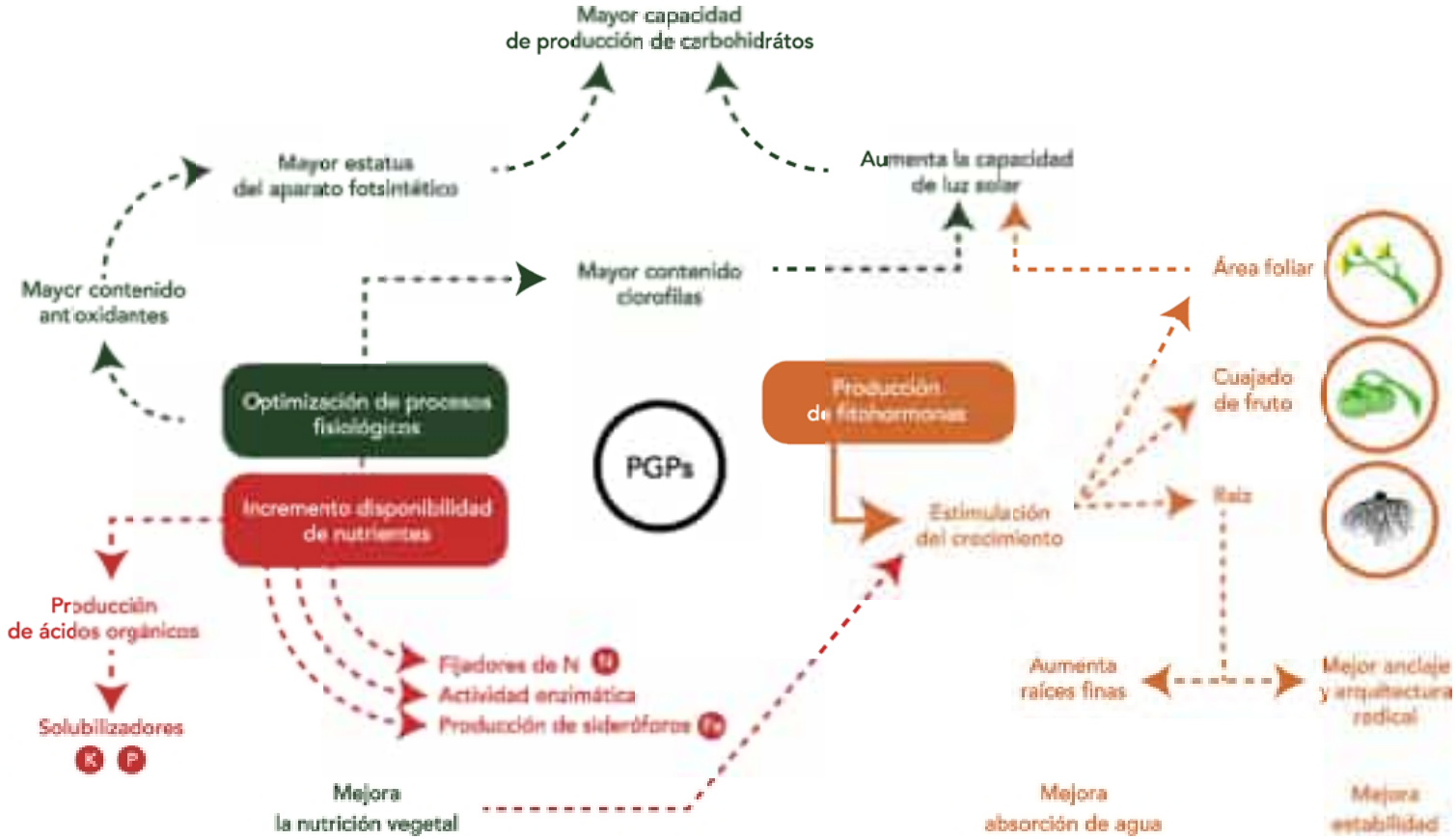
Por su alta eficiencia, pueden ser utilizados en todo el proceso agrícola, desde la preparación del suelo, tratamiento de semilla, durante el desarrollo, cosecha y post cosecha; y están clasificados por sus funciones en diferentes categorías:

46 Marketplace Agrícola. 2021. Tipos de bioinsumos ¿Qué son y para qué sirven? Colombia

47 La biorremediación consiste en usar microbios para limpiar el agua subterránea y el suelo contaminados

- Bioestimulantes: se refiere a aquellas sustancias que, aplicadas al sistema suelo-planta, estimulan los procesos biológicos y, en consecuencia, son capaces de aumentar la disponibilidad de nutrientes y optimizar su absorción, mejorando la producción y calidad de la planta e incrementando su tolerancia al estrés. Éstos pueden ser producidos por hongos o bacterias, que tienen la habilidad de producir hormonas de crecimiento, que permiten un mejor desarrollo radicular.

Imagen III.1: Ventajas de la aplicación de bioinsumos sobre la planta: optimización de procesos fisiológicos, incremento de la disponibilidad de nutrientes y producción de fitohormonas



Fuente: Fuertes-Mendizábal et al, 2021.

- Biofertilizantes: sustancias que contienen microorganismos vivos, que al ser aplicados en la superficie de las plantas o en los suelos, colonizan la rizósfera[48] o el interior de la raíz, y promueven el desarrollo (microorganismos promotores de crecimiento por su alta producción de auxinas, giberelinas[49] y citoquinas)

48 La rizósfera, considerada como el ecosistema terrestre más grande, es la parte del suelo próxima a las raíces de la planta
49 Las giberelinas (GAs) son fitohormonas que regulan varios procesos de desarrollo de las plantas, que se producen en la zona apical, frutos y semillas.

de las mismas al incrementar el suministro o la disponibilidad de nutrientes (fijadoras de Nitrógeno simbiontes o de vida libre y las solubilizadoras de fósforo y potasio).

- Bioplaguicidas (biofungicidas, biobactericidas y bioinsecticidas): productos empleados para el control biológico de plagas y enfermedades. Al igual que el anterior punto, éstos pueden ser producidas por hongos, bacterias, actinomicetos y levaduras. Una parte de su supresión se debe a que muchos de ellos tienen la habilidad de crecer más rápido y por ende quitan el alimento y el espacio de colonización a los patógenos. Pero también pueden suprimir a los patógenos por la producción de enzimas líticas, antibióticos, metabolitos, péptidos u otros, los cuales afectan la fisiología y morfología de los microorganismos patógenos.

Del gran "universo" de insumos biológicos, se puede mencionar algunos casos exitosos en la nutrición y sanidad tanto vegetal como animal. En nutrición vegetal, el mayor mercado de bioinsumos está representado principalmente por los "inoculantes" (en particular, para gramíneas y leguminosas) representados por especies de *Rhizobium* spp.; *Bradyrhizobium* spp.; *Azospirillum* spp.; *Pseudomonas* spp.; etc. Sin embargo, en la actualidad el mercado de los biofertilizantes crece al compás de productos en base a extractos vegetales, hidrolizados proteicos ricos en aminoácidos y otros microorganismos como es el caso de las microrrizas (*Glomus* spp., *Gigaspora* spp., *Acaulospora* spp., *Scuteliospora* spp., etc).

En el caso de la sanidad vegetal, los fitosanitarios más representativos corresponden a las bacterias del género *Bacillus* spp., siendo *Bacillus thuringienis* de carácter insecticida y *Bacillus subtilis* de carácter fungicida. También se destaca el accionar biofungicida del hongo fitopatógeno *Trichoderma* spp. En la actualidad, la biodiversidad de opciones se complementa con otros microorganismos (como hongos y virus entomopatógenos), así como numerosos extractos botánicos (cítricos, ajo, neem, etc.) y macroorganismos benéficos (insectos y ácaros, tanto predadores como parasitoides).

En lo que respecta a la nutrición animal, crece a paso sostenido la utilización de enzimas (como por ejemplo las proteasas, lipasas, amilasas, etc.) que enriquecen los piensos en todo tipo de sistemas ganaderos

(en particular, para los aviares). Asimismo, en los alimentos para animales, crece la utilización de probióticos (*Lactobacillus* spp., *Enterococcus* spp., *Bacillus* spp., *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae*., etc.), y de bioactivos fitogénicos (tales como aceites esenciales, saponinas, flavonoides, mucilagos y taninos).

3.1.3. ¿Dónde se encuentran los microorganismos? Colecta de microorganismos y su relación con los sistemas agrícolas.

La importancia de realizar una colecta de microorganismos, en este caso, microorganismos benéficos, radica en la amplia diversidad que éstos presentan a nivel biológico, funcional y medio ambiente, como microorganismos potenciales en la utilización dentro de un sistema vivo en la biota del suelo. Bolivia presenta diversos pisos ecológicos, razón por la cual, se pueden encontrar microrganismos, tanto hongos como bacterias benéficas que realizan diferentes funciones en diferentes cultivos de importancia económica.

En Bolivia, el cultivo de tomate puede desarrollarse en diferentes condiciones climáticas, con un rango de temperatura óptimos entre 21 a 27 °C, humedad relativa de 65 y 75 %, en suelos profundos de textura media permeable, y un rango de pH de 6 a 7. Estas condiciones son ideales para el desarrollo de microorganismos en general, por lo que, la aplicación de microrganismos benéficos, resulta la mejor opción en beneficio del medio ambiente.

Los microorganismos benéficos se encuentran de manera natural dispersos en los diferentes ecosistemas, por lo cual la forma de aislarlos es a partir de muestras de suelo o de diferentes tejidos de cultivos asociados o monocultivos, o bosques y praderas naturales.

La mejor manera de poder seleccionarlos es observando en campo el comportamiento de las plantas desde la emergencia, durante el desarrollo y la cosecha, seleccionando a aquellas que muestran un desarrollo vigoroso, que son resistentes a factores adversos del tipo biótico o abiótico, y además tengan un rendimiento alto.

En el caso de los entomopatógenos se obtienen realizando muestreos, ya sea de insectos con signos o síntomas de afección por algún microorganismo. Las muestras se toman y se mantienen en recipientes

estériles, cerrados y debidamente identificados hasta el momento de su procesamiento. Para el caso de antagonistas de fitopatógenos se puede colectar muestras de suelo y diferentes tipos de material vegetal al igual que en el anterior punto en recipientes estériles. En ambos casos las muestras deben ser refrigeradas entre 4 a 6°C hasta el momento de su procesamiento (Imagen III.2).

Imagen III.2 Proceso de aislamiento de microorganismos benéficos desde la recolección hasta la conservación del microorganismo puro.

Fuente: Rolando, C., 2017

En el laboratorio se realizan aislamientos usando medios generales como PDA (Agar[50], Dextrosa y Papa) y AN (Nutritivo Agar) para el aislamiento de hongos y bacterias, y en otros casos se usan medios selectivos como KB (King B) para el crecimiento de *Pseudomonas spp.* Por lo general, los microorganismos crecen contaminados, entonces se debe realizar la purificación de géneros específicos. Una vez purificados se realiza la conservación utilizando diferentes técnicas: glicerol, leche, papel filtro, medio de cultivo en agar inclinado u otros; con una frecuencia semestral, se realizan pruebas de control de calidad que se basan en la calificación de la viabilidad y pureza de los microorganismos en conservación. Dependiendo del tipo de conservación éstos pueden ser a corto plazo, mediano y largo plazo como el de la liofilización, el más caro porque se requiere equipos especializados y personal capacitado (Rolando, C., 2017).

50 El agar se derrite alrededor de los 90°C, lo que permite cultivar microorganismos a temperaturas más altas que la gelatina. Además, es transparente (contrariamente a la gelatina), lo que permite observar las bacterias más fácilmente

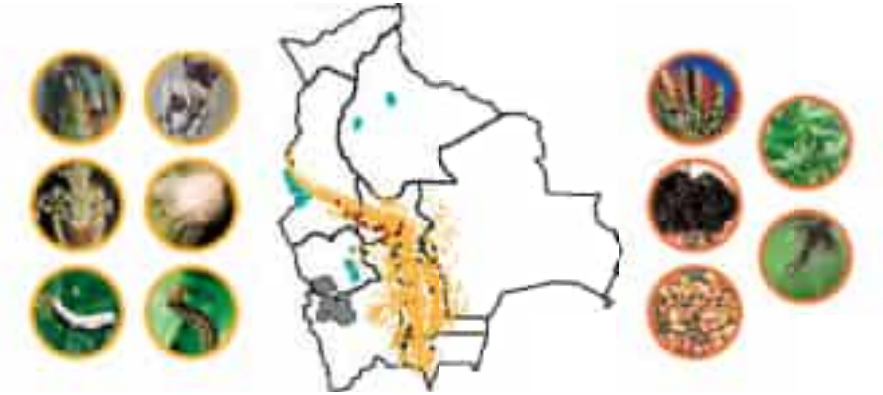
3.1.4. Banco de Germoplasma del Centro de Innovación Agrícola "Dr. Antonio Gandarillas Antezana".

En el Centro de Innovación Agrícola "Dr. Antonio Gandarillas Antezana", se cuenta con una colección de microorganismos benéficos desarrollada desde el 2006, los microorganismos que contiene esta colección son cepas nativas bolivianas, es decir, que fueron colectadas de muestras de suelos y de diferentes tejidos de plantas (hojas, tallos, raíces y frutos), de una diversidad de cultivos como ser: quinua, papa, girasol, soya, frutales, flores, etc. (imagen III.3).

En el caso particular de los entomopatógenos, el 90% de los microorganismos corresponden a colectas en Santa Cruz y el 10% a La Paz (Caranavi), Cochabamba, Oruro y La Paz. Se los encontró parasitando una diversidad de insectos (trips, mosca blanca, áfidos, garrapatas, coleópteros, chinches y larvas de lepidópteros).

Dado que se dispone de varias cepas esto permite producir y formular productos en base a consorcios de microorganismos con diferentes funciones lo cual los hace más eficientes, al ser nativos están adaptados a las condiciones ambientales y de manejo de las zonas donde son devueltos o insertados por primera vez.

Imagen III.3: Mapa de las regiones de colecta de microorganismos en insectos y plantas naturalmente parasitados en Bolivia.



Fuente: Fundación PROINPA 2022.

3.1.5. Conservación y manejo de la diversidad microbiana.

Es importante mencionar que el genoma de los microorganismos hongos y bacterias de biofertilizantes y biocontroladores son intrínsecamente inestables y dinámicos, por lo tanto, necesitan ser conservadas a bajas temperaturas para evitar la aparición de generaciones sucesivas en presencia de un crioprotector. Los métodos de conservación a largo plazo son de gran utilidad para la producción de ceparios capaces de mantener la estabilidad genética y la viabilidad de las células. La congelación es uno de los métodos más utilizados. Dicho proceso se puede clasificar, de acuerdo a la temperatura a la que se lleva a cabo, como: ordinaria (-5° C a -20° C), ultrafría (- 50° C a -80° C) y congelación con nitrógeno líquido (-150° C a -196° C. (Cañar, D. et al., 2021)

3.1.6. Caracterización fenotípica.

La caracterización fenotípica de microorganismos permite clasificar a nivel macro al género y determinar de manera aproximada a la especie.

3.1.7. Caracterización microscópica y macroscópica.

Una vez purificados cada uno de los microorganismos, se procede con la caracterización morfológica y macroscópica; la primera realizada al

microscopio y la segunda en medios generales o específicos. En esta última se observa el desarrollo de cada uno de los microorganismos y se van tomando fotos cuando el micelio llena toda la placa.

En el caso de los hongos, para la identificación microscópica se realizan montajes en lactofenol con azul de algodón, se observa el tipo de micelio (cenocítico o septado) y el tipo de conidia o esporas que forma, con estos dos parámetros y ayudados con claves taxonómicas se procede a la identificación de los diferentes microorganismos, colocándoles el nombre genérico.

En el caso de las bacterias, después de la purificación se realizan las siguientes pruebas: tinción de Gram, KOH, catalasa, oxidasa, tinción de verde malaquita para determinar la presencia de endosporas, y las pruebas de oxidación/fermentación (O/F). Los datos obtenidos se comparan con los datos que se encuentran reportados en claves taxonómicas.

Como ejemplos, la estructura que caracteriza al género *Penicillium* spp. Es el conidióforo que presenta en forma de pincel. A la morfología de esta estructura es a la que debe el nombre el género (del latín *Penicillus spp.,* pincel pequeño) los conidios se presentan en cadenas y son originadas a partir de una sola célula especializada.

Trichoderma spp. Es un anaerobio facultativo, anamorfo y reproducción asexual la cual se caracteriza por la formación de conidios, su estado sexual es conocido como hypocrea[51].

Los conidióforos observados son hialinos, con paredes lisas, rectos o doblados, muy ramificados; las primeras ramificaciones nacen formando ángulos rectos o doblados un poco hacia el ápice. Típicamente en forma de ramas alternas o pareadas. Las fiálides son subglobosas, delgadas en la base, hinchadas en la parte media y estrecha en el ápice, la forma de las conidias fue de sub-globosas a globosas y de color verde.

3.1.8. Ejemplos de caracterización macroscópica.

Trichoderma ssp. Presentan principalmente micelio aéreo algodonoso de color blanco, con viraje a un color verde al momento de la esporu-

51 Hypocrea is a genus of fungi in the family Hypocreaceae

lación, algunas especies desarrollan anillos concéntricos en medio de cultivo agar de dextrosa de papa (PDA).

*Penicillum ssp.*En medio de cultivo PDA, presenta desarrollo de micelio de color blanco y plomo claro al término de la conidiogenesis, tanto micelio y conidios forman biomasas compactas.

3.1.9. Caracterización genotípica e identificación molecular.

Para la caracterización molecular tanto de bacterias y de hongos se utilizan las cepas purificadas, crecidas en sus medios específicos, en el caso de bacterias se trabaja con colonias de 48 horas y los hongos colonias de siete días.

Para la identificación de las bacterias, se extrae y se purifica ADN genómico siguiendo un protocolo estándar. Se amplifica un fragmento interno del gen que codifica el rRNA 16S utilizando los cebadores 27F y 1488R17, 18 y una ADN polimerasa con actividad correctora de errores (Phusion, Finnzymes, Finlandia). Cada producto de PCR se purifica con columnas Qiaquick (Qiagen, Valencia, CA) antes de ser enviados a Centros de secuenciación como el Centro de Secuenciación de la Universidad de Chicago, Chicago, IL, EE. UU., para la secuenciación con tecnología Sanger. Las secuencias obtenidas son editadas con el programa BioEdit19 y luego cotejadas con las bases de datos utilizando el programa BLAST20. Todas las secuencias del gen 16S rRNA obtenidas se envían a GenBank para poder compararlos con secuencias existentes (Castillo et al., 2013).

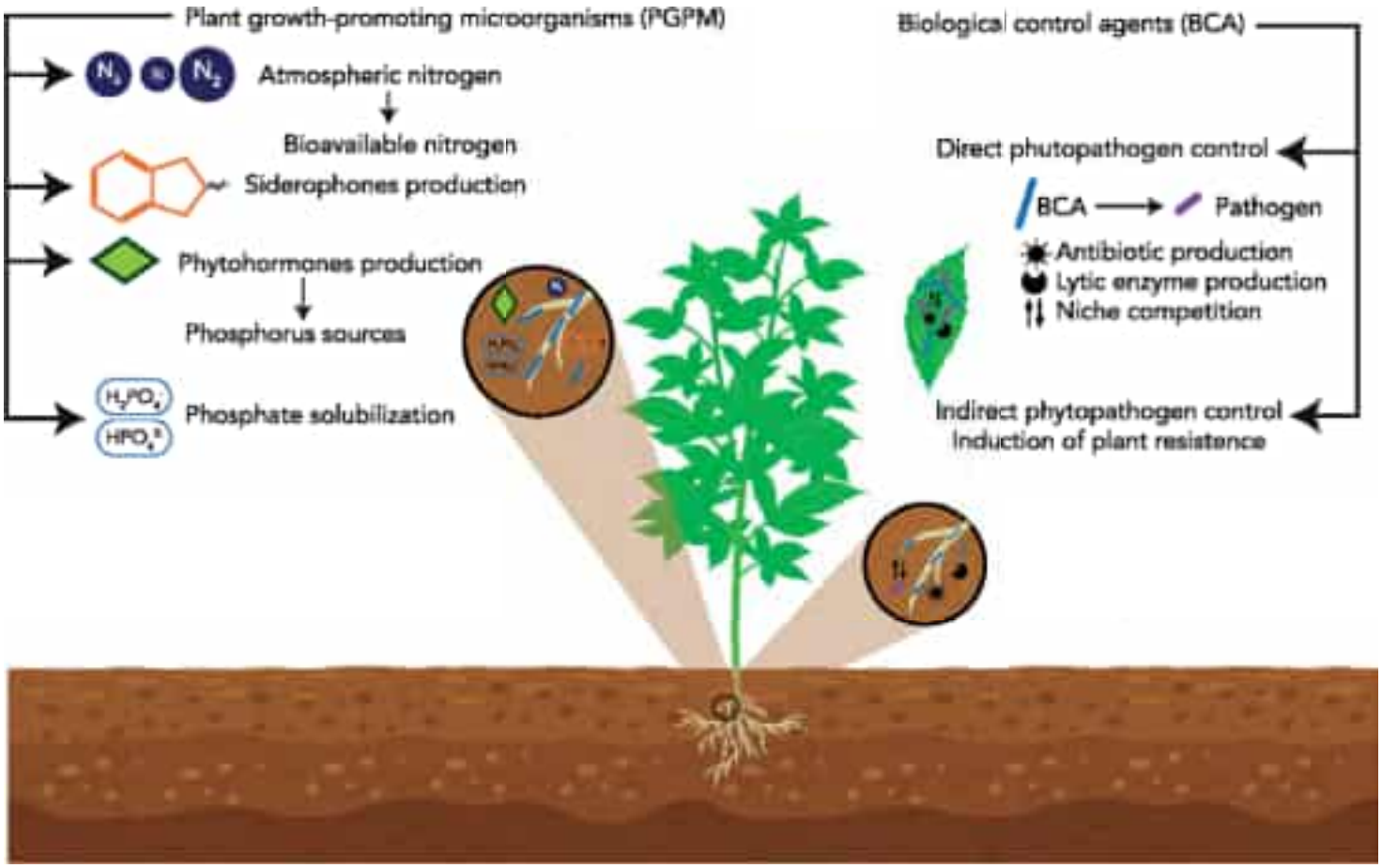
En el caso de los hongos se utiliza micelio para la extracción de ADN genómico utilizando el protocolo de Melo et al. Los fragmentos de ADN correspondientes a los genes que codifican 18S rRNA, 5.8S rRNA y la región intergénica (ITS1 e ITS2) se amplifican utilizando los cebadores SR6RA/T y LR1. Para discriminar aún más entre posibles especies de *Trichoderma*, se amplifica un fragmento interno del gen tef1 que codifica el factor de elongación 1 alfa utilizando los cebadores EF1-728F y TEF1LLErev24. Los fragmentos amplificados se purifican y secuencian, como se explicó anteriormente. Las secuencias se analizan mediante el programa TrichOKey, que permite utilizar secuencias de diferentes genes marcadores para determinar la especie de *Trichoderma* a la que corresponde un aislado (Castillo et al., 2013).

3.1.10. Screening de actividad biológica.

La multifuncionalidad de los microorganismos en los sistemas agrícolas, se expresa de acuerdo a la habilidad que tienen para realizar diferentes funciones, las cuales son conocidas como "mecanismos de acción", de manera general algunos autores los clasifican en dos grupos: microorganismos promotores de crecimiento de las plantas (PGPM palabra que deriva del inglés plant growth-promoting microorganisms) y de los agentes de control biológico (ACB) y dependiendo si son hongos o bacterias se los denomina hongos de control biológico (HCB) o bacterias de control biológico (BCB).

Tal como se observa en la Imagen III.4, los principales mecanismos de los PGPM, son la producción de hormonas de crecimiento (principalmente giberelinas, auxinas y citocinas), producción de sideróforos, muchas son fijadoras de nitrógeno o son solubilizadores de fósforo y potasio. En el caso de los agentes controladores de insectos plaga y enfermedades éstos actúan de manera directa por competencia, micoparasitismo, producción de enzimas líticas, antibióticos, metabolitos u otras sustancias; y de manera indirecta mediante la inducción de resistencia; mecanismo que puede ser activado desde la siembra.

Imagen III.4: Mecanismos de acción de los microorganismos benéficos en interacción con las plantas.



Fuente: Montoya-Martínez , A.C; Parra-Cota , F.I. y de los Santos-Villalobos, S., 2022

A continuación, se describirán concretamente cada uno de los mecanismos y la función que cumplen en interacción con la planta para mejorar su desarrollo, y para el control de enfermedades o de los insectos plagas al momento de parasitarios.

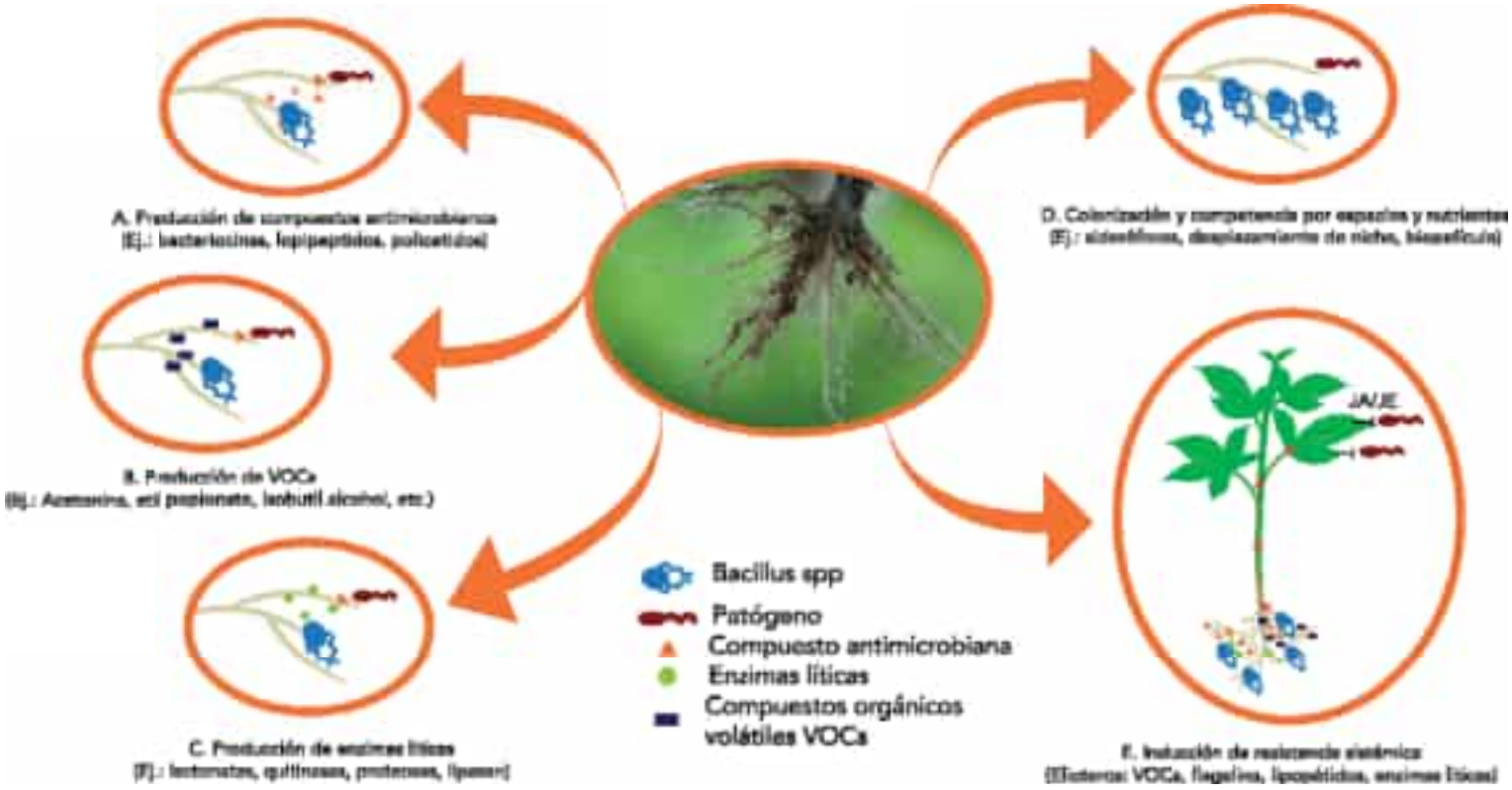
3.2. Competencia y producción de compuestos antimicrobianos.

Competencia es el mecanismo más conocido y estudiado, donde los microorganismos de control biológico actúan compitiendo por los nutrientes y espacio disponible alrededor de la raíz.

Se define como el comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo requerimiento (sustrato y/o, nutrientes) siempre y cuando la utilización de este por uno de los organismos reduzca la cantidad o espacio disponible para el otro.

La producción de compuestos antimicrobianos también es llamada "antibiosis" consiste en que el microorganismo coloniza las raíces en crecimiento y libera moléculas antibióticas alrededor de la raíz (Imagen III.5), perjudicando así los patógenos próximos al órgano. Tanto hongos como bacterias benéficas pueden producir sustancias antimicrobianas de distinta naturaleza, como ser: péptidos, enzimas líticas, metabolitos, compuestos volátiles (VOCs) y no volátiles.

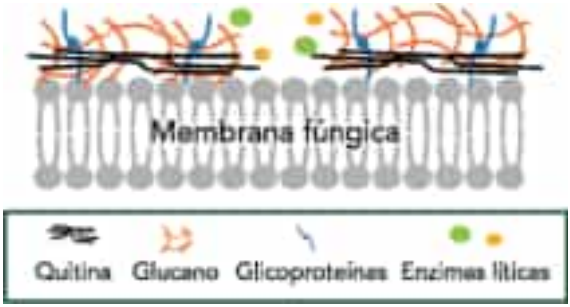
Imagen III.5: Esquema de los mecanismos de competencia y producción de compuestos antimicrobianos de los agentes de control biológico (hongos y bacterias).



Fuente: Pedraza LA, Lopéz CA y Uribe-Vélez D., 2020

Los microorganismos biocontroladores sintetizan y excretan enzimas líticas como quitinasas, β-glucanasas, peroxidasas, proteasas y lipasas, las cuales han mostrado un efecto inhibitorio contra patógenos de origen fúngico (Compant et al., 2005). Estas enzimas son responsables de la degradación de los principales polisacáridos que conforma la pared celular de hongos, mediante la hidrólisis de sus enlaces glucosídicos y además pueden causar lisis celular (Imagen, III.6)

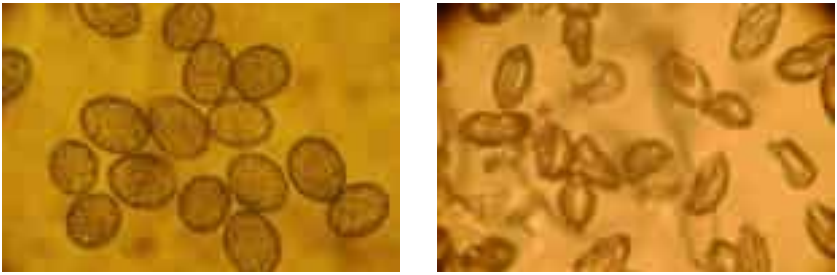
Imagen III.6: Degradación de la pared celular de un patógeno foliar por lisis enzimática.



Fuente: Villareal-Delgado, M., Villa-Rodríguez, M., y Cira-Chávez, L., 2017

Como efecto de la lisis enzimática se pueden observar la destrucción de conidias o esporas y también de micelio, este mecanismo disminuye la multiplicación de los hongos patógenos y además inhibe la formación de estructuras de conservación (imagen III.6).

Imagen III.7: Esporas intactas y destruidas por lisis enzimática de Peronospora variabilis por un consorcio de bacterias de seis *Bacillus spp.*

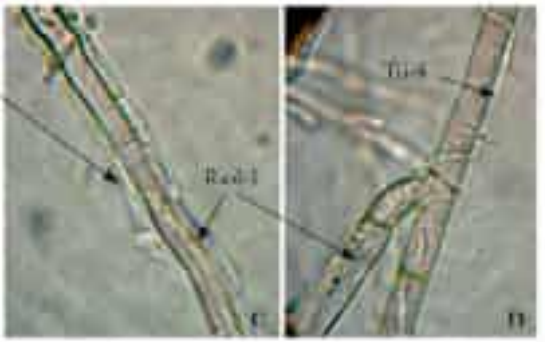


Fuente: Fundación PROINPA.

3.2.1. Micoparasitismo.

Es definido como una simbiosis antagónica entre organismos, en el que generalmente están implicadas enzimas extracelulares tales como quitinasas, celulasas, y que se corresponden con la composición y estructura de las paredes celulares de los hongos parasitados. (Infante, 2009 y Barboza, A. 2022)

Imagen III.8: Observación microscópica del micoparasitismo de *Trichoderma* en pruebas duales versus *Fusarium solani* en frijol



Fuente: Sánchez-García et al., 2017.

3.2.2. Biopelículas.

Uno de los mecanismos empleados por los agentes de control biológico poco reconocido es la formación de biopelículas. Las biopelículas pueden ser consideradas como capas compactas relativamente uniformes, formadas por el crecimiento concentrado y organizado de los microorganismos. La formación de estas biopelículas les permite a los agentes de control biológico ser buenos colonizadores (ya que les proporciona una ventaja adaptativa al proteger a la población de condiciones ambientales adversas y otros factores mecánicos, lo que puede conducir además a la exclusión de nicho de los patógenos).

Antes de la formación de la biopelícula, debe existir atracción a través de un proceso denominado quimiotaxis para la posterior colonización por parte de las bacterias. Para esto, las plantas crean un ambiente específico en los aspectos nutricionales y fisicoquímicos, que permiten el desarrollo de microorganismos en la rizósfera. (Pedraza et al, 2020 y Vásquez-Ramírez, L.M.; Castaño-Zapata, J. 1017)

3.2.3. Producción de hormonas de crecimiento.

Son aquellos microorganismos que colonizan la raíz y estimulan significativamente el crecimiento de plantas. Pese a numerosos estudios, aún no está totalmente establecido el mecanismo por el cual, los mi-

croorganismos promueven el crecimiento de las plantas, pero se puede inferir que pueden inducir el crecimiento vegetal directa e indirectamente. La influencia directa incluye la producción de fitohormonas, por ejemplo, ácido indolacético (AIA) del grupo de las auxinas, ácido giberélico (GA3), citoquininas y ácido abscísico (ABA) o bien, la capacidad de producir la enzima 1-aminociclopropano 1-carboxilato (ACC) desaminasa, que reduce el nivel de etileno en las raíces. Producen o cambian la concentración de fitohormonas (Gonzáles y Fuentes, 2017 y Zamora, A., 2017).

Los mecanismos directos incluyen la solubilización del fosfato mineral, micronutrientes y la fijación biológica de nitrógeno. Los efectos indirectos se deben a la modificación del ambiente rizosférico y su ecología, actuando como agentes de biocontrol de fitopatógenos mediante la liberación de sideróforos, β-1, 3-gluconasas, quitinasas, antibióticos, entre otras (Angulo, C. et al., 2014).

Los microorganismos promotores de crecimiento pueden cumplir tres funciones: bioprotectores (supresión de enfermedades de plantas), biofertilizantes (aumentar la capacidad de adquisición de nutrientes) y bioestimulantes (producción de fitohormonas). (Bonilla, R., 2021)

3.2.4. Fijación de nitrógeno[52].

Las bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico no simbióticas del género *Azotobacter* y *Azospirillum* son comunes en todas partes del mundo, estos microorganismos utilizan los exudados de las raíces y proporcionan a las plantas nitrógeno compuesto que secreta durante la fijación de nitrógeno atmosférico.

El efecto beneficioso del *Azotobacter* no sólo se debe a su capacidad bioestimulante, sino a su acción nitrofijadora y excreciones metabólicas que liberan ciertas proteínas y enzimas que pueden producir modificaciones fisiológicas y metabólicas en las plantas. Son diazótrofas, es decir, que tienen la habilidad de convertir el dinitrógeno atmosférico (N2) a amonio (NH4+), mediante la acción de la enzima nitrogenasa (Sánchez-López et al., 2019).

52 Fundación Antama.2022. Las plantas pueden convertirse en fábricas de nitrógeno. En Biotecnología: Nuevas tecnologías en agricultura, medio ambiente y alimentación. Madrid, España.

Azospirillum, es una bacteria de vida libre aunque también trabaja en asociación con las plantas, y participa en varias transformaciones relacionadas con el ciclo del nitrógeno, además, produce diversas hormonas como auxinas, giberelinas, ácido abscísico y citoquininas, promoviendo el crecimiento vegetal, mejorando la absorción de nutrientes, favoreciendo el rendimiento de los cultivos, reduciendo el costo de la fertilización y minimizando la contaminación ambiental, al disminuir la lixiviación de nitrógeno (Parra y Cuevas, 2001; Sánchez-López et al., 2019).

3.2.5. Solubilización de fósforo y potasio.

Los microorganismos realizan la mayoría de los ciclos biogeoquímicos; por tanto, su función es fundamental para mantener el equilibrio de los agroecosistemas. Uno de esos grupos funcionales son los microorganismos solubilizadores de fosfato (MSF), reconocidos también como promotores de crecimiento vegetal. Estas poblaciones microbianas realizan una actividad importante, ya que en muchos suelos se encuentran grandes reservas de fósforo insoluble, resultado de la fijación de gran parte de los fertilizantes fosforados aplicados, que no pueden ser asimilados por la planta (Beltrán Pineda, 2014).

Los microorganismos solubilizadores de fosfato usan diferentes mecanismos de solubilización, como ser la acidificación, quelatación, reacciones de intercambio y producción de ácidos orgánicos (Partiño-Torres, C. y Sanclemente-Reyes, O, 2014; Moreno et al., 2015). Los fosfatos solubles son absorbidos por la planta, lo cual mejora su crecimiento y productividad (Beltrán_Pineda, 2014).

Estos microorganismos del suelo están implicados en la liberación de P desde fuentes inorgánicas por medio de la solubilización y desde fuentes orgánicas a través de la mineralización. El principal mecanismo microbiológico por el cual los compuestos fosfatados son solubilizados es la disminución del pH del medio extracelular hasta valores aproximados a 2,0 que son necesarios para que se pueda llevar a cabo la solubilización (Beltrán_Pineda, 2014).

Las bacterias son capaces de convertir el fosfato tricálcico $Ca_3(PO_4)_2$ en fosfato di y monobásicos asimilables para las plantas. Muchas bacterias utilizan la ruta metabólica de la glucosa para la producción de estos ácidos, provocando la liberación del fósforo al medio.

Imagen III.9. Solubilización de fosfato tricálcico (fosfato inorgánico).

$$Ca3(PO_4)_2 + C_2O_4H_2 \longrightarrow 2CaHPO_4 + Ca_2O_4$$

Fosfato tricálcico + Acido oxálico → Fosfato dicálcico + Oxalato de Calcio

Fuente: Plazas, 2007.

Los géneros ligados a la solubilización de fósforo son: *Bacillus, Pseudomonas, Burkholderia, Agrobacterium, Flavobacterium, Rhizobium, Yarowia, Streptosporangium, Aerobacter, Achromobacter* y *Erwinia* (Corrales Ramirez et al., 2014).

Las bacterias solubilizadoras de fosfato constituyen de 1 a 50% y los hongos solo de 0,1 a 0,5 % (Beltrán_Pineda, 2014).

Los microorganismos solubilizadores de potasio (MSK) permiten convertir formas insolubles o compuestos minerales de potasio o formas disponibles para las plantas, siendo *Bacillus mucilagenosus* un buen solubilizador de potasio (Samaniego, 2018 y Vivanco, S., 2018).

3.2.6. Inducción de resistencia.

Las plantas han desarrollado mecanismos para defenderse de la invasión de organismos patógenos (bacterias, hongos, nematodos, insectos, etc.). Dichos mecanismos se encuentran latentes y son activados por estímulos durante la interacción con agentes patógenos. En términos generales, estos mecanismos se conocen como resistencia sistémica adquirida (SAR del inglés, systemic acquired resistance) y se caracteriza por activarse no solo en el sitio de la infección, sino de manera sistémica en otros tejidos (Pieterse et al., 2014).

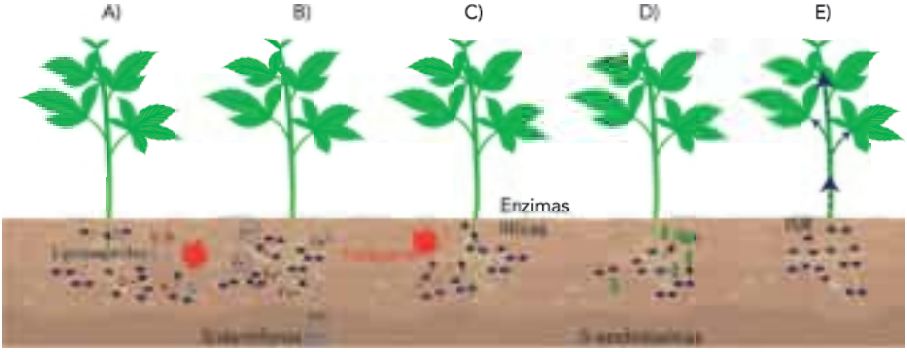
Esta inducción se lleva a cabo mediante la activación de mecanismos de defensa en tejidos distantes al epicentro de estimulación, lo que la hace "sistémica" (Burketova et al., 2015).

Hay dos tipos de resistencia inducida: la inducción de resistencia sistémica (ISR) y la resistencia sistémica adquirida (SAR). La ISR es inducida por microorganismos benéficos a través de diferentes elicitores[53], den-

53 moléculas capaces de inducir cualquier tipo de defensa en la planta y son producidos

tro de los que se incluyen compuestos orgánicos volátiles, compuestos asociados a la degradación de la pared celular, sideróforos y lipopéptidos (Pedraza, 2019).

Imagen III.9. Representación de los diferentes mecanismos de acción del género *Bacillus sp.*. A) Lipopéptidos, B) Sideróforos, C) Enzimas líticas, D) delta endotoxinas y E) Resistencia Sistémica Inducida (ISR).



Fuente: Villareal-Delgado et al, 2017

3.3. Bioplaguicidas[54].

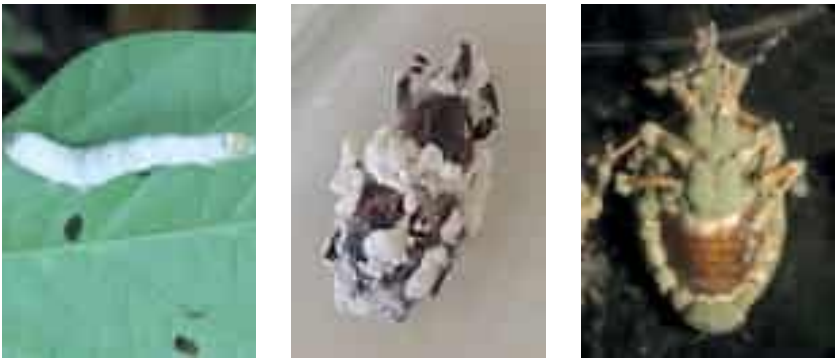
Los bioplaguicidas se clasifican en dos grupos, los que sirven para el control de enfermedades denominados "Biofungicidas" y los que son utilizados para el control de insectos llamados "Bioinsecticidas[55]". Estos últimos dependiendo del microorganismo con el cual hayan sido formulados pueden actuar por ingestión o por contacto (Imagen III.10).

por agentes estresantes bióticos y abióticos

54 En la literatura frecuentemente se asocia el término plaguicida con "plagas insectiles". En este libro, entiéndase que el concepto plaga incluye diferentes agentes, además de los insectos, incluye hongos bacterias, virus, ácaros, nemátodos, roedores y pájaros

55 También llamado biopesticida, bioplaguicida o insecticida biológico, se utiliza para designar a un organismo vivo como hongos, bacterias y virus capaz de matar a los insectos.

Imagen III.10. Los hongos actúan por contacto, es decir, el producto debe hacer contacto con el insecto para que pueda controlarlos.

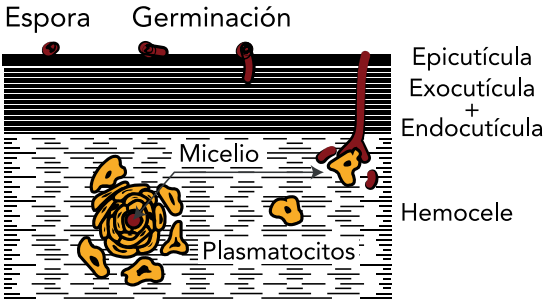


Fuente: Fundación PROINPA

Estos hongos tienen la capacidad de invadir el tegumento[56] de los insectos en fases larvarias, estados inmaduros o adultos. Como se observa en la figura las esporas de los hongos entran en contacto con el insecto, la espora inmediatamente germina e ingresa dentro del cuerpo del insecto, utilizando otros mecanismos como ser la producción de toxinas o enzimas que facilitan el ingreso. Durante todo este proceso de colonización el insecto está vivo y corresponde a la fase patogénica, después que el insecto muere y además se observa la esporulación del hongo en la superficie del insecto se denomina fase saprofítica[57](Imagen III.11a e Imagen III.11b). De esta forma es como el hongo puede sobrevivir de una campaña a otra en restos de insectos o en la materia orgánica (Téllez-Jurado, 2009 y Reyes, H. y Vivas, ML, 2014).

56 Capa externa de los insectos
57 Cuando el organismo vive sobre materia orgánica en descomposición y se alimenta de ella.

Imagen III.11a. El proceso de micosis del entomopatógeno[58].

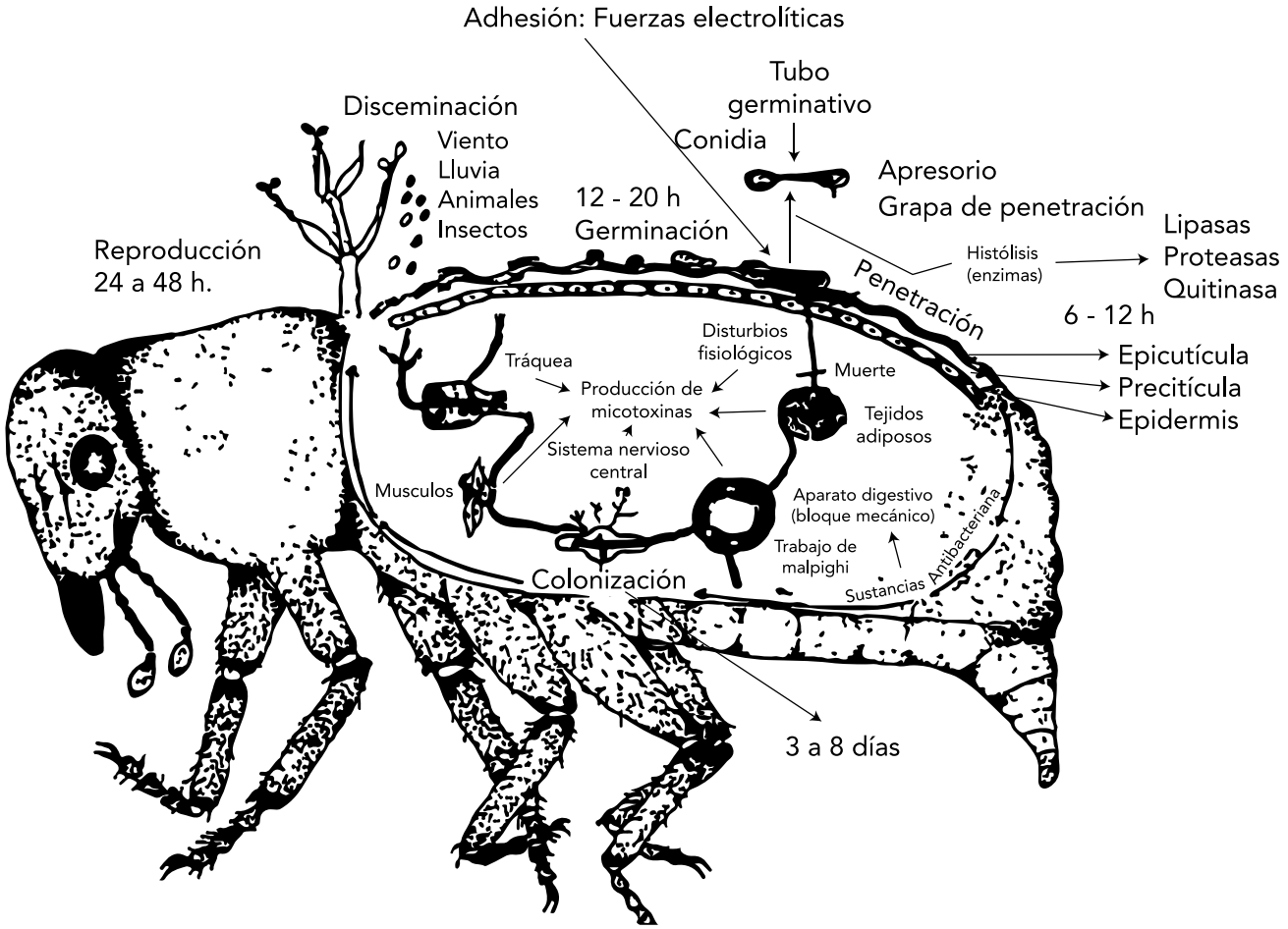


Fuente: Venero, R. 2021

El proceso de micosis se lleva a cabo en 10 pasos: adhesión, germinación, penetración, multiplicación del hongo en el hemocele[59], producción de toxinas, la muerte del insecto, la colonización completa en el interior del insecto, emergencia del hongo al exterior, esporulación y la diseminación.

58 Microorganismos que atacan a los insectos e incluyen bacterias, hongos, virus y nemátodos. Con pocas excepciones, las enfermedades que atacan a los insectos no causan daño a otros animales tales como mamíferos y pájaros.
59 Cavidad no revestida de peritoneo llena de sangre o hemolinfa característica de muchos invertebrados.

Imagen III.11b. Los 10 pasos del proceso de micosis del entomopatógeno actuando sobre el insecto plaga.



Fuente: Venero, R. 2021

En el campo de manera natural ocasionan epizotias[60] que reducen significativamente las poblaciones cuando las condiciones son favorables (alta humedad). Desde que el hongo llega al insecto hasta que aparece muerto con esporulación demora entre 7 a 10 días.

El caso de las bacterias, específicamente del género *Bacillus thuringiensis*, éste actúa por ingestión y este grupo en particular específico para larvas de lepidópteros, a diferencia de los hongos en este caso la consistencia de la larva muerta por B.t. es flácida y de color oscuro. Esta bacteria es la más utilizada a nivel mundial.

60 Enfermedad que reina transitoriamente en una región o localidad y ataca simultáneamente a una gran cantidad de individuos de una o varias especies de animales.

Imagen III.12. *Bacillus thuringiensis* ataca larva de lepidóptero

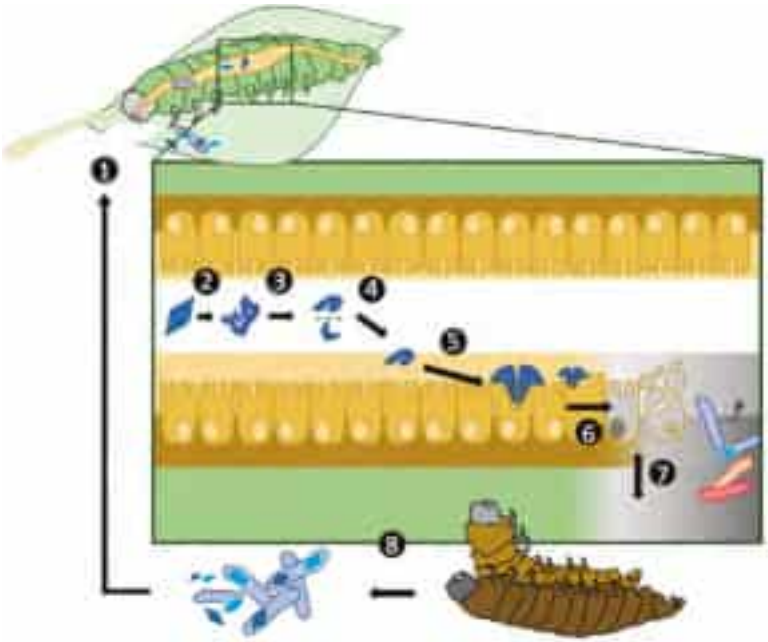
Fuente: Fundación PROINPA

En el proceso de infección el primer paso es la ingestión por parte de la larva[61], posteriormente viene la solubilización del cristal como consecuencia del pH alcalino, ocurre la ruptura del cristal liberando las protoxinas. Posteriormente una vez activadas, las toxinas deben atravesar la membrana del intestino y van a producir enzimas del tipo de las quitinasas endógenas o exógenas, capaces de degradar la quitina.

Esta pérdida en la integridad de la membrana genera un desequilibrio osmótico que desemboca en la rotura celular. Tras la lisis de las células intestinales se produce una septicemia[62], causada principalmente por el paso a la hemolinfa[63] no sólo de las propias esporas o formas vegetativas de *B.t.*, sino también de todas aquellas bacterias oportunistas y otros patógenos presentes en el bolo alimentario y el insecto acaba muriendo. Tras la muerte del insecto, la bacteria puede aprovechar este ambiente para continuar creciendo y esporular, favoreciendo su posterior dispersión en el medio (Pino y Hernández Martínez, 2019).

61 En los insectos es el estado de desarrollo, cuando ha abandonado el huevo y es capaz de nutrirse por sí misma, pero aún no ha adquirido la forma y la organización propia de los adultos de su especie. fase intermedia en la metamorfosis de algunos animales, de tal forma que la larva se encuentra entre la etapa del huevo y la del individuo adulto.
62 Infección generalizada producida por la presencia en la sangre de microorganismos patógenos o de sus toxinas.
63 Fluido que circula por el interior de algunos animales invertebrados. Se trata de un líquido que, por sus características, resulta equivalente a la sangre de los seres vertebrados. Puede ser de diferentes colores (anaranjado, verdoso o incluso incolora).

Imagen III.13. El proceso de actuación del *Bacillus* sobre el insecto plaga.



(1) Ingestión, (2) Solubilización, (3) Activación, (4) Paso a través de la membrana peritrófica, (5) Unión a receptores de membrana (6) Formación de poro y lisis celular, (7) Septicemia y muerte, (8) Dispersión.

Fuente: Pinos D. y Hernández-Martínez P. (2019) Modo de acción de las proteínas insecticidas de Bacillus thuringiensis, Boletin SEEA No. 4 2019

3.4. El desarrollo tecnológico[64].

El desarrollo tecnológico no estaría completo si no se hace actividades para la masificación de los productos. En esta sección se describen los procesos para hacer que los productos en base a microorganismos sean producidos masivamente en poco tiempo de tal forma que lleguen a las familias y emprendedores que necesitan soluciones a sus problemas con todo su potencial.

64 Starobinsky, G.et al. . 2022. La Agricultura Verde como tractora del desarrollo científico-tecnológico: oportunidades y desafíos para el desarrollo de bioinsumos en Argentina. Misión Productiva. Buenos Aires, Argentina.

3.4.1. Producción de bioinsumos en base a la fermentación estática.

El desarrollo de bioinsumos en base a técnicas de multiplicación masiva, conlleva a diversos procesos tecnológicos, donde la biotecnología participa de forma activa. Uno de los procesos biotecnológicos de producción masiva de microorganismos a nivel de biomasa, estructuras vegetativas y de conservación refiere a la fermentación estática, que utiliza operativamente equipos accesibles y de menor costo de implementación. Este tipo de procesos biotecnológicos unitarios, generalmente son utilizados para la producción estructuras infectivas tal como conidias sumergidas (a partir de hongos) y metabolitos secundarios a partir de bacterias acido lácticas para la producción de PROBIOTICOS.

3.4.2. Producción de bioinsumo en base a la fermentación dinámica.

A nivel de los procesos unitarios biotecnológicos, este sistema permite el escalamiento a nivel industrial para producir, antibióticos (metabolitos secundarios) con actividad bioinsecticida, biofungicida y biofertilizadora, fitohormonas, estructuras infectivas (conidios sumergidos, blastosporas, clamydosporas y microesclerocios a partir de hongos filamentosos y bacterias saprofitas), biomasa formada en base a micelio activo. Su automatización valoriza a la industria de producción de bioinsumos agrícolas a obtener productos con elevada pureza, alta concentración, alta especificidad y virulencia dirigida.

Consorcios microbianos que incrementan la sostenibilidad de sistemas agrícolas de producción sustentable.

3.4.3. Nuevos bioinsumos en base a su potencial biológico.

La biotransformación a partir de entes biológicos en compuestos activos con actividad biológica específica, presenta nuevas oportunidades para la investigación y desarrollo de nuevos bioinsumos con especificidad definida. Con el advenimiento de la Biotecnología se tienen soluciones amigables con el medio ambiente, tal como: los biofertilizadores, bioinsecticidas, bioestimulantes, biorremediadores, biofungicidas y biorremediadores.

3.4.4. Elevada concentración viable.

Actualmente en la industria de los bioinsumos, es posible desarrollar procesos unitarios que conllevan a resultados exitosos en la producción de ingredientes activos a partir de microorganismos. La tecnología de la fermentación microbiana utilizando Biorreactores, direcciona a incrementar la producción de los ingredientes activos a nivel de concentración. Un bioinsumo con elevada concentración garantiza un efectivo control a nivel de enfermedades agrícolas y regulación de insectos plagas.

3.5. Conclusiones y discusión.

La revolución que en su momento implicó el uso en el sector agrícola de plaguicidas y fertilizantes químicos enfrenta enormes desafíos, tanto productivas (resistencia de plagas y fitopatógenos), como ambientales (impacto sobre la biodiversidad de los suelos y la salud humana) que se evidencia en los países más ricos, con crecientes regulaciones y nuevos hábitos de consumo.

Se presentan nuevas oportunidades de mejora de la producción agropecuaria, como la incorporación de nuevas tecnologías que va desde sensores y herramientas de análisis de suelos, drones, robótica, big data y automatización digital, contribuye a un uso más eficiente de los insumos. La otra es el desarrollo y difusión de dos grandes grupos de bioinsumos (1) bioestimulantes y los biocontroladores. Los biofertilizantes, un subgrupo relevante dentro de los bioestimulantes, aumentan la eficiencia en el uso de nutrientes. Otro atributo es que un mismo agente biológico puede tener múltiples beneficios en un cultivo. Como ejemplo, hay microorganismos que estimulan crecimiento, también pueden controlar plagas, funcionando como bioestimulante y biocontroladores a la vez. Uno de los más novedosos efectos de los bioinsumos es que tienen efectos múltiples en diferentes problemas simultáneamente, son renovables y no dejan trazas de residuos tóxicos en los alimentos. Representan apenas el 3,8% del mercado total de insumos, incluyendo los agroquímicos, sin embargo, se estima que su tendencia creciente es del 15% anual, con respecto al 2 a 3% de los agroquímicos, o sea que en menos de una década serán tan o más populares que muchos de los agroquímicos.

La sostenibilidad de los sistemas de producción debe ser una preocupación de todos los actores de las cadenas productivas. La innovación tecnológica al desarrollo de bioinsumos ha avanzado a pasos agigantados para mejorar las tecnologías de producción, tanto en el mejoramiento de variedades, control de las plagas, la fertilización y el aprovechamiento de nutrientes del suelo. Sus beneficios incluyen prevención de deterioro medioambiental, reducen los costos de producción y los efectos negativos en la salud de los productores, los consumidores, enemigos naturales y otras especies de importancia económica como las abejas. Reduce la dependencia de plaguicidas químicos, fertilizantes y su impacto en el incremento en los rendimientos productivos es dramático. El impacto en el desarrollo filogenético de variedades, son una promesa para mejorar la seguridad alimentaria y nutricional de la humanidad para enfrentar los desafíos del crecimiento poblacional que se prevé para 2050 alcanzará los 11,000 millones de habitantes, sobrepasando la capacidad de la tierra para sostener la alimentación de su población. Siempre existe el desafío de mejorar las técnicas actuales de producción incorporando las innovaciones basadas en las aplicaciones de los bioinsumos para mejorar los sistemas de producción de alimentos, con un conjunto de beneficios en función de la salud y nutrición humana, el medioambiente, la economía de familias rurales en áreas en que hasta hace una década era inimaginable producir algunas especies de cultivos alimenticios.

3.6. Referencias bibliográficas.

Angulo, C. et al. 2014. Caracterización de rizobacterias promotoras de crecimiento en plántulas de *Eucalyptus nitens*. En Revista Argentina de Microbiología Volume 46, Issue 4, October–December 2014, Pages 338-347. Buenos Aires, Argentina.

Barboza, A. 2022. Especies nativas de Trichoderma aisladas de plantaciones de aguacate con actividad inhibitoria contra Phytophthora cinnamomi, En Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial.

Vol. 20 Núm. 2 (2022): Julio a Diciembre. 112-116 pp. Universidad del Cauca, Colombia.

Boletín de Prensa. 2021. Investigan efectos de bacterias contra plaga que daña cultivos. CINESTA5. México, México.

Bonilla, R. et al. 2021. Rol de las bacterias promotoras de crecimiento vegetal en sistemas de agricultura sostenible. Corporación colombia-

na de investigación agropecuaria, Mosquera, Colombia. Ed. AGROSAVIA. Extraído de https://doi.org/

Burketova et al. 2015. Bio-based resistance inducers for sustainable plant protection against pathogens. En Biotechnology advanced. 2015 Nov 1;33(6 Pt 2):994-1004. Nationl Center for Biotechnology Information. Extraido de https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25617476/

Cañar, D. et al, 2021. Conservación y manejo de la diversidad microbiana en los bancos de germoplasma para la alimentación y la agricultura en Colombia. Editorial AGROSAVIA. Colombia.

Compant S, et al. 2005. Use of plant growth-promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. En Applied environmental microbiology. Sep; 71(9):4951-9. Doi. Bethesda, Maryland

Chávez-Luzanía, et al. 2022. Pangenomes-identified singletons for designing specific primers to identify bacterial strains in a plant growth-promoting consortium. In Molecular Biology Reports. (9) Vol 49

FAO. 2016. Guía de identificación y conrol de las principales plagas que afectan la quinua en la zona andina. Santiago, Chile.

Fuertes-Medizabal, T. 2020. Bioestimulantes basados en organismos eficientes para una nueva agricultura. País Vasco, España. Editorial Sustrai 114https://www.researchgate.net/publication/348630334_Bioestimulantes_basados_en_microorganismos_eficientes_para_una_nueva_agricultura?

ILPES/FAO. 2010. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana (AUP). 1era edición.

Jiménez Díaz, R. 2003. El papel que juega la Fitopatología en la agricultura sostenible. Fitopatología 38 (2): 62- 73.

Katz, E.; and Demain, A.L. 1977. The peptide antibiotics of Bacillus: chemistry, biogenesis, and possible functions. Bacteriol Rev 41: 449 – 474.

Marketplace Agrícola. 2021. Tipos de bioinsumos ¿Qué son y para qué sirven? Colombia

Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA). 2022. Paz, dignidad e igualdad en un planeta sano. ONU, NY

Fundación Antama.2022. Las plantas pueden convertirse en fábricas de nitrógeno. En Biotecnología: Nuevas tecnologías en agricultura, medio ambiente y alimentación. Madrid, España.

Navia, O. y E.N. Fernández - Northcote. 1996. Estrategias de control químico del tizón. Ficha Técnica 2/96 Fitopatología. Programa de Investigación de la papa - PROINPA (IBTA_CIP_COSUDE). Cochabamba - Bolivia.

Kessmann,H., M. Oostendorp, and T. Saub. 1996. Bion 50 WG: modo de acción de un nuevo activador de plantas. Ciba-Geigy Limitada, 4002 . Basel, Suiza.

López, M.; Peñalver, R. 2009. Control biológico de bacterias fitopatógenas. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Valencia, España.

Partiño-Torres, C. y Sanclemente-Reyes, O, 2014. Los microorganismos solubilizadores de fósforo (MSF): una alternativa biotecnológica para una agricultura sostenible. En Entramado, Vol. 10 No. 2, 2014 (Julio - Diciembre). Colombia, Ed. Unilibre Cali

Pedraza, et al. 2020. Mecanismos de acción de bacillus spp. (bacillaceae) contramicroorganismos fitopátogenos durante su interacción con plantas. Acta biológica Colombiana. 2020;25(1):26-85 pp. Instituto de Biotecnología, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Pieterse, C. et al. 2014. Induced systemic resistance by beneficial microbes. Annual Review of Phytopathology, 52: 347-375.

Plazas, E. 2007. Mejoramiento de un medio de cultivo para la producción de un inoculante con base en bacterias fosfato solubilizadoras. [Tesis de grado].Pontificia Universidad Javeriana. Colombia

Reyes, H. y Vivas, ML, 2014. Hongos entomopatógenos de insectos plagas de tomate y pimiento. España. Editorial Academica Espanola.

Riveros, A. E. 2010. Inducción de resistencia en plantas. Interacción planta – patógeno. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José, Costa Rica. 238 p.

Rolando, C. 2017. Guía de elaboración y aplicación de bioinsumos para una producción agrícola sostenible. San José, Costa Rica.

Smith, K.P., Handelsman, J. and Goodman, R.M. 1999. Genetic basis in plants for interaction with disease-suppressive bacteria. Proceedings Natlional Academy of Sciences. Vol. 96, pp. 4786 – 4790, April 1999Agricultural Sciences. Madison, USA 96, 4786-4790

Sutton, J.C. 2005. Present and future perspectives of biological disease control in crops. En: Libro de resúmenes del III Congreso Argentino

de Fitopatología - .Asociación Argentina de Fitopatología. 4, 5 y 6 de junio de 2014 San Miguel de Tucumán Tucumán | República Ar gentina

Starobinsky, G. et al. 2021. Bioinsumos para la agricultura que demandan esfuerzos de investigación y desarrollo. Capacidades existentes y estrategia de política pública para impulsar su desarrollo en Argentina.

Documentos de Trabajo del CCE N° 17. Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

Starobinsky, G.et al. 2022. La Agricultura Verde como tractora del desarrollo científico-tecnológico: oportunidades y desafíos para el desarrollo de bioinsumos en Argentina. Misión Productiva. Buenos Aires, Argentina.

Vásquez-Ramírez, L.M.; Castaño-Zapata, J. 1017. Manejo Integrado de la marchitez vascular del tomate [*fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici (sacc.) w.c. snyder & h.n. hansen]: una revisión. En Re5. U.D.C.A Act. & D4. Cient. 20(2): 363-374, Julio-Diciembre, 2017. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.

Venero, R. 2021. Todo hongos entomopatógenos para principiantes. Bioalternativa de insumos agrícolas. Perú.

Vivanco, S. 2018. Determinación de la capacidad de solubilización de potasio por Bacillus mucilaginosus. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Villareal-Delgado, M., Villa-Rodríguez, M., y Cira-Chávez, L. 2017. El género Bacillus como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. Revista Mexicana de Fitopatología 36(1): 95-130. Sonora, México.

WWF. 2020. Informe Planeta Vivo 2020: Revertir la curva de la pérdida de biodiversidad. Resumen. Almond, R.E.A., Grooten M. y Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Suiza.

Zamora, A. 2017. Desarrollan tomates capaces de florecer y madurar dos semanas antes. En Biotecnología CRISPR. Fundación Antama. Madrid, España.

4.
ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN DE BIOINSUMOS

Luis Crespo Valenzuela - Osmar Mendoza Villarroel - Oscar Navia Montaño - Rolando Oros Martínez - René Pereira Romero - Giovanna Plata Rosales

Resumen.

Combinando los diferentes mecanismos de acción de los bioinsumos y potenciando sus efectos con productos químicos, la Fundación PROINPA ha validado estrategias para diferentes cultivos para lograr la prevención y control de plagas y enfermedades basada en el uso de bioinsumos. Se describe el tipo de acción de cada bioinsumo utilizado y en qué casos es necesario emplear productos químicos de manera combinada. Se describe también la estrategia en el caso de las plantineras que son cada vez más utilizadas para los sistemas de producción.
Palabras clave: Aplicación de bioinsumos, bioinsumos, microorganismos benéficos, patógenos del tomate, mecanismos de acción, parasitismo, compuestos antimicrobianos, inducción de resistencia, bioinsecticida, biofungicida.

Introducción.

La nueva corriente nacional y global es la producción de alimentos en un sistema sostenible, que tome en cuenta la salud de los suelos, la protección del medio ambiente y de los operarios y la obtención de

alimentos inocuos para el consumidor. En este sentido, una alternativa muy importante para un manejo sostenible del cultivo de tomate son los microorganismos benéficos. Se trata de utilizar interacciones planta-microorganismo, que sean beneficiosas para los cultivos y que mejoren el control de patógenos, situando la lucha biológica en un contexto de manejo integrado (Gandarillas y Navia, 2016; Navia et al, 2006; Jimenez-Diaz, 2003).

El tomate es un cultivo importante en Bolivia, sin embargo, uno de los factores limitantes más serios para incrementar la producción y productividad del mismo, son las enfermedades de suelo y foliares de las plantas. Por el tipo de agricultura que se practica en el tomate, con una fuerte carga de agroquímicos a la siembra y durante el desarrollo del cultivo, en el suelo se ha producido un desbalance microbiológico, favoreciendo a los microorganismos patógenos. En otras palabras, la salud del suelo ha sido afectada y éstos se han convertido en suelos enfermos crónicos. Por otra parte, en los últimos años, las enfermedades foliares como tizón tardío, tizón temprano, bacteriosis y otras enfermedades se han agudizado y son muy agresivas, afectando severamente el rendimiento de las plantas.

Otro de los factores limitantes más serios para incrementar la producción y productividad del tomate, es la presencia de insectos, como la polilla, pulgones, mosca blanca y otros; que atacan al cultivo durante todo su ciclo vegetativo y afectan la productividad, rendimientos y calidad de los frutos. Por el tipo de agricultura que se practica en el tomate, el uso indiscriminado de insecticidas de amplio espectro, la falta de rotación de ingredientes activos, se ha generado resistencia a algunos plaguicidas de algunos insectos y han aparecido nuevas especies de insectos plagas, o que antes eran considerados plagas irrelevantes porque ocasionaban relativamente poco daño, actualmente, son plagas relevantes y con alta incidencia económica. El uso de insecticidas químicos también afecta a los insectos benéficos o controladores naturales que tienden a desaparecer.

Para revertir esta situación, PROINPA propone incrementar la población de microorganismos benéficos, haciendo que mejore el balance de la población microbiana, para que progresivamente se restituyan los suelos, sean mucho más productivos y el cultivo más sostenible. La propuesta de la Fundación PROINPA es el desarrollo de una estrategia

de un enfoque de Manejo Integrado de las Plagas (MIP) factible de implementar tanto en una agricultura intensiva y extensiva, basada en una combinación eficiente de labores culturales, productos químicos y bioinsumos (PROINPA, 2022).

Objetivos del capítulo.

Describir los mecanismos de acción de la estrategia desarrollada por PROINPA para la prevención y control de plagas y enfermedades del cultivo de tomate utilizando bioinsumos.

4.1. Control biológico: ¿cómo los microorganismos benéficos actúan para suprimir patógenos causantes de enfermedades?.

La mayoría de los patógenos e insectos plaga del cultivo de tomate tienen antagonistas biológicos o enemigos naturales que se pueden integrar como parte de un programa de control biológico, que consiste en la utilización dirigida de agentes biológicos que contribuyan al control de las enfermedades.

De una manera general, los microorganismos benéficos suprimen patógenos causantes de enfermedades, a través de los siguientes mecanismos: competencia por nutrientes, competencia por espacio, antibiosis, parasitismo, y/o resistencia sistémica (Gandarillas y Navia, 2016; Riveros, 2010, Dion, 2009, López, 2009; Stein, 2005; Sutton, 2005; Bochow et al, 2001; Smith et al, 1999; Backman et al, 1994; Katz and Demain, 1977).

4.1.1. Competencia por nutrientes.

La competencia surge cuando al menos dos organismos requieren lo mismo y el uso por parte de uno reduce la disponibilidad para el otro. En la competencia por nutrientes o bien un microorganismo posee un mecanismo de absorción mejor o posee enzimas extracelulares más activas, de forma que uno obtiene más nutrientes y crece, mientras que el otro no obtiene nutrientes suficientes para crecer. Este mecanismo está demostrado en cuanto a las fuentes de carbono y de nitrógeno, y también para oxígeno, hierro y en caso de autótrofos por la luz.

4.1.2. Competencia por espacio.

En la competencia por espacio, la competencia puede ser por los sitios de infección, donde la ocupación de dichos sitios por un microorganismo impide la colonización por otro. Por ejemplo, hongos compitiendo o bacterias ocupando los sitios de infección de patógenos sobre las superficies de la planta (follaje, raíces, etc.).

4.1.3. Antibiosis.

Los microorganismos antagonistas producen antibióticos, enzimas, toxinas volátiles y otras sustancias que matan o inactivan a los patógenos (y a otros organismos). Los antibióticos pueden matar patógenos, pero otros efectos causados por concentraciones subletales o subinhibitorias pueden ser más importantes (por ejemplo, eliminan funcionamientos metabólicos y de crecimiento de patógenos). Entre los componentes volátiles tenemos por ejemplo cianuro de hidrógeno y amonio. Respecto a las enzimas, éstas destruyen las paredes, las membranas y el protoplasma de las células de los patógenos (quitinasas, celulasas, glucanasas, proteasas, etc.).

Una de las características más importantes de los microorganismos benéficos, como del género *Bacillus*, es su capacidad de producir una gran variedad de antibióticos con capacidad de inhibir el crecimiento de agentes fitopatógenos, entre éstos, los lipopéptidos cíclicos no ribosomales (iturinas, fengicinas y surfactinas), que han sido ampliamente estudiadas por su actividad antibacteriana y antífúngica. La actividad antimicrobiana de estos lipopéctidos tiene lugar por su interacción con la membrana citoplasmática de células bacterianas o fúngicas, provocando la formación de poros y un desbalance osmótico, lo que desencadena la muerte celular de los microorganismos fitopatógenos. Algunos lipopéptidos pueden tener múltiples mecanismos de acción, alterando procesos celulares como homeostasis intracelular de calcio, metabolismo energético y procesamiento del RNA. Además de la antibiosis, los lipopéptidos influyen en el establecimiento de Bacillus, mediante la regulación de procesos celulares como motilidad y formación de biopelículas.

La producción de enzimas líticas como quitinasas y β-glucanasas excretadas por el género *Bacillus*, han mostrado un efecto inhibitorio contra

patógenos de origen fúngico. Estas enzimas son responsables de la degradación de los principales polisacáridos que conforma la pared celular de hongos, mediante la hidrólisis de sus enlaces glucosídicos. Actualmente, existen diversos estudios científicos que reportan el papel de estas enzimas en la actividad antifúngica in vitro obtenidas de cepas del género *Bacillus*, por ejemplo, en el control de *Rhizoctonia solani*.

Tabla IV.1. Algunos antibióticos elaborados por especies del género *Bacillus*

Bacillus subtilis	Mycobabacilin Subtilin Bacilysin Bacilomycin Bacillomycin Fungistatin Bulbiformin Bacillin Supsporin Bacillosin Mycosubtilin Fungocin Iturin Neocidin Eumycin
Bacillus pumilus	Micrococcin P Pumilin Tetain
Bacillus licheniformis	Bacitracin Licheniformin Proticin
Bacillus laterosporus	Laterosporamine Laterosporin
Bacillus cereus	Biocerin Cerexin Thiocillin
Bacillus polymyxa	Polymyxin Colistin Gatavalin Jolipeptin

Bacillus circulans	Butirusin Circulin Polypeptin Xylostatin
Bacillus mesentericus	Esperin
Bacillus brevis	Gramicidin Tirocidine Linear gramicidin Brevin Edeine Eseine Bresseine Brevistin
Bacillus thiaminolyticus	Octopytin ((thianocine) Baciphelacin

Fuente: Villareal et al, 2018; Dion, 2009, López, 2009; Stein, 2005; Sutton, 2005; Bochow et al, 2001; Kilian et al, 2000; Smith et al, 1999; Backman et al, 1994; Katz and Demain, 1977.

4.1.4. Parasitismo.

Muchos tipos de organismos son capaces de usar patógenos vegetales vivos como alimento. Entre ellos se incluyen cepas de hongos, oomycetes, bacterias, nematodos, amebas y virus.

El antagonismo puede operar simplemente usando el patógeno como fuente de alimento, si el patógeno es un hongo y el antagonista un micoparásito normalmente es capaz de romper la pared celular del hospedador con quitinasas o glucanasas. Si el patógeno es un oomiceto (*Pythium, Phytophthora,* etc.) además necesita celulasas.

Los micoparásitos mejor conocidos son los del género *Trichoderma*, que son utilizados contra muchos patógenos de suelo. Las hifas de *Trichoderma* penetran tanto las estructuras de supervivencia como esclerocios o hifas en estado de crecimiento. Las hifas del micoparásito se enrollan alrededor del hospedador y producen su muerte sin haber evidencia de que agujeree la pared celular. Los aislados de Trichoderma producen diferentes quitinasas y glucanasas en cultivo que degradan los componentes mayoritarios de la pared celular de los hongos patógenos.

4.1.5. Resistencia inducida.

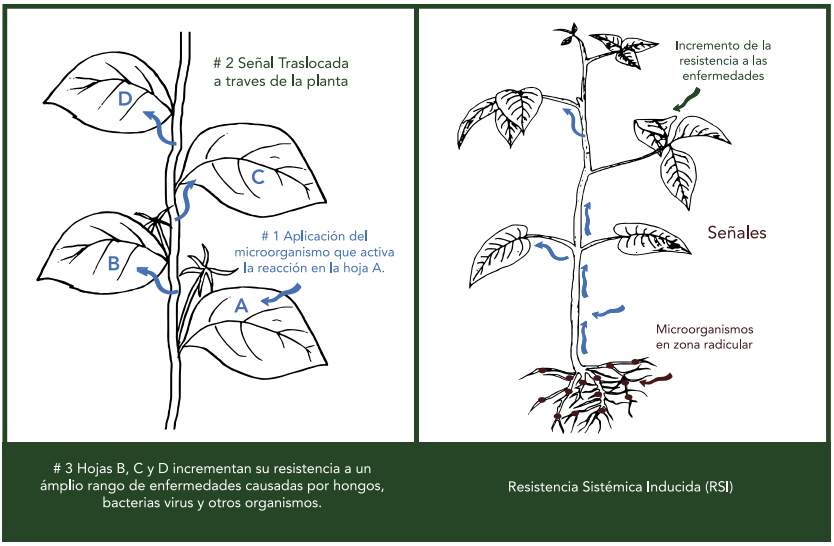
La resistencia inducida se refiere al incremento de la resistencia de la planta hacia los patógenos, después de que la planta ha estado expuesta a, o tratada con, organismos o químicos que pueden provocar esta respuesta.

Cuando se induce la resistencia, la planta tiene cambios de tipo estructural y bioquímico, y expresa una serie de genes que confieren resistencia como 1,3-b-glucanasas, fitoalexinas, genes relacionados con el refuerzo de la pared celular como peroxidasas y la deposición de lignina, callosa y glicoproteínas ricas en hidroxiprolina y proteínas relacionadas con patogénesis, proteínas (PR).

La resistencia inducida puede ser de dos tipos: Tipo I, la Resistencia Sistémica Adquirida (microorganismo inductor aplicado al follaje) y Tipo II, la Resistencia Sistémica Inducida (microorganismo inductor aplicado al suelo, raíz). El primero depende de la vía del ácido salicílico y el segundo de la vía del ácido jasmónico y del etileno (Imágenes IV.1 y IV.2).

Imagen IV.1. Resistencia sistémica adquirida

Imagen IV.2. Resistencia sistémica inducida



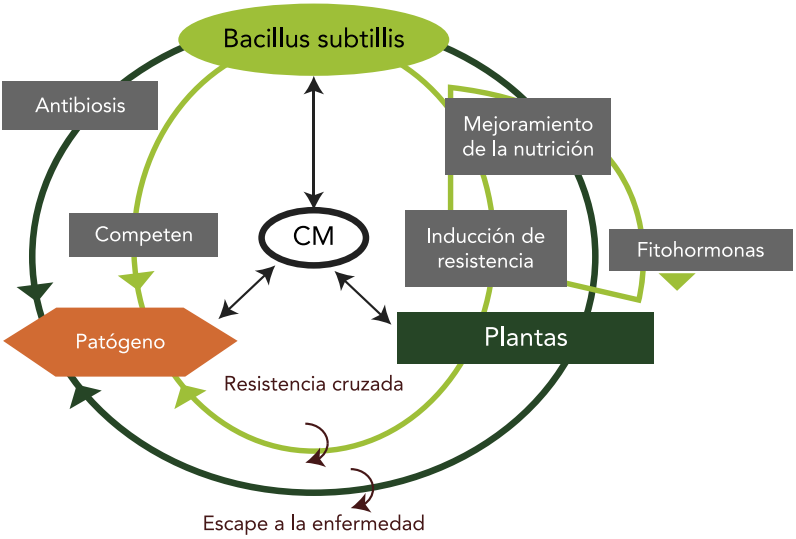
Fuente: Gandarillas y Navia, 2016; Riveros, 2010, Dion, 2009, Stein, 2005; Sutton, 2005

Los inductores bióticos de origen microbial, han recibido en las últimas dos décadas, una considerable atención como potentes inductores, capaces de desencadenar respuestas de defensa en las plantas. Entre estos microorganismos entre los más estudiados y con éxito han sido las bacterias benéficas *Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefasciens, Bacillus pumilus* y otros. Las bacterias del género *Bacillus spp.*, tienen como uno de sus mecanismos de acción el activar la resistencia sistémica en la planta.

4.1.6. Mecanismos combinados (*Trichoderma* spp. *y Bacillus subtilis*).

Muchos microorganismos antagonistas utilizan varios mecanismos de acción simultáneamente frente a un patógeno. Por ejemplo, *Trichoderma* spp. utiliza además del microparasitismo, competencia y antibiosis. Asimismo, la bacteria benéfica *Bacillus subtilis* utiliza los mecanismos de resistencia inducida, competencia por espacio y nutrientes, antibiosis (Imagen IV.3).

Imagen IV.3. Mecanismos de acción de la bacteria benéfica *Bacillus subtilis.* Mecanismos de resistencia inducida, competencia por espacio y nutrientes, y antibiosis.

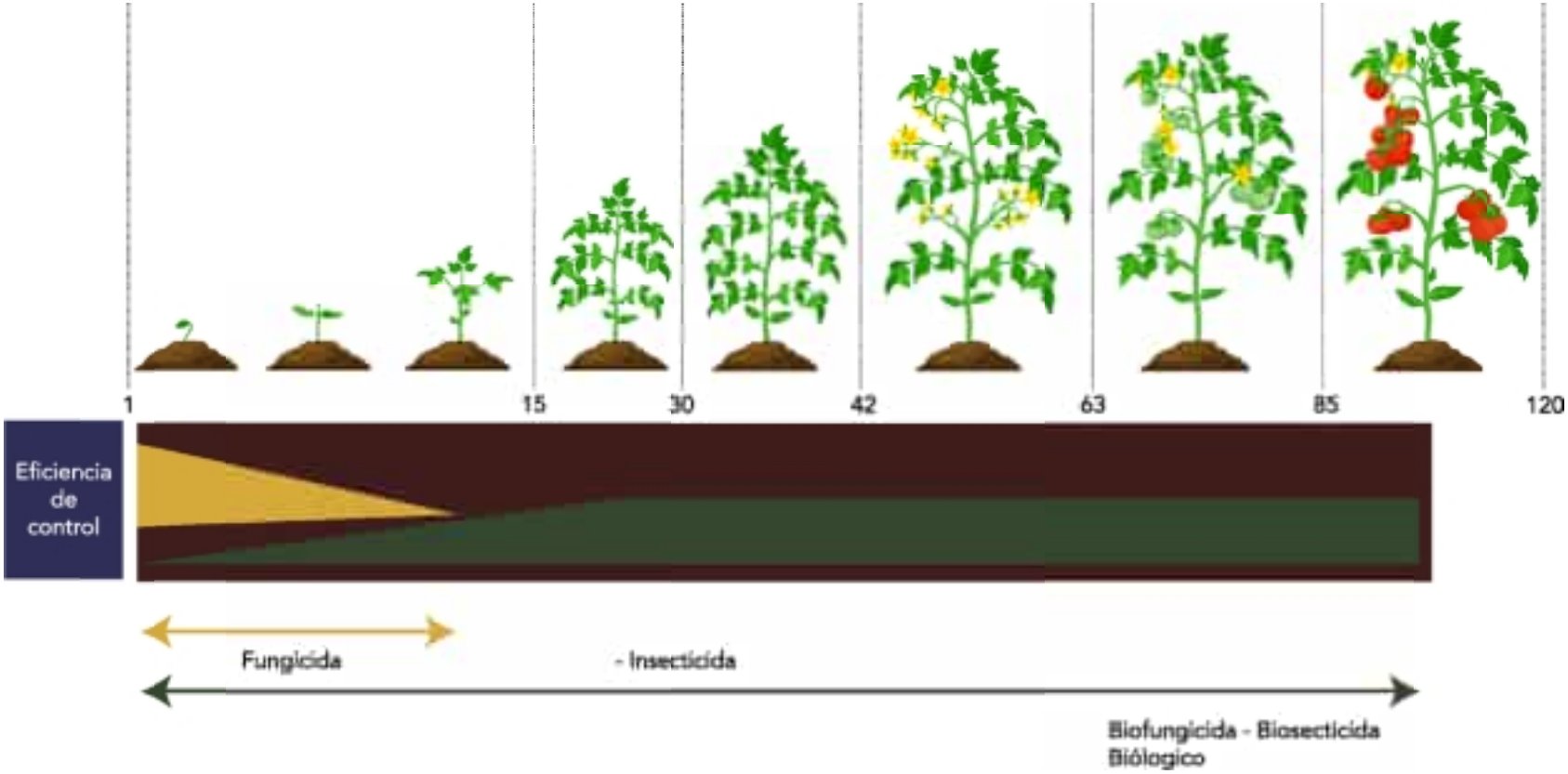


Fuente: Modificado de Kilian et al, 2000; Dion, 2009, Sutton, 2005

En tomate y otros cultivos, los Bioinsumos (Biofungicidas, bioinsecticidas, biofertilizantes) en base a microorganismos benéficos, se aplican por tratamiento de semilla, a la siembra en almacigueras, al transplante o por aspersión foliar al follaje. En términos prácticos, se pueden aplicar solos o en combinación con otros productos químicos que se utilizan para el tratamiento de semilla y para aplicaciones foliares (fungicidas, insecticidas, fertilizantes, etc.). Pruebas de laboratorio muestran la compatibilidad de los Bioinsumos con la mayoría de los productos químicos comerciales utilizados en el manejo del cultivo.

En la aplicación combinada de los biofungicidas con fungicidas químicos, ambos actúan según sus mecanismos de acción. Los primeros proveen un control en el corto plazo y los segundos en el largo plazo, durante todo el desarrollo del cultivo. El fungicida químico actúa en las primeras etapas de desarrollo de la planta mientras dure su efecto residual (15 a 30 días, dependiendo del producto), mientras los microorganismos del biofungicida se van multiplicando y a medida que pasa el tiempo aumentarán sus poblaciones, protegiendo al cultivo durante todo el ciclo del cultivo (Imagen IV.4).

Imagen IV.4. Periodos de control de bioinsumos (biofungicidas, bioinsecticidas) y productos químicos (fungicidas, insecticidas), en función al ciclo del cultivo de tomate.



Fuente: Gandarillas y Navia, 2016; PROINPA, 2022.

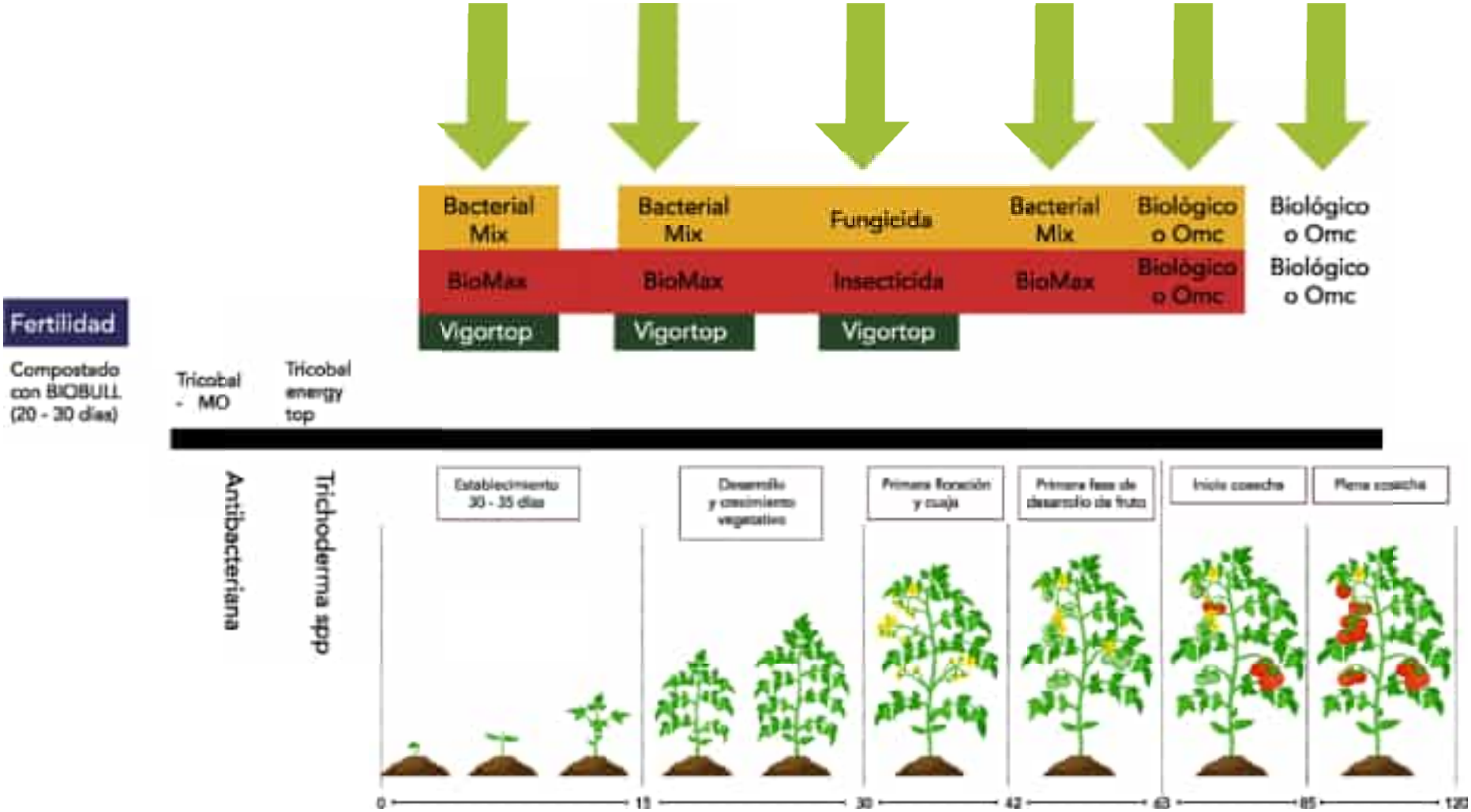
4.2. Estrategia de manejo del cultivo del tomate.

El tomate y otras hortalizas, son cultivos muy importantes en el país. Sin embargo, los rendimientos son muy bajos debido, principalmente, a la incidencia de enfermedades y plagas, la alta contaminación con patógenos de suelo y la pérdida de su fertilidad. Todo esto lleva al excesivo uso de plaguicidas químicos, provocando mayor deterioro del sistema productivo, contaminación del ambiente, intoxicación de las familias de productores y productos y productos contaminados a los consumidores.

Para revertir esta situación, PROINPA propone incrementar la población de microorganismos benéficos, haciendo que mejore el balance de la población microbiana, progresivamente se restituyan los suelos y sean mucho más productivos y sostenibles. La propuesta de la Fundación PROINPA es el desarrollo de una estrategia de manejo ecológico que sea eficiente para el agricultor y que reduzca el uso de pesticidas. La estrategia de PROINPA integra el manejo de la fertilidad del suelo y el manejo de enfermedades y plagas. Es fundamental el manejo desde almacigueras, al transplante, y durante el desarrollo del cultivo.

La estrategia de manejo del cultivo de tomate, se describe a continuación (Imagen IV.5.):

Imagen IV.5. La estrategia del cultivo de tomate



Fuente: PROINPA, 2022.

4.2.1. Elaboración de abonos orgánicos.

La elaboración de compost se debe realizar utilizando estiércoles de animales y residuos vegetales, 30 días antes (compost inmaduro) o 60 días antes (compost maduro) del inicio de campaña agrícola. Para la preparación del compost se debe utilizar aceleradores o biodegradadores de materia orgánica, como BIO BULL que está formulado con Microorganismos Eficientes (EM) degradadores de materia orgánica.

4.2.2. Manejo de almacigueras o plantineras.

Es recomendable hacer los almácigos en terrenos nuevos o lugares diferentes al campo definitivo, con el objeto de evitar focos de contaminación. La preparación de la almaciguera se realiza unos 20 a 30 días antes de almacigar la semilla. El almacigo debe hacerse mezclando tierra del lugar con abonos orgánicos. En plantineras, se debe utilizar sustrato de calidad. La desinfestación elimina los organismos presentes en el suelo causantes de enfermedades (hongos y bacterias), nematodos, insectos de suelo y malezas anuales y perennes. Esto asegura obtener plantas sanas y vigorosas para un transplante exitoso.

Una forma moderna de desinfección es utilizando biofungicidas en base a microorganismos biocontroladores como TRICOBAL (*Trichoderma* spp. *+ Bacillus subtilis*), a la dosis de 50 g/m^2 de almaciguera. En plantineras, se incorpora TRICOBAL en el substrato, o también por riego a las bandejas.

4.2.3. Al transplante.

Aplicación de TRICOBAL más ENERGY TOP a la dosis de 1 kg/ha o 1 l/ha. Para esta aplicación (plantación a raíz desnuda), se prepara en un recipiente o bañador 1 kg de TRICOBAL con 2 litros de agua, formando un líquido espeso. Luego se introducen las raíces de las plántulas de hortalizas, permitiendo que el producto se adhiera a las raíces, y luego se procede al transplante.

Con plantas provenientes de plantineras, se puede realizar estas aplicaciones mediante una regadera directamente en las bandejas o realizar la aplicación mediante el riego por goteo a plantas una vez trasplantadas.

4.2.4. Durante el desarrollo del cultivo.

Realizar aplicaciones preventivas al follaje, antes de la aparición de las enfermedades (tizón tardío, tizón temprano, y otras) y plagas (polilla, trips, pulgones y otros), y activar el sistema de defensa de las plantas. La primera aplicación foliar, utilizando un biofungicida más bioinsecticida más ecofertilizante (BACTERIAL MIX más BIOMAX más VIGORTOP) a los 15-20 días después del transplante (ddt). La segunda aplicación 10-15 días después (25-30 ddt) utilizando un biofungicida más bioinsecticida más ecofertilizante (BACTERIAL MIX más BIOMAX más ISARIA más VIGORTOP). La tercera aplicación, utilizando productos químicos (fungicida más insecticida más fertilizante). A partir de la cuarta aplicación, se continúa con la aplicación de los bioinsumos o productos químicos de acuerdo a la presión de las enfermedades y el requerimiento del cultivo.

Imagen IV.6. Desinfestación de almaciguera con TRICOBAL

Fuente: PROINPA, 2022.

Imagen IV.7. Aplicación de TRICOBAL al trasplante en el campo

Fuente: PROINPA, 2022.

Tabla IV.2. Productos y dosis de aplicación

Aplicación	Producto	Tipo / Características	Efecto	Dosis
En almacigueras y campo	Abonos orgánicos (compost)	Abonos orgánicos obtenidos a partir de estiércol de animales y residuos vegetales.	Mejora la fertilidad y las características del suelo (retención de agua, aireación, etc.).	En almacigueras, de acuerdo al tamaño de la almaciguera. En campo, 5 a 10 (t/ha).
En almacigueras y campo (al transplante	TRICOBAL-P (polvo) o TRICOBAL-L (líquido)	*Biofungicida-biobactericidas. (Trichoderma harzianum, y T. koningiopsis, Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefasciens).*	Prevenir patógenos de suelo del grupo damping off, Fusarium, Phytophthora, Pythium, Rhizoctonia. Activa la resistencia natural de la planta, promueve el crecimiento de la planta, e incrementa el rendimiento y la calidad del producto cosechado.	En almacigueras: A la dosis de 50 g/m2 de almaciguera. Al transplante en campo: Se prepara en un recipiente o bañador 1 kg de TRICOBAL más 1 litro de ENERGY TOP con 2 litros de agua, formando un líquido espeso. Luego se introducen las raíces de las plántulas de hortalizas, permitiendo que el producto se adhiera a las raíces, y luego se procede al trasplante. Por riego en bandejas. Riego por goteo a plantas trasplantadas.
	ENERGY TOP	*Biofertilizantes (Azospirillum brasilense, Paenibacillus polymyxa, Penicillium bilaii, Bacillus pumilus)*	Biofertilizante con fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fósforo, para promover un mayor desarrollo radicular y foliar de la planta	
Aplicación foliar durante el desarrollo del cultivo	BACTERIAL MIX	*Biofungicida. (Bacillus subtilis, B.amyloliquefaciens, B.pumilus, B.megaterium, B.licheniformis y B. laterosporus).*	Control de enfermedades foliares (mildiu, tizón, manchas foliares y otros). Activa la resistencia natural de la planta, promueve el crecimiento de la planta, e incrementa el rendimiento y la calidad del producto cosechado.	100 cc/mochila de 20 litros de agua. 1 litro/200 litros agua/ha
Aplicación foliar durante el desarrollo del cultivo	BIOMAX	Ecoinsecticida. (Extracto de planta).	Control de plagas de insectos (mosca blanca, arañuelas, trips, pulgones y otros).	100 cc/mochila de 20 litros de agua. 1 litro/200 litros agua/ha
Aplicación foliar durante el desarrollo del cultivo	ISARIA	*Isaria fumosoroseus* (Extracto de planta).	Control de plagas de insectos (mosca blanca, trips, ácaros y otros).	10 – 20 g/mochila de 20 litros de agua. 100 – 200 g / 200 litros agua / ha
Aplicación foliar durante el desarrollo del cultivo	VIGORTOP	Fertilizante orgánico para aplicación foliar. (Ácidos húmicos y fúlvicos, harina sangre, brasinoloides, moringa).	Mayor vigor y desarrollo foliar del cultivo	0.5 litro/20 litros de agua
Durante la elaboración de abonos orgánicos	BIO BULL	Acelerador o biodegradador de materia orgánica. (Bacterias lácticas, levaduras y otros).	Para la elaboración de abonos orgánicos a través del compostaje.	1 litro/20 litros agua/m3 de material para compostar.
Aplicación foliar durante el desarrollo del cultivo	Fungicidas, insecticidas (Químicos)	De acuerdo al producto	De acuerdo al producto	De acuerdo a la dosis recomendada.

Fuente: PROINPA, 2022.

Características de los bioinsumos (TRICOBAL-L, ENERGY TOP, BACTERIAL MIX, BIOMAX, VIGORTOP) (PROINPA, 2022).

4.2.4.1. TRICOBAL, es un biofungicida, que contiene cepas nativas de *Bacillus subtilis, Bacillus amyloliquefasciens, Trichoderma harzianum* y *Trichoderma koningiopsis.* Biofungicida con alta concentración de microorganismos benéficos y de larga residualidad para el control de patógenos de suelo. TRICOBAL, suprime patógenos del suelo, en particular *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Sclerotinia* spp., *Macrophomina* spp., bacterias patógenas y otros. Activa la resistencia natural de la planta, promueve el crecimiento de la planta, e incrementa el rendimiento y la calidad del producto cosechado.

4.2.4.2. ENERGY TOP, es un biofertilizante, que está formulado en base a cuatro microorganismos, dos fijadores de nitrógeno de vida libre, uno ya conocido en la agricultura de Santa Cruz *Azospirillum brasiliense* y otro menos conocido pero muy usado en Norte América por ser muy eficiente, *Paenibacillus polymyxa,* que sobrevive condiciones adversas gracias a que puede formar una estructura de conservación llamada "endosporas". Estos fijadores son combinados con dos solubilizadores de fósforo, un hongo *Penicillium bilaii* y una bacteria *Bacillus pumilus.* Es frecuente que en muchos suelos exista un buen contenido de fósforo total, pero el mismo no está soluble en el suelo, por tanto, no es asimilado por la planta. Para ayudar a resolver este déficit es esencial que en el suelo se encuentren presentes poblaciones de microorganismos solubilizadores de fósforo. Se debe destacar que *Penicillium* mediante su crecimiento micelial tiene gran capacidad de colonizar el suelo y que *B. pumilus* forma endosporas que le permiten sobrevivir en condiciones adversas.

4.2.4.3. BACTERIAL MIX, es un biofungicida-biobactericida para aplicación foliar, con seis especies de *Bacillus: B. subtilis, B.amyloliquefaciens, B.pumilus, B.megaterium, B.licheniformis* y *B. laterosporus.* Es importante destacar que el género Bacillus forma endosporas cuando las condiciones no son favorables y éstas le permiten soportar condiciones adversas (alta radiación, sequía, etc.). Esta característica representa una gran ventaja al formular un biofungicida y/o biobactericidas, puesto que las bacterias podrán esperar a tener las condiciones apropiadas para transformarse de célula durmiente en célula vegetativa y actuar

contra los fitopatógenos. BACTERIAL MIX, combina las funciones de las diferentes especies de *Bacillus* para obtener un producto biocontroladores de un amplio rango de patógenos foliares: tizón tardío, tizón temprano y otras manchas foliares. Adicionalmente, los *Bacillus* cumplen importantes funciones como promotoras de crecimiento y bioestimulantes de las plantas.

El género *Bacillus*, actúa con los siguientes mecanismos de acción:

- Acción directa: las bacterias tienen actividad bactericida-fungicida, causan perforación de las paredes del micelio y tubos germinativos de los hongos y previenen la germinación de las esporas. Sintetizan antibióticos y compuestos antimicrobianos (*lipopéctidos LPs*).
- Competencia: compiten por el espacio y nutrientes con los hongos y bacterias fitopatógenos, logrando así una acción preventiva en el desarrollo de las enfermedades.
- Promotoras de crecimiento: tienen efectos en el crecimiento vegetal a través de: la síntesis de hormonas vegetales (auxinas, citoqininas, giberelinas), sintetizan sideróforos involucrados en la disponibilidad de hierro y solubilizan Fósforo.
- Inducción de resistencia: activan el sistema inmune natural de las plantas, mejorando de esta manera su resistencia al ataque de microorganismos patógenos (hongos, bacterias y virus).

4.2.4.4. BIOMAX, es un ecoinsecticida formulado en base a matrine, que es un extracto de la planta medicinal silvestre *Sophora flavescens.* Tiene múltiples mecanismos de acción, cuando entra en contacto con el insecto paraliza el sistema nervioso de la plaga, y luego bloquea las conexiones nerviosas y el insecto muere por asfixia. También actúa por ingestión, una vez que la plaga ingiere el producto, sufre una contracción muscular, pierde agua y muere. Controla plagas como la polilla del tomate, pulgones, mosca blanca en tomate, y larvas de lepidópteros, como *Spodóptera*, falso medidor, *Helicoverpa, Heliothis* en soya, maíz y otros cultivos.

4.2.4.5. ISARIA, es un producto biológico formulado como polvo mojable con alta concentración de conidias de cepas nativas del hongo eentomopatógenos *Isaria fumosorosea* (antes *Paecilomyces fumosoroseus*). Este hongo entomopatógeno controla mosca blanca, trips y ácaros.

4.2.4.6. VIGORTOP, es un fertilizante orgánico a base de ácidos húmicos y fúlvicos y extractos de plantas. Promueve el desarrollo foliar del cultivo.

4.3. Bioinsumos: el cambio de paradigma que llegó para quedarse.

Desde el comienzo de la civilización humana se utilizaron bioinsumos en diversas formas. Hoy su uso está en auge, debido a una mayor demanda de productos agrícolas libres de residuos sintéticos de origen químico. El cambio de paradigma ya comenzó, y muchos países han modificado sus políticas para minimizar el uso de controles químicos. Pero, para que esta industria se consolide, resulta fundamental contar con investigaciones profundas en áreas como producción, formulación, entrega y comercialización de los productos tal como se describe en este y en los anteriores capítulos.

La Universidad Privada de UPB, y la Fundación para la Investigación y Promoción de Productos Andinos PROINPA, presentan esta opción de manejo de cultivo del tomate con productos biológicos igual o con mayor efectividad que los productos químicos convencionales. El cultivo de tomate sin embargo merecerá la atención y seguimiento constante para la combinación de los enfoques biológicos y convencionales según la presión de inóculo de las limitantes y los antecedentes de las zonas de producción.

4.4. Conclusiones y discusión.

La dinámica de las plagas y enfermedades que atacan a cultivos como el tomate exige que se desarrollen constantemente estrategias para su control. La experiencia de la Fundación PROINPA en el manejo integrado del cultivo, que incluye el manejo del suelo, permite adaptar y desarrollar las innovaciones necesarias para promover la producción sostenible de tomate y otros cultivos.

Es necesario trabajar de manera coordinada con los diferentes actores de las cadenas productivas para asegurar que la comunicación y difusión de estas innovaciones lleguen a todos los productores y que los productos estén disponibles.

4.5. Referencias bibliográficas.

Backman, P.A., Brannen, P.M., and Mahaffe, W.F. 1994. Plant response and disease control following seed inoculation with *Bacillus subtilis.* In: Improving plant productivity with Rhizosphere Bacteria, Ryder, M.H. et al. (eds.), CSIRO Division of Soils, Glen Osmond.

Bochow, H., El-Sayed, S.F., Junge, H., Stavropoulou, A. and Schmiedeknecht, G. 2001. Use of *Bacillus subtilis* as biocontrol agent. 4. Salt-stress tolerance induction by *Bacillus subtilis* FZB24 seed treatment in tropical vegetable field crops, and its mode of action. Journal of Plant Diseases and Protection 108: 21-30.

Dion, P. 2009. Microbiología de organismos benéficos para la agricultura. Universidad. Canada.

Fernandez-Northcote. E.N., Navia, O., y Gandarillas, A. 2000. Basis of strategies for chemical control of potato late blight developed by PROINPA in Bolivia. Fitopatología 35 (3): 137-149.

Gandarillas, A. y Navia, O. 2016. Microorganismos benéficos para un manejo sostenible de la soya. Manual de difusión técnica de soya 2015/2016. FUNDACRUZ

Jimenez Diaz, R. 2003. El papel que juega la Fitopatología en la agricultura sostenible. Fitopatología 38 (2): 62- 73.

Katz, E.; and Demain, A.L. 1977. The peptide antibiotics of Bacillus: chemistry, biogenesis, and possible functions. Bacteriol Rev 41: 449 – 474.

Kilian,M.; steiner, U.; Krebs, B,; Junge, H.; Schiemdeknecht, G., Hain, R. 2000. FZB24 Bacillus subtilis: mode of a microbial agent enhancing plant vitality. Pflanzenschutznachrichten Bayer 53: 72-93.

Kessmann,H., M. Oostendorp, and T. Saub. 1996. Bion 50 WG: modo de acción de un nuevo activador de plantas. Ciba-Geigy Limitada, 4002 . Basel, Suiza.

López, M.; Peñalver, R. 2009. Control biológico de bacterias fitopatógenas. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Valencia, España.

Mundoagro. 2022. Ampliación del universo de posibilidades del control biológico ¿Qué opciones existen?. Life Sciences Innovation Center. UC Davis Chile. Santigo, Chile.

Navia, O.; Ortuño, N.; Franco, J. 2006. Integración de nuevas estrategias de manejo del tizón de la papa (*Phytophthora infestans)* y del

suelo para una agricultura sostenible. Fitopatología 41 (3): 102-108.

PROINPA, 2022. Bioinsumos: fichas técnicas de Bioinsumos. Fundación PROINPA. Bolivia. www.proinpa.org.

Riveros, A. E. 2010. Inducción de resistencia en plantas. Interacción planta – patógeno. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. San José, Costa Rica. 238 p.

Smith, K.P., Handelsman, J. and Goodman, R.M. 1999. Genetic basis in plants for interaction with disease-suppressive bacteria. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 96, 4786-4790.

Stein, T. 2005. *Bacillus subtilis* antibiotics: structures, syntheses and specific functions. Molecular microbiology 56 (4): 845-857.

Sutton, J.C. 2005. Present and future perspectives of biological disease control in crops. En: Libro de resúmenes XIII Congreso Latinoamericano de Fitopatología - III taller de la Asociación Argentina de Fitopatólogos. Córdoba, Argentina. Abril 19-22, 2005. p. 11-14.

Villarreal, M.F.; Villa-Rodriguez, E.; Cira-Chavez, L.; Estrada, M.I.; Parra, F. 2018. El género *Bacillus* como agente de control biológico y sus implicaciones en la bioseguridad agrícola. Revista Mexicana de Fitopatología 36 (1).

5.
LOGÍSTICA EN LA PRODUCCIÓN DEL TOMATE

René Pereira Romero - Branko Lenar Fernández Rojas

Resumen.

La producción del tomate como toda actividad económica requiere seguir un proceso para su desarrollo de forma eficiente, existiendo etapas importantes que se deben tener en cuenta para la planificación de las fechas de siembra, cultivo, cosecha y salida al mercado. Es importante analizar con detalle la financiación, la compra de insumos, el uso de la mano de obra, maquinaria, el almacenamiento, transporte y comercialización.

La logística en la producción del tomate debe asegurar la llegada de los insumos en el momento adecuado, si se adquiere un crédito de capital para trabajo, éste debe estar disponible en el momento necesario; las semillas y los otros insumos de producción deben estar disponibles para las fechas de siembra en almacigueras, la maquinaria agrícola debe estar totalmente operativa para la preparación de terrenos que recibirán las plántulas de tomate, mano de obra disponible para toda la actividad operativa (trasplante, tratamientos fitosanitarios, cosechas, selección, carguío y descarguío).

La cosecha es tal vez la actividad que más problemas de logística impone al agricultor, en especial si el cultivo produce frutos perecederos como el tomate, que se debe cosechar en un punto de madurez específico y venderse en el menor tiempo posible. En este caso los compradores y transportistas deben estar en coordinación con el volumen que se cosecha para que no se pierda la producción. Un tomate que no se venda en los días planificados, corre peligro de perderse.

El transporte es otro factor de logística que se debe planificar con antelación, donde se debe considerar el traslado de los productos cosechados al almacén de selección y el transporte del almacén al mercado donde se comercializará.

En la producción de tomate es crucial que todos los insumos del proceso productivo: mano de obra, maquinaria y transporte estén disponibles cuando sean necesarios, para evitar posibles contratiempos que podrían alterar los resultados esperados del emprendimiento.

Palabras clave: Planificación, aprovisionamiento, cosecha, sistemas de carga, almacenamiento, selección, empaque y distribución.

Introducción.

La logística en la producción de tomate, es la actividad estratégica encargada de planificar, implementar y controlar el flujo y el almacenamiento eficiente del producto, servicio e información, desde el punto de origen hasta el de consumo. Uno de sus eslabones principales, junto con el almacenamiento y la comercialización, es el transporte. La importancia radica en la eficiencia de la cadena, pues los costos se incrementan a medida que se cruza de un eslabón a otro, y la generación de valor depende de realizar las actividades, controlando costos y reduciendo pérdidas, logrando cerrar el ciclo desde la producción hasta el consumo.

Este capítulo está enfocado en detallar las actividades necesarias para que un productor de tomate pueda llegar al mercado minimizando riesgos; explica y describe de forma detallada las etapas del proceso, de manera tal que puede ser de utilidad para una persona interesada en el tema y que busca conocimientos para ingresar en la industria, como también para alguien que desea sistematizar y controlar de mejor forma su actual accionar en el rubro.

Objetivos del capítulo.

El objetivo principal del capítulo es describir de manera precisa las etapas y actividades más relevantes relacionadas al movimiento de materiales en la producción del tomate, desde el momento en que se planifica un ciclo de producción hasta llegar al consumidor final. El estudio de estas prácticas, con base en la experiencia y retroalimentación, deriva en productos de mejor calidad a menores costos, generando oportunidades de crecimiento y desarrollo para la persona que emprende.

5.1 Planificación.

La planificación es muy importante en este rubro, y debe realizarse tomando en cuenta las fechas de inicio de la producción, de cosecha y llegada al mercado con ventaja. Se debe asegurar la financiación para todos los procesos de la producción y mercadeo (créditos en Bancos, Agropecuarias).

Planificar y programar la utilización de los servicios externos como plantinera (producción de plantines), maquinaria (preparación de terreno), personal eventual (trasplantes, trabajos culturales, aplicaciones fitosanitarias, cosechas y post-cosechas), herramientas para todo el proceso de producción; como también la adquisición de insumos que se necesitan para la superficie a producir.

La financiación y el acopio de insumos deberá estar asegurada antes de iniciar los trabajos de producción: Semilla de variedad de tomate según la época de siembra. Los fertilizantes, los fungicidas, insecticidas y adherentes que se utilizan según las fases fenológicas del cultivo. Identificar las variedades (variedades para verano y/o variedades para invierno) según la época de siembra.

La asistencia técnica de expertos es necesaria desde el inicio de la planificación. El trabajo debe ser realizado con detalle, necesitando un programa que contenga desde las fechas de siembra en plantineras, fechas de trasplante, aplicaciones de riego, fertilizantes y pesticidas, bajo una estrategia de manejo. La oportunidad y detalle riguroso con que se realice cada una de estas actividades, determinará el éxito o el fracaso de la producción de tomate.

5.2 Aprovisionamiento e insumos.

5.2.1 Semillas.

Se hace uso cada vez en mayor medida de semillas resultantes de modificaciones genéticas, en busca de un tomate cada vez más resistente, sin embargo, las tendencias hacia lo natural y orgánico son una barrera para las variedades híbridas, sellos como GMO Free o NON GMO, permiten distinguir a alimentos que no han sido genéticamente modificados; los tomates híbridos encuentran espacio en los mercados debido al menor costo que se logra gracias a la minimización de daños en carga y descarga, como al tiempo de conservación luego de la cosecha, esta adaptación permite disminuir costos de transporte por vía aérea y utilizar otros medios más económicos. Los tomates híbridos que exporta Israel, pueden permanecer hasta tres semanas en una góndola de supermercado, no obstante, se sacrifica el sabor y algunos estudios afirman que también se pierden propiedades nutritivas, esta información en ocasiones es desconocida por el consumidor final y por lo tanto disminuye su relevancia en la decisión de compra, podría ser una fuente de ventaja competitiva para la producción de tipo orgánica dirigida a un segmento que valore las características nutricionales de los alimentos que va a ingerir o con necesidades dietéticas específicas. El Prof. Haim D. Rabinowitch de la Universidad de Jerusalem, trabajó hasta lograr un gen de "larga vida", las semillas con este gen son muy apreciadas por la industria (la multinacional Hazera comercializa estas semillas).

Qr # 5.1

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Los productores se aprovisionan de las semillas de variedades híbridas a través de agropecuarios locales. Se necesitan de 20.000 a 25.000 semillas para la siembra de una hectárea. El precio aproximado de la

semilla híbrida fluctúa entre 120 a 170 dólares americanos por mil semillas, es decir que sólo para la compra de semilla híbrida se necesitan de USD/ha 2,400. - a USD/ha 4,250.

Se puede conocer más detalles sobre semillas certificadas en la página web de la Dirección Nacional de Semillas, organización que cuenta con una unidad de control de comercio de semillas donde están descritas y registradas las variedades permitidas.

Qr # 5.2

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

5.3.2 Fertilizantes.

Los fertilizantes de base como fertilizantes foliares son provistos por empresas importadoras multinacionales como SYNGENTA, BAYER, BASF, MAINTER, YARA y distribuidas por empresas agropecuarias locales. Los fertilizantes son necesarios para la buena nutrición de las plantas desde el inicio de la plantación, el crecimiento, la floración y la formación de frutos. Los fertilizantes foliares se utilizan para cubrir deficiencias que se puedan ocasionar en el transcurso de la producción, principalmente, en la última etapa de la producción de la fruta.

Los fertilizantes de base cobran mayor importancia en la producción de tomate indeterminado, producido generalmente en invernaderos. De la dosificación equilibrada (N_P_K y microelementos) del uso suficiente de fertilizante dependerá el éxito o fracaso de la producción, rendimiento y la calidad de los frutos.

Además de los elementos mencionados, hoy en día se cuenta con la oferta en el mercado de productos que se pueden utilizar de manera combinada con los agroquímicos, son los bioinsumos, las dosis por hectárea cultivada son muy pequeñas, existen en presentaciones de

250 cc hasta 20 litros y se suelen mezclar en la preparación para aplicar mediante el rociado con fumigadores, su objetivo es apoyar en las diferentes etapas desde el almácigo hasta la cosecha, las instituciones dedicadas a la producción de estos actuadores cuentan con agencias regionales para llegar a las empresas y micro empresas dedicadas a la agropecuaria siendo su enfoque la visión agroecológica.

Qr # 5.3

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

5.2.3 Riego.

El tomate es uno de los cultivos más sensibles, la falta de agua en el proceso productivo tiene efectos negativos en el rendimiento, para implementar una parcela de producción es importante anticipar cómo se realizarán los riegos, cuánta agua se necesitará por ciclo productivo y época de producción. Los equipos de riego deben estar instalados para la fecha de trasplante (por surco o cinta de goteo).

El sistema de riego por goteo, es una tecnología muy eficiente para la aplicación de riego a parcelas de producción de tomate. Por este medio, el productor, puede calcular con mayor precisión los volúmenes de riego según la necesidad del cultivo, también es posible realizar aplicaciones adicionales de fertilizantes y pesticidas.

El agua para riego se debe almacenar en tanques de 15,000 a 20,000 litros para garantizar el riego de 5,000 m2 de plantación de tomate, equivalente a media hectárea. Las cintas de riego por goteo permiten calcular los volúmenes de agua a aplicar por cada riego. Aproximadamente se necesita de 15 a 35 mm de agua por riego, el tiempo intermedio está determinado por la evapotranspiración, la utilización de la planta y la temperatura ambiental.

Otra opción posible, para cubrir las necesidades de agua es el riego por gravedad. Requiere menor inversión, no se recomienda por su ineficiente uso del agua, particularmente si este recurso es escaso en la región, puede presentar las siguientes complicaciones: Generalmente depende de una organización de regantes, los que organizan turnos de riego para cada socio, estos turnos no siempre coinciden con el día oportuno de aplicación de riego en la parcela de tomate, ocasionando deficiencias en la producción. Otro problema es la utilización de mayores volúmenes de agua y la eficiencia del riego es de 50%; es decir, que solamente la mitad del agua utilizada llegará a las plantas.

Qr # 5.4

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

Qr # 5.5

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

5.2.4 Tratamientos fitosanitarios.

El tomate es una de las especies más sensibles a los ataques de numerosos insectos plagas (pulgones o áfidos, trips, epitrix, polilla del tomate, polilla perforadora), y enfermedades (manchas foliares, bacteriosis, virosis, damping off, *phytophtora spp.*, etc.), las cuales hay que combatir con la aplicación de insecticidas y fungicidas (plaguicidas químicos, bioplaguicidas o una combinación) de acuerdo a una estrategia planificada para cada estado fenológico del cultivo.

A continuación, se presenta un listado de las empresas que distribuyen agroquímicos en Bolivia.

Tabla V.1: Distribuidores de agroquímicos en Bolivia

Fabricante, Formulador	País origen	Distribuidor en Bolivia
SHENYANG SCIENCREAT CHEMICAL CO., LTD.	China	AGRICULTURA AVANZADA DE AMERICA INT. LTDA
SYNGENTA CROP PROTECTION AG	Suiza	AGRIPAC BOLIVIANA CIA. LTDA.
CHEMTEC	Paraguay	AGRO IMPULSO S.R.L.
TECNOMYL S.A.	Paraguay	AGROBOLIVIA LTDA
ZHANGJIAGANG No. 2 PESTICIDE PLANT CO., LTD.	China	AGROINDU GROUP S.R.L.
ANHUI GUANGXIN AGROCHEMICAL CO., LTD	China	AGROPARTNERS
SHANDONG CYNDA CHEMICAL CO., LTD.	China	AGROPOINT S.R.L.
ZHEJIANG XINAN CHEMICAL INDUSTRIAL GROUP CO., LTD.	China	AGROQUIMICA BOLIVIANA S.A.
SHANYANG HARVEST AGROCHEMICAL CO. LTD.	China	AGROTERRA S.R.L.
AGXPLORE INTERNACIONAL LL.C.	Estados Unidos	AGXPLORE INTERNACIONAL BOLIVIA SRL
COMPAÑÍA ARGENTINA DE SEMILLAS S.R.L.	Argentina	AIT S.R.L.
JIANGYIN N2 PESTICIDE FACTORY CO., LTD.	China	AP AGRICULTURA PROTEGIDA EMP. COMERCIAL Y DE SERVICIOS S.A.
ARYSTA LIFESCIENCE SAS	Francia	ARYSTA LIFESCIENCE SRL
ZHEJIANG CHEMICAL IMPOR/EXPORT CORPORATION	China	ASP BOLIVIA S.R.L.
BAYER CROPSCIENCE	Argentina	AVENTIS CROPSCIENCE BOLIVIANA LTDA
SINTESIS QUIMICA S.A.I.C.	Argentina	BARGO S.R.L.
BASF S.A.	Alemania	BASF BOLIVIA S.R.L.
BAYER CROPSCIENSE S.A.	Colombia, Brasil	BAYER BOLIVIANA LTDA

Fabricante, Formulador	País origen	Distribuidor en Bolivia
BAYER S.A.	Argentina, Brasil	BAYER CROPSCIENCE BOLIVIANA LTDA
CHEMOTECNICA S.A.	Argentina	BIOGENESIS S.A.
RED SUN GROUP CORPORATION CO., LTD.	China	BRENNTAG BOLIVIA S.R.L.
TATU CROPSCIENCES S.A.	Paraguay	CAMPORIENTE S.R.L.
FMC DO BRASIL INDUSTRIA E COMERCIO S.A.	Brasil	CIAGRO S.A.
BIO FUEL S.R.L.	Bolivia	COMERCIALIZADORA DE INSUMOS AGRÍCOLAS - COMIAGRO
BAYER ARGENTINA	Argentina	CORIMEX LTDA
DUPOCSA S.A.	Ecuador	CRYSTAL CHEMICAL DE BOLIVIA S.A.
SINON CORPORATION	Taiwán	DEFENSIVOS AGRICOLAS GUARANI
ZHEIJANG PINGHU PESTICIDES FACTORY	China	DISTRIBUIDORA BOLIVIANA DE INSUMOS
DOW AGROSCIENCES COLOMBIA S.A.	Colombia	DOW AGROSCIENCES BOLIVIA S.A.
Jiangsu Suzhou Chemical Group Xinyi Agrochemical Co., Ltd.	China	EMPRESA AGROPECUARIA NOVAGRO S.A.
JIANGSU PESTICIDE RESEARCH INSTITUTE CO., LTD.	China	FARMAGRO S.R.L.
SUZHOU WORLDBERST AGRO-BIOCHEMICAL CO., LTD.,	China	GENP BOLIVIANA LTDA
KINGTAI CHEMICAL CO., LIMITED	China	HALCON S.R.L.
CEQUISA S.A.	España	HELM BOLIVIA SRL
SERFI S.A.	Perú	HERRAGRO S.R.L.
ICONA S.A.	Argentina	ICONA S.A.
LUXEMBOURG INDUSTRIES LTD	China	IMPORTACION Y DISTRIBUCION DE INSUMOS AGRÍCOLAS TRIMERCO SRL
BIOTECNOLÓGICA	Brasil	IMPORT-EXPORT-TACUARI
UNITED PHOSPHORUS LTD.	India	INTERAGRO S.A.

Fabricante, Formulador	País origen	Distribuidor en Bolivia
ZHEJIANG YONGNONG CHEM. CO. LTD.	China	MAINTER S.R.L.
NUTRIPLANT INDUSTRIA Y COMERCIO LTDA.	Brasil	MISTI FERTILIZANTES S.R.L.
CIA CIBELES S.A.	Uruguay	NORFIELD S.R.L.
JIANGSU LANFEN BIOCHE-MICAL CO., LTD.	China	NUTRIPLANTA BOLIVIA S.R.L.
STOLLER PERÚ S.A.	Perú	PLUS AGRO S.R.L.
FARMEX S.A.	Perú	PRODUCTOS PARA LA AGRICULTURA AGRICHEM S.A.
CHANGZHOU CHEMICAL FACTORY Co.	China	SAAT S.R.L.
INSECTICIDAS INTERNACIO-NALES C.A.	Venezuela	SOLUCIONES SUSTENTA-BLES
TECNOLOGIA QUÍMICA Y COMERCIO S.A.	Perú	TECNOLOGIA QUIMICA Y COMERCIO "TECHIC S.A."
ROULLIER BRASIL LTDA.	Brasil	TIMAC AGRO BOLIVIA S.R.L.
F.A.5. S.R.L.	Argentina	TROPICA JARDINES
AGRITEC S.A.	Uruguay	UAP LATIN AMERICA S.R.L.
NORTRACE LTDA.	Estados Unidos	UNITED AGRI PRO-DUCTS-UAS S.R.L.
ICONA S.A.	Argentina	UNITED PHOSPHORUS BOLIVIA S.R.L.

Fuente: SENASAG

Otra alternativa para la producción de tomates de forma orgánica, es el control cultural, existen técnicas que se han transmitido de generación en generación que coadyuvan al monitoreo de cultivo aminorando el ataque de plagas, el riego por inundación puede ser poco eficiente pero controla la población de insectos y gusanos, la preparación de terreno utilizando cenizas sirve para fertilizar la tierra y previene la propagación de hongos, así como también la energía del sol dejando reposar el suelo por un lapso de 15 días. En nuestro medio existen empresas que facilitan el control biológico de agentes patógenos, en la siguiente tabla se lista a los proveedores.

Tabla V.2: Empresas que distribuyen insumos biológicos para la agricultura en Bolivia

DOW AGROSCIENCES COLOMBIA S.A.	Bolivia	DOW AGROSCIENCES BOLIVIA S.A.
BAYER CROPSCIENSE S.A.	Bolivia	BAYER BOLIVIANA LTDA
BASF S.A.	Alemania	BASF BOLIVIA S.R.L.
Fundación PROINPA	Bolivia	PROINPA
PROBIOMA	Bolivia	PROBIOMA
BIOSAE	Bolivia	BIOSAE

Fuente: Primaria en base a datos del mercado

5.3 La cosecha.

El tomate es una especie climaterio, es decir, que el fruto se cosecha con madurez fisiológica, y su proceso de maduración continua hasta su madurez total fuera de la planta, dicho factor favorece al productor en la planificación y programación de cosechas. La cosecha debe realizarse una vez que el fruto culmine su madurez fisiológica (cambio de color), una vez cosechado el fruto se tiene un tiempo de entre 7 y 8 días para las labores de selección, empaque y venta (para las variedades hibridas normales).

Existen variedades híbridas llamadas larga vida (que tienen alguna modificación genética que retrasa la maduración), las cuales dan mayores opciones de tiempo (10 a 15 días), para programas de cosecha, selección, empaque y venta. Estas variedades de tomate generalmente son de crecimiento indeterminado más aptos para su producción en invernaderos.

La cosecha debe ser programada y realizada con tiempo suficiente, de modo que los plazos sean suficientes para realizar las labores de pos cosecha (selección, empaque) y su posterior transporte al mercado. La cosecha en campo debe ser realizada en cajas de 15 a 20 kg (madera o plástico apilables) evitando daños mecánicos en el transporte de la parcela de producción al almacén, donde se realizarán los trabajos de post-cosecha (selección por tamaños y calidad).

5.4 Sistemas de carga y transporte del tomate (post cosecha).

Todas las actividades necesarias luego de la recolección en el campo hasta la siguiente etapa del canal de distribución se considera post-cosecha, la importancia de los sistemas de carga y transporte radica en mantener al mínimo los daños y pérdidas ocasionados por fuerzas mecánicas al tomate, al tratarse de un producto muy delicado, de consumo masivo, con un rendimiento de cultivo de un volumen importante, el manipular evitando maltratos resguardará la inversión realizada por el agricultor, la resistencia de los frutos es variable en función de la variedad de la planta.

En Bolivia la cosecha se realiza de manera manual, una vez recolectado se almacena en cajas en el campo, las cajas utilizadas son de madera y tienen las siguientes dimensiones: 50 cm de largo, 37 cm de ancho y 25 cm de alto, cuya capacidad aproximada es de 23 kilogramos, equivalente a dos arrobas.

Una vez que la cantidad de cajas es suficiente para cubrir la capacidad del vehículo de transporte, son cargadas y enviadas a las ciudades más próximas.

Si bien el nivel de cuidado posible al momento de manipular el producto es más amigable con el sistema manual, el costo es muy elevado considerando que al menos se debe contar con un stock de cajas tres veces mayor a la capacidad productiva, tomando en cuenta la recolección en campo, el producto en tránsito y las existencias en destino, la vida útil de las cajas es de una media de 3.5 años.

Otro sistema de carga es posible con el uso de tecnología específica, existen máquinas cosechadoras, que mediante una banda transportadora puede verter los tomates directamente a un camión. Este método debe tener en cuenta que los daños por el impacto sufrido al caer el producto desde la banda hasta el fondo del camión pueden ser considerables, se reduce el impacto al variar la altura y la dirección en la que caen los tomates no debe ser la misma para evitar muchos impactos sobre los mismos tomates, también, el camión recolector debe estar equipado especialmente para esta labor, cubriendo la superficie con una lona impermeable como si fuera una piscina, siendo necesario instalar uno o dos sumideros que por medio de una llave permitirán con-

trolar la estanquidad. A pesar de tomar las previsiones explicadas, las fuerzas mecánicas de estas maquinarias trabajando juntas disminuirán el rendimiento en comparación con los métodos manuales que, por supuesto, son más moderados y someten a menos compresiones a los frutos. El sistema de piscina es usado principalmente cuando los frutos tienen fines industriales, como salsas y conservas.

5.5 Almacenamiento y manejo.

5.5.1 Almacén del productor.

En los casos que el productor cuente con una infraestructura que sirve de almacén, la selección y empaque se realiza bajo la protección del mismo, en los casos que no se cuente con esta infraestructura, estas labores se realizan a cielo abierto.

El almacén debe ser una estructura cerrada bien ventilada, resulta ideal contar, además, con una cámara refrigerada para los casos donde se tenga que mantener o retrasar la maduración de los frutos hasta que se pueda realizar el despacho oportuno al mercado.

Para el empaque definitivo se deben utilizar cajas apilables duras (madera, plástico o cartón), que protejan a la fruta de daños físicos en el transporte de los almacenes de empaque al mercado. Las más utilizadas en Bolivia son las de madera.

El tomate es un fruto muy delicado, que debe ser manejado con mucho cuidado, el proceso de manipuleo inicia en la cosecha, transporte al almacén de post-cosecha (selección y empaque) y termina con el transporte y entrega al mercado.

5.5.2 Selección y empaque.

En Bolivia el proceso de selección y empaque se realiza manualmente, la homogeneidad de cada tomate con el conjunto es una característica valorada por el mercado

a). Selección por tamaños:

- Extra 12 cm de ancho y 6 a 8 cm de alto.
- Primera 10 cm de ancho y 4 a 6 cm de alto.

- Segunda 8 cm de ancho y 5 a 6 cm de alto.
- Tercera 6 cm de ancho y 4 a 5 cm de alto.

b). Por el grado de maduración, se determina por el color de los frutos:

- Pintón, semi-maduro, maduro.

c). Por su calidad:

- Primera Calidad (sin manchas ni daños y forma regular).
- Segunda calidad (con alguna mancha o daño mecánico).

Realidad Aumentada 5.1

Apuntando un dispositivo móvil a la señal podrá observar contenido relacionado con la lectura en realidad aumentada.

El empaque del tomate debe ser realizado utilizando cajas ventiladas y apilables (madera o plástico reutilizables) de 15 a 20 kg de capacidad, se debe empacar en cajas de 15 kg la fruta con el proceso de madurez avanzada evitando daños por aplastamiento y de 20 kg la fruta más dura. De igual modo, el tomate se debe empacar de acuerdo a la selección de tamaños y calidad (extra, primera, segunda, tercera).

La posibilidad de daños al momento del manipuleo dependerá de los siguientes factores: el sistema empleado, la variedad de la planta, el estado del fruto al momento del manejo y las condiciones del almacenamiento. Por ejemplo, el tomate proveniente del municipio de Saipina goza de buena reputación respecto del tiempo que puede mantenerse en condiciones de comercialización, ya que una vez puesto en el mercado, puede alcanzar hasta 15 días a diferencia del producto que llega de Omereque o el Trópico cochabambino que puede durar una semana como máximo; esta diferencia se atribuye a la variedad del fruto y a las condiciones climatológicas de la región productora.

La condición del fruto al momento del manejo se refiere al momento idóneo para iniciar la recolección, el grado de madurez debe ser cercano al 80% de frutos maduros en las plantas, a partir de este punto, todo retraso en la post-cosecha incrementará el índice de daños producidos en la carga del tomate.

En las ciudades principales de Bolivia, existen ubicaciones que a lo largo de los años se han consolidado como puntos de destino de las cargas provenientes del campo, generalmente, se ubican cerca de los mercados populares. Una vez que el producto se encuentra en la ciudad, se pasa al siguiente eslabón en la cadena de distribución, pues el tomate es adquirido por detallistas que tienen puestos de venta en los centros de abasto de toda la ciudad. Acuden a estos puntos vendedoras que, cuando el punto de venta es cercano, transportan el producto en carretillas; en caso de dirigirse a otros mercados zonales o ferias de barrio más alejadas, se trasladan en taxi, considerando que los volúmenes de compra son menores a 10 cajas. La frecuencia de compra de los detallistas puede ser de una o hasta tres veces por semana dependiendo de las ventas.

Imagen V.1: Transporte de cajas de tomate para la venta al detalle

Fuente: Fotografía tomada en la zona sur de la ciudad de Cochabamba, 2022

Una vez que los tomates han llegado al punto de venta, se exponen en canastas, en algunos casos, dependiendo del tiempo disponible y la amabilidad de las vendedoras, se puede ofrecer la degustación del producto para demostrar características como: buen sabor, textura, firmeza, color de la pulpa y otros aspectos valorados por el consumidor final.

A continuación, se presenta el flujo del producto, desde el campo hasta el punto de venta:

Imagen V.2: Etapas de la post - cosecha

Fuente: Elaboración propia

Imagen V.3: Venta de tomas al consumidor

Fuente: Fotografía tomada en el mercado de Colcapirhua, 2022

5.6 Comercio exterior.

Las naciones que tienen tierras fértiles están en busca de lograr la soberanía alimentaria. Depender de las importaciones puede ser una debilidad. En este sentido, se han desarrollado proyectos para incrementar la producción nacional; esta iniciativa genera empleo para regiones en condiciones de producción y está demostrando ser una medida que genera migración hacia las regiones productoras.

En la actualidad Bolivia no tiene capacidad de exportación. La producción se destina a cubrir el mercado nacional, los excedentes producidos en algunos municipios se envían a regiones más distantes, por ejemplo, el departamento de La Paz presenta una concentración de la población de aproximadamente 26% de la población nacional, sin embargo, la producción del mismo departamento es menor al 10% de la producción nacional, esto representa una oportunidad para las regiones productoras que tienen capacidad de ampliar sus áreas cultivables; los últimos años esta demanda insatisfecha ha sido cubierta con importaciones provenientes de Perú. Como política gubernamental y a través del Ministerio de Desarrollo Rural, se impulsaron proyectos para apoyar a los productores. A continuación, se detalla en la tabla a continuación, los diez proyectos ejecutados en todo el país, en orden de importancia, considerando el monto.

Tabla V.3: Ejecución de proyectos de desarrollo rural

Departamento	Provincia	Municipio	Monto ejecutado en bs
La Paz	Inquisivi	Inquisivi	870,205.00
La Paz	Inquisivi	Inquisivi	469,297.00
La Paz	Inquisivi	Inquisivi	349,025.00
La Paz	Inquisivi	Inquisivi	311,293.00
Cochabamba	Carrasco	Totora	94,331.00
La Paz	Inquisivi	Inquisivi	94,331.00
La Paz	Franz tamayo	Apolo	82,540.00
La Paz	Murillo	Palca	58,957.00
La Paz	Loayza	Luribay	51,882.00
La Paz	Loayza	Luribay	47,166.00

Fuente: Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, datos del 2016

Se puede advertir que el enfoque de los recursos se destinó al departamento de La Paz.

Otro factor que se debe considerar es que la extensión necesaria para realizar el cultivo a gran escala no permite la protección de las plantas de las inclemencias del tiempo, épocas de lluvia abundante, sequías, heladas y granizadas, eventualmente ocasionan pérdidas de importancia, dadas estas circunstancias la brecha entre la demanda interna y la producción nacional se hace más amplia, sin otra opción que recurrir a mercados internacionales. Sectores productivos de Perú han manifestado que encuentran oportunidades para acomodar sus excedentes en Bolivia.

5.7 Conclusiones y discusión.

Diseñar una logística adecuada en cualquier emprendimiento agrícola, reduce riesgos de omisiones faltantes en cualquier eslabón de planificación en la cadena de valor.

Asegura que todos los procesos sean realizados correctamente en tiempo y espacio.

La tecnificación en el campo puede ayudar a la reducción de costos de producción, a lo largo de la investigación se pudo notar que hay necesidades de capacitación especialmente en la aplicación de agroquímicos. En algunos casos, las pérdidas en los cultivos que pueden ocasionarse por otras variables son atribuidas a una dosis baja en la aplicación, este razonamiento puede llevar al agricultor a incrementar las dosis cargando en exceso de químicos a los frutos.

Los programas de apoyo que llevan adelante las autoridades en los municipios productores apoyan a incrementar el área de cultivo de la zona, este efecto se ve especialmente influenciado por la ampliación de los canales de riego, en pocos años puede incidir en el número de hectáreas cultivables de una región.

5.8 Referencias bibliografías.

Agrícola. https://www.agro-tecnologia-tropical.com/logistica.html
Jaramillo, J., et al. (2007). Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Medellin, Colombia: CTP Print Ltda.

FUNDACIÓN PROINPA (2013). Curso sobre producción de hortalizas de alta calidad para el mercado interno. (J.Gabriel, M. Crespo, & D. Danial, Edits.) Cochabamba, Bolivia.
https://www.interempresas.net/Logistica/FeriaVirtual/Producto-Balsa-de-tratamiento-de-citricos-83564.html

Hernández, F. (2017), La Logística en la Agricultura. Asistencia Técnica
Kole, C., et al. (2013). Genetics, Genomics and Breeding of Tomato. CRC Press.

Rocco, R. B. (2016), Logística del Cinturón Hortícola Platense. VIDIC – Área de Transporte, 2–40p. https://labs.ing.unlp.edu.ar/uidic/archivos_publicaciones/tmp/LOGISTICA%20DEL%20CHP%20(2016).pdf

SENASAG. (2014). Manual ilustrado de buenas prácticas agrícolas para la producción con inocuidad de frutas y hortalizas considerando el cambio climático. La Paz: Unidad de Comunicación y Relaciones Públicas – PROAGRO

Villalobos, J. (2017), Retos y Oportunidades en la Logística de exportación de Productos agrícolas mexicanos de alto valor. CIATEQ,

Seminario Internacional en logística y Distribución, Villa Hermosa, Tabasco. https://www.ciateq.mx/index.php/component/attachments/download/1380.html

Vidavsky, F., et al. (1998). Response of tolerant breeding lines of tomato, Lycopersicon esculentum, originating from three different sources (Lycopersicon. peruvianum, Lycopersicon. pimpinellifolium and Lycopersicon chilense) to early controlled inoculation by tomato yellow leaf curl virus (TYLCV). Plant Breeding

6.
COMERCIALIZACIÓN DEL TOMATE

Isabel Rocío Avilés Jiménez - Jorge Blajos Kraljevic - Johnny Isaías Burgos Mendoza - Mónica Yaneth Cadena Vaca - Teresa Figueroa Araníbar

Resumen.

El presente capítulo desarrolla las cuatro variables del marketing mix enfocadas en la comercialización del tomate. Se caracteriza las propiedades y atributos de los tomates que se producen en Bolivia. Se muestra la cadena de suministro desde la producción hasta el consumidor final que permite visualizar los márgenes de contribución que se genera a lo largo de la cadena de distribución. Se propone una campaña de comunicación para concienciar el consumo de tomates orgánicos y promover las huertas familiares. Finalmente, se presenta una reflexión sobre el cuidado que se debe tener con la salud, cada vez más amenazada por el uso de químicos y otros productos buscando mayor rendimiento por hectárea cultivada y menores precios en comparación con los productos diferenciados como los tomates ecológicos.

Palabras clave: Comercialización. Precios. Canales de distribución. Comunicación. Segmentación. Producción ecológica.

Introducción.

El tomate es una hortaliza de consumo diario, lo que plantea un reto importante a los productores para abastecer con tomate fresco todo el año. La importante demanda de este producto ha inducido a que desde la producción se desarrollen y adopten innovaciones que les permita producir tomate en diferentes sistemas y enfoques de producción.

Como en toda actividad productiva, la comercialización es un componente crítico, más aún cuando se trata de productos tan sensibles y perecederos como el tomate. En el capítulo se analizan las variables del marketing aplicando el enfoque de la cadena agroalimentaria, que permite identificar potencialidades y limitaciones para desarrollar la comercialización del tomate y a partir de ellas diseñar propuestas para mejor los procesos de comercialización y complementa con una propuesta de comunicación.

Objetivos del capítulo.

Este capítulo desarrolla las cuatro pes del marketing enfocadas al tomate fresco. Identifica las potencialidades y restricciones que ocurren en el proceso de la comercialización. Asimismo, se proponen acciones para hacer más eficiente el encuentro entre la demanda y la oferta del tomate fresco.

6.1 Producto.

El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), denominado en la actualidad como Solanum lycopersicum L.[65], es una de las hortalizas más importantes dentro de la producción agrícola en Bolivia y una de las más consumidas a nivel local, regional e internacional.

6.1.1. Descripción del tomate.

6.1.1.2. Características del tomate.

El fruto del tomate posee alto valor nutricional y medicinal. Tiene gran cantidad de fibra, es rico en vitaminas sobre todo la vitamina C (sales de hierro); su jugo es ideal para la restitución de las sales perdidas

65 Cap.2 Factores limitantes en la producción del tomate

por deshidratación, es poseedor de un aroma estimulante del apetito, además de hacer más apetecibles los alimentos insípidos, lo que hace del tomate un alimento importante dentro de los hogares bolivianos.

Como fruto de consumo el tomate varía de acuerdo a gustos y preferencias. A nivel nacional y de acuerdo a su característica en forma los más consumidos son: pera, bola pera, manzana, y cherry. Los consumidores evalúan ciertas características para determinar la calidad del tomate como ser, la uniformidad de su forma (bien formado sea dependiendo el tipo), uniformidad de color (sin hombros verdes), la ausencia de defectos, no siendo un determinante el tamaño del fruto.

6.1.1.3. Atributos del tomate: valor nutricional y medicinal.

El tomate aporta muchos beneficios a la salud:

- Es un antioxidante, por su alto contenido en vitaminas (A, B1, B2, B6, C y E), y minerales (fósforo, potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, sodio, hierro y calcio) marcando la diferencia el "licopeno" (que le da el color rojo) actúa como protector de nuestras células del denominado estrés oxidativo, también caracterizada por su propiedad anticancerígena y fortalecedor del sistema inmune.
- Es un protector de la vista, por su alto contenido en vitamina A, retrasando su desgaste, además de proporcionar "luteína y zeaxantina"[66], nutrientes que protegen a la mácula del ojo del poder oxidante de la luz.
- Mejora la circulación sanguínea, por su contenido en hierro que regula la coagulación, además de las vitaminas C y E.
- Su valor nutricional incluye proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico. Además de ser un regulador del tránsito intestinal, un diurético natural y protector de la piel, dientes y pelo. Acceda a mayor información ingresando al QR respectivo.

66 Luteína y zeaxantina son pigmentos de color amarillo, solubles en grasa, que se concentran en la macula, que es la parte central de la retina, la que nos permite tener visión aguda.

Qr # 6.1

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

6.1.2 Clasificación del tomate.

En Bolivia de acuerdo a su uso o hábito de consumo, el tomate se lo puede clasificar de la siguiente manera:

- Pera y bola pera (chonto): su consumo es en fresco.
- Tipo manzana (milano): se consume maduro, semiverde o verde.
- Cherry: pueden ser del tipo pera o redondo, su consumo es en fresco, asimismo en cocteles y de uso decorativo.
- Industrial: su forma varía desde redondo hasta periforme, y por la cantidad de sólidos solubles que posee lo hace atractivo para su procesamiento.
- Tomates en racimo: siendo una variedad exótica, se le da un valor agregado lo que favorece su presentación comercial, su consumo puede ser en fresco o para uso decorativo.
- Tomates híbridos de larga vida: son frutos muy parecidos a otros, su principal característica es que son de larga vida útil en poscosecha y gozan de gran dureza.

6.1.3. Características del mercado del tomate.

La comercialización del tomate se realiza de acuerdo a las características del mercado, por esa situación se puede segmentar por el sistema de producción, por volumen, canales de distribución y perfil del consumidor final de tomate.

Tabla VI.1: Tipos de segmentación del mercado del tomate

Por sistemas de producción	Por volumen	Por canales de distribución	Perfil de consumidor
• Cultivo de campo abierto. • Producido en invernadero • Sistema de Producción familiar	• Al por mayor • Al detalle	• Directo • Indirecto	• Industrial: transformación del fruto del tomate. • Cliente final: uso consumo directo

Fuente: Elaboración propia

6.1.3.1. Segmentación por sistemas de producción.

- Cultivo en campo abierto: Es el tomate más común y tiene un precio razonable que se fija de acuerdo a la temporada y se rige por la ley de la oferta y demanda.
- Producido en invernadero: El tomate producido con este sistema tiene costos de producción elevados, porque son plantas que requieren cuidados especiales, sistema de riego especial y control de algunas enfermedades de manera amigable con el medio ambiente.
- Cultivo especializado de producción ecológica en invernadero y huertos familiares.

6.1.3.2. Segmentación por volumen.

El tomate se comercializa al por mayor y al detalle.

- Comercialización al por mayor
  Generalmente el tomate producido en campo abierto se cosecha y se coloca en cajas de madera que contiene 23 kilogramos, que equivalen a dos arrobas. Estas cajas son transportadas a la ciudad de Cochabamba desde Saipina, Omereque o Pojo entre

otras localidades. Cada caja se vende en promedio en Bs. 30, dependiendo de la época.

Los días que se comercializan son los miércoles y sábados, que por tradición son días de feria.

Los restaurantes, hoteles compran directamente de los mayoristas en cajas de madera.

- Comercialización al detalle
  Las intermediarias instaladas en los diferentes mercados de la ciudad venden por cuartilla o media cuartilla. La unidad de medida de referencia es la arroba, equivale a 11.5 kilogramos. Media cuartilla es 5.75 kilogramos y una cuartilla equivale a 2.875 kilogramos.

  Las mayoristas de los mercados, para asegurar la venta de las 30 o 50 cajas que reciben de los camiones, venden también al detalle por cuartilla y el precio es de Bs. 5. Unos 100 o 150 metros más allá las minoristas venden el tomate en Bs. 8 o Bs. 10 la cuartilla.

  Los supermercados y micromercados también venden por kilogramos, el tomate se exhibe en cajas plásticas en la zona de verduras donde los clientes pueden seleccionar la cantidad, la forma y color de su preferencia. El precio por kilogramo fluctúa entre Bs. 6 y Bs. 8.

  Algunos establecimientos de autoservicio envasan el tomate en mallas y tienen un peso aproximado de un kilogramo.

  Cuando son productos ecológicos o cultivados en invernadero se diferencian del resto porque son envasados en una bandeja de plastoformo[67], y generalmente se venden en tiendas o ferias especializadas de productos ecológicos que provienen de huertos familiares. El kilogramo de tomate se vende en Bs. 10 independiente de la temporada[68].

67 Material plástico en forma de planchas blancas muy ligeras, que se utiliza en la construcción como aislante.
68 La Huerta de Camila, Vinto-Cochabamba

6.1.3.2. Segmentación por canales de distribución.

- Distribución directa
  No existe intervención de intermediarios, la conexión va del productor al consumidor final (empresa o persona).

- Distribución indirecta
  Se caracteriza por tener uno o más niveles de intermediarios.

6.1.3.3. Valor agregado del tomate.

Para la mejora de las ventas y su continuidad en los sistemas productivos, es importante desarrollar el valor agregado en la agro-cadena del tomate. Algunas de las formas de desarrollar valor serían:

- Mejora de la calidad (mejor manipulación en el transporte, cuidando el estado del tomate)
- Mayor transformación del producto
- Nuevas formas de presentación (empaque y/o publicidad)
- Mejor información sobre el valor nutricional y medicinal que posee.

Qr # 6.2

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

6.2. Determinación del precio del tomate.

De acuerdo a Ben Kaabia y Gil Roig (2008), "el análisis de la transmisión de precios a lo largo de la cadena comercial es un tema que ha despertado un gran interés entre los economistas agrarios. Los precios son, quizás, el principal mecanismo que permite relacionar los diferentes eslabones de la cadena comercial, por lo que el análisis de la transmisión de precios se ha utilizado como medio para evaluar el

funcionamiento general de los mercados. Este interés ha aumentado en los últimos años como consecuencia de los cada vez más complejos procesos de concentración, tanto horizontal como vertical, que han tenido lugar en los mercados agroalimentarios".

6.2.1. Márgenes de ganancia en la cadena de distribución.

De acuerdo al trabajo de campo que se realizó en la ciudad de Cochabamba. Se pudo verificar precios de venta de mayoristas, detallistas, supermercados y micromercados, de donde se puede establecer los márgenes que ganan quienes intermedian la cadena de distribución desde el productor al consumidor final.

Los mayoristas compran las cajas de tomate a los productores en Bs. 20 y pagan Bs. 5 transporte por caja desde Saipina hasta Cochabamba. Costo por caja Bs. 25 y venden en Bs. 30. El margen es de Bs. 5 por cada 23 kilogramos de tomate, margen del 20%.

Los detallistas compran generalmente 10 cajas de tomate, cada una en Bs. 30. El transporte les cuesta Bs. 60. Cada caja de 2 arrobas tiene un costo total de Bs. 36, el costo por cuartilla es de Bs. 4.50 y venden en Bs. 10 cada cuartilla, un margen de Bs. 5.50 que representa el 122.22%.

Los supermercados deben comprar la caja de tomate en Bs. 30. El costo por kilogramo es 30/23= Bs. 1.31 y venden cada kilogramo en Bs. 6 u Bs. 8, asumiendo un promedio de Bs. 7, el margen que genera este establecimiento es de 434.35%.

Los precios de venta se fijan en función a la variedad del tomate y del sistema de producción: en invernadero o cultivado a campo abierto.

Aquellos tomates que se han cultivado en invernadero bajo condiciones controladas de sanidad, tienen costos de producción más elevados y se deben resaltar sus atributos, principalmente el uso mínimo de plaguicidas en su producción.

6.2.2. Factores que inciden en la determinación del precio.

De acuerdo a un estudio realizado por CIAT en 2021, el cultivo del tomate es uno de los más riesgosos debido al ataque de plagas y a la fluctuación de los precios en el mercado nacional.

Esta fluctuación de los precios del tomate a lo largo del año, se justifica por las condiciones climáticas durante el período de producción, época de la siembra y no menos importante la zona en que se produce el tomate.

Se puede distinguir dos zonas productoras de tomate: la del trópico en el Chapare y los valles mesotérmicos de Cochabamba y de Santa Cruz.

6.2.3. Relación de los costos con las ganancias y beneficios.

El uso de la tecnología en el cultivo del tomate, puede generar el doble de ganancias tanto en rendimientos como en calidad del producto final. Estos elevados costos deben considerar una inversión a largo plazo.

Tabla VI.2: Estructura de costos

Sistema de producción	Campo abierto (Bs/ha)	Invernadero (Bs/600 m^2)	Especializado/ familiar (Bs/500 m^2)
Costo total de producción (Bs/ha)	26,100	35,000	30,000
Costo unitario de producción (Bs/kg)	1.0 a 2.5	3.5 a 4.5	5.0

Fuente: Elaboración propia

6.3. Canales de distribución.

Un canal de comercialización puede definirse como un conjunto de organizaciones interdependientes que actúan de forma sistemática e

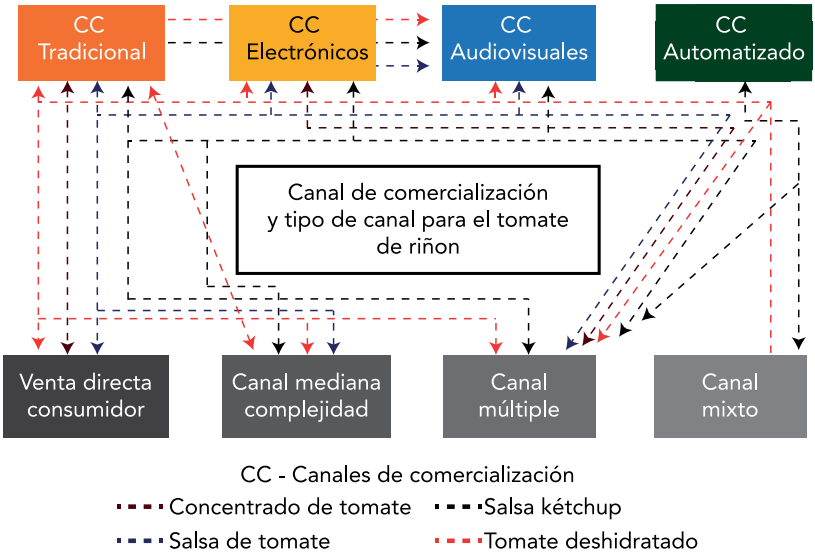
intervienen en el flujo donde circulan los productos y servicios desde su origen hasta llegar al consumidor final, es decir, es un punto clave dentro de la distribución porque los canales están formados por empresas independientes que tiene por objetivo comercializar productos a otras empresas mediante una eficiente gestión de ventas y espacios comerciales para conseguir mejores precios en los mercados (IICA & BOLPROES, 1998; Stern et al., 1998 Vélez, 2006).

Algunas funciones principales de la comercialización son: 1) funciones de intercambio: compra, venta, fijación de precios; 2) funciones físicas: transporte y manejo, almacenamiento, procesamiento y empaque, clasificación y normalización; 3) funciones facilitadoras: financiación y asunción de riesgos, información y noticias sobre el mercado, creación de demanda e investigación (Krisesberg & Howard, 1974).

La estrategia de comercialización de un producto industrializado va a depender de aspectos esenciales como el análisis del consumidor, desarrollo del producto, fijación de precios, de la marca (constituir la marca), venta y distribución (Pérez & Agudo, 2019).

Un canal de comercialización utiliza distintos "intermediarios" considerando dos etapas principales: concentración y distribución (Linares, 2008). La concentración es la reunión de grandes cantidades de un producto a un centro de acopio, y la distribución es la división en cantidades más pequeñas del producto para llevarlo hasta el consumidor final (Linares, 2008).

Imagen VI.1: Marco conceptual propuesto de los factores que fortalecen y/o afectan los canales de canales de comercialización de los productos industrializados



Fuente: Cárdenas, M. et al. (2021). Canales de comercialización utilizados en Ecuador para productos industrializados del tomate, Journal of Agro-Industry Sciences 3(2): 37–43 (2021). RED-UNIA-JAIS

Un canal de comercialización que adquiere cada vez mayor importancia por los altos volúmenes de compra son los supermercados debido a que son éstos los que hacen llegar el producto al consumidor final, otorgando un alto poder de negociación. Otro canal de comercialización son las tiendas de abarrotes, sin embargo, éstas han ido perdiendo fuerza por la expansión de las tiendas de autoservicio que tienen capacidad para ofrecer mayor cantidad de productos a menor precio y con mayor calidad.

Para los consumidores, la región de origen de los productos alimenticios se ha convertido en un criterio importante en la evaluación de sus productos y en la decisión de compra.

Imagen VI.2: Carguío de camión en Omereque

Fuente: Opinión edición 15/11/2014

Según el periódico Opinión: Los días martes y viernes, caravanas de camiones de diferente capacidad de carga salen desde Omereque llevando entre 30 a 50 cajas de tomate para abastecer la demanda en Cochabamba, Santa Cruz y Sucre.

Dentro de la distribución directa e indirecta, existen diferencias en la forma de comercialización del tomate, detallado a continuación:

• Supermercados o micromercados

En estos establecimientos el tomate se comercializa envasado en mallas y también a granel por kilogramos. No se detecta la presentación en otro empaque ni con marcas que identifican su procedencia o variedad. Los precios son más elevados que en los mercados tradicionales y entregan factura.

Son los supermercados que exigen a los productores bajo el sistema de invernaderos que presentes la certificación emitida por el SENASAG de acuerdo a RA 04 22.10 enero 2022, respetando lo expuesto en el art.75 numeral 1 y 2.

Qr # 6.3

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

• Quioscos de verduras y frutas

Estos canales se ubican más en barrios residenciales, entradas a condominios y en plazas en algunas ciudades de Bolivia. Por su ubicación, las compras al paso tienen precios más elevados que los supermercados. Se paga un sobreprecio por la comodidad.

• Ferias zonales

Estos canales funcionan determinados días de la semana, generalmente sábado o domingo. Los precios son más accesibles y la venta es a granel y se puede elegir el producto.

• Mercados tradicionales

Son mercados abiertos, generalmente funcionan todos los días, pero con mayor movimiento los miércoles y sábados. Los precios son más bajos que en los canales de autoservicio. Se vende por cuartilla y por kilogramos.

• Mayoristas

Ubicados en sectores periféricos de los mercados tradicionales, operan en la madrugada y son los que distribuyen del productor a los intermediarios. Utilizan cajas de madera y la venta es por esa unidad. Cada caja trae dos arrobas, es decir 23 kilogramos.

• Consumidor final

En la actualidad existe mayor preocupación de los consumidores por la salud y la seguridad alimentaria. Los consumidores están cambiando sus preferencias hacia productos saludables que sean ecológicos que no tengan ningún tipo de químicos como consecuencia de la fumigación y otras formas de combatir las plagas que afectan a productos como las hortalizas. Generalmente estos cultivos combaten de manera natural todo tipo de enfermedades o plagas.

Al respecto de los mercados agropecuarios Bastiaensen y Marchetti (2010) mencionan que, a nivel mundial, estos tipos de mercados han sufrido cambios significativos debido a la disminución de la producción agrícola de productos básicos no diferenciados y ha surgido una agricultura orientada a productos diferenciados y procesados con valor agregado y hacia productos especializados para ciertos sectores de mercado; haciéndose necesaria la coordinación entre los diferentes participantes del mercado a fin de aumentar la competitividad de las cadenas en las que participan.

Desde ese punto de vista, los productores de tomate tendrán que adaptar su oferta para atender las nuevas demandas a través de la diferenciación. Esta situación conduce a determinar cuáles son los segmentos objetivo de consumidores que tengan ciertas preferencias en gusto, sabor, tamaño, forma de tomate que puedan ser atendidos de forma específica.

Para atender esta demanda de forma eficaz, se hace indispensable identificar las características de los segmentos de consumidores y de esa manera aplicar ciertas estrategias comerciales y promover el consumo de ciertos tipos de tomate. Se estableció que, en 2020, el consumo per cápita del tomate en Bolivia es de 6.3 kg.

Se visitó una huerta familiar en Vinto, Cochabamba. En ella se cultivan además del tomate otras frutas y hortalizas. En relación al tomate, la Sra. Hilda Vargas, propietaria de La Huerta de Camila, hacía referencia a la forma de comercializar el tomate de manera directa a clientes especiales que hacen pedidos por WhatsApp y los miércoles en la feria de productos ecológicos en el Parque La Torre.

Qr # 6.4

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

6.4. Propuesta de comunicación.

6.4.1 Análisis inicial.

El tomate es un producto de consumo frecuente en Bolivia. Su uso no se limita al acompañamiento en ensaladas, sino también a la elaboración de salsas (tanto caseras, como industriales), decoración de platos, entre otros.

Las variedades de tomate más consumidas en Bolivia son: pera y manzana. Los atributos más importantes que destaca el consumidor son: el sabor, que sea un producto ecológico y la durabilidad.

Como se mencionó anteriormente, el tomate no cuenta con un empaque en específico en el punto de venta, que lo proteja adecuadamente, que mencione beneficios nutricionales, tipo de producción, etc., por lo que se considera importante trabajar en una estrategia de comunicación para el tomate ecológico.

6.4.2 Objetivos de comunicación.

Los objetivos de comunicación son:

- Dar a conocer los beneficios del tomate.
- Divulgar diferentes usos del tomate.
- Concientizar e informar sobre el uso responsable de pesticidas en el tomate.
- Generar experiencias con el consumo del tomate.
- Crear una campaña de comunicación en punto de venta.

6.4.3 Público objetivo.

- Mujeres y hombres de 23 a 65 años.
- Niños y niñas de 3 años en adelante.

Es importante tomar en cuenta que el tomate es un producto de uso cotidiano, por lo que la compra periódica está establecida. En este sentido, más que incrementar la venta y por ende el consumo del tomate es pertinente generar la compra consciente de este producto, considerando las ventajas del tomate ecológico, por lo que será primordial educar a niños y niñas por medio de la experiencia, para que se constituyan por un lado en:

- Influenciadores de compra.
- Compradores educados, para adquirir el producto ecológico en un futuro.

6.4.4. Campaña de comunicación - Promoción punto de venta.

Más del 70% de las decisiones de compra se toman cuando el consumidor está en el punto de venta. El objetivo del marketing experiencial en el establecimiento es guiarle, sorprenderle, conectar con él para facilitar su decisión creando para ello actividades originales, a menudo interactivas, que implican a los sentidos e invitan a la acción. (Manzano & Gavilán, 2011)

En este sentido, se considera importante trabajar en la comunicación que se establecerá en el punto de venta por medio del empaque, que solamente contenga tomate ecológico.

Una de las premisas para acompañar a un producto ecológico es que el empaque pueda ser reutilizable. Tomando en cuenta este factor se propone una campaña que permita fortalecer la compra de tomates ecológicos, incentivar a reusar y reciclar el empaque y finalmente crear un vínculo con el cuidado de nuestra salud, el medio ambiente y lo que se consume.

- Ofrecer el producto junto a una caja hecha de pallets que pueda ser usada como maceta para tener una mínima producción y fomentar el cuidado de los alimentos que consumimos.

- Como parte del producto entregar semillas con instrucciones para poder cultivar plantas de tomate. De esta manera se generará una experiencia que perdure, tanto con el público objetivo adulto, como con niños y niñas.
- El uso de bolsas de algodón para poder ofrecer dos presentaciones a la venta. Una sería de 1 kilogramo y la otra de 1 cuartilla.

La campaña debe ejecutarse de manera en la que se pueda llegar a las familias en sus compras semanales y, también, se pueda lograr un trabajo con los niños mayores de 3 años para que puedan crecer y cultivar una conciencia en el consumo natural.

Para lograr llegar a las familias, se proponen seis etiquetas con mensajes diferentes para poder fortalecer la información respecto a los beneficios del consumo del tomate. Las etiquetas tendrán el código de barras para cumplir con los requerimientos para poder ingresar a supermercados y puntos de venta en los que se deban respetar las normas comerciales. Además, se cuenta con dos opciones en el que se identifica una producción 100% ecológica y una que tiene un uso responsable de pesticidas.

Los mensajes que se manejan son los siguientes:

1. Sabías que el tomate es un diurético natural.
2. Contiene un potente antioxidante llamado Licopeno.
3. Sabías que el tomate es una fuente importante de potasio y magnesio.
4. Sabías que el tomate tiene vitaminas B1, B2, B5 y C.
5. Sabías que el tomate mejora la flexibilidad de los vasos sanguíneos.
6. Ayuda a la prevención del cáncer de próstata y colon porque contiene licopeno y vitamina C.

Imagen VI.3: Montaje de las etiquetas para acompañar el producto

Fuente: montaje de elaboración propia

Por otro lado, se tiene pensado acompañar a esta etiqueta, un sobre que contenga semillas de tomate para poder incentivar el cultivo de los propios alimentos y el cuidado de plantas de tomate para que haya una participación familiar y genere mayor conciencia respecto de lo que se consume.

Imagen VI.4: montaje del sobre que contiene las semillas

Fuente: Montaje de elaboración propia

Para el inicio de esta campaña de comunicación, se tiene pensado poder realizar la venta del tomate junto a un pallet de una dimensión aproximada de 30 x 20 centímetros y una altura de 20 centímetros.

Imagen VI.5: Montaje del pallet junto con la etiqueta y el sobre de las semillas

Fuente: Montaje de elaboración propia

Como parte de la venta general del tomate, se ha considerado usar bolsas de algodón que puedan ser reutilizadas. Se proponen dos presentaciones: de kilogramo y cuartilla. Las bolsas son en red para que puedan permitir la visibilidad del producto, ayuden en la conservación y sobre todo es una bolsa eco amigable que apoya al mensaje que se desea enviar. Por otro lado, esta bolsa es reusable para poder portar o guardar otro tipo de productos frescos, y darles otro tipo de uso.

Paralelamente a la implementación de las etiquetas, sobres y bolsas de algodón se propone elaborar una pequeña guía de cultivo y cuidado de las semillas de tomate para poder tener éxito en el uso del pallet en las casas. Esta guía permitirá tener consejos básicos sobre cómo cultivar y cuidar las plantas de tomate dentro del hogar y poder desarrollar una actividad familiar.

Dentro del público objetivo que se ha determinado, se tiene a niños y niñas de tres años en adelante. La idea es trabajar con este grupo, a través de los niveles iniciales y primarios de las escuelas, incentivando en ellos en el cuidado y conocimiento de los productos que se consumen.

Para este objetivo, se planea implementar un proyecto de trabajo conjunto con las instituciones educativas junto con las cuales, se pueda trabajar huertos dentro del colegio a modo de que los niños vean el proceso de crecimiento de las plantitas, entiendan el cuidado de requieren para poder desarrollarse correctamente y puedan participar de la cosecha de los frutos cerrando el círculo de producción y alimentando la concientización del consumo de productos saludables.

Imagen VI.6: Montaje de las bolsas de red de algodón para la comercialización de tomate

Fuente: montaje de elaboración propio

Imagen VI.7: Guía básica para el cultivo del tomate

Fuente: Montaje de elaboración propia

Imagen VI.8: Promoción de huertos escolares

Fuente: https://canal2t5.com/nacionales/establecen-huertos-escolares-nicaragua/

6.5. Conclusión y discusión.

Por la diversidad de sistemas de producción y variedades, el tomate ofrece al consumidor muchas alternativas para su consumo, sin embargo, es evidente una falta de integración entre los eslabones de la oferta y el eslabón del consumo final de este producto. Esta falencia repercute en ineficiencias del mercado que afectan tanto a los productores (precios inestables) como a los consumidores (precios inestables y calidad).

Es evidente la necesidad de trabajar en políticas y programas de fortalecimiento de la cadena del tomate que busquen la sostenibilidad de la producción y la satisfacción de las necesidades de los consumidores con productos sanos y accesibles.

Al finalizar este capítulo se presenta una propuesta de comunicación para el sistema de producción de tomate bajo invernadero. Con esta propuesta se busca poner en evidencia el potencial que la producción bajo invernadero tiene para el mercado de tomate. Y de esta manera propiciar que la integración de la oferta de tomate durante todo el año sea de beneficio para consumidores y productores y satisfacer la demanda.

Se invita al lector a evaluar la continuidad del consumo del tomate cultivado de forma tradicional, versus el tomate ecológico, que proviene de invernaderos o huertas familiares y ofrecen un producto diferenciado a un precio que tiene un incremento de hasta un 40% por kilogramo, pero garantiza una alimentación saludable que protege de enfermedades que afectan a la población. previene la ingesta de residuos de plaguicidas que son perjudiciales para la salud humana, además de que son una contribución a mejorar las condiciones del medioambiente, contribuye a mitigar y previene las afectaciones del cambio climático, protege la salud de los productores, y promueve la soberanía alimentaria porque reduce la dependencia de importaciones de productos agroquímicos, los cuales pueden ser sustituidos por bioinsumos producidos en Bolivia que generan medios de vida para familias de pequeños productores rurales.

6.6. Referencias bibliográficas.

Bastiaensen, J.and Marchetti, (2010). "Microfinanzas rurales y cadenas de valor agropecuarias," IOB Working Papers 2010.02, Universiteit Antwerpen, Institute of Development Policy (IOB).

Ben K., y Gil J. (2008). Asimetrías en la transmisión de precios en el sector del tomate en España, Economía Agraria y Recursos Naturales, Vol 8, 1.pp 57-82.

Cárdenas, M. et al. (2021). Canales de comercialización utilizados en Ecuador para productos industrializados del tomate. Journal of Agro-Industry Sciences 3(2): 37–43. Redunia-JAIS

Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT). (2022). Manual del cultivo del tomate para pequeños productores de los valles. Consultado en línea en http://www.sicsantacruz.com/sicv3/assets/biblioteca/material/0001.pdf (accedido el 31 de agosto de 2022).

IICA & BOLPROES. (1998). Los Servicios de Comercialización en las Bolsas de productos Agropecuarios. En E. Oñate (Presidencia), sistema de información de precios y mercados. Ponencias llevado a cabo en el V encuentro Panamericano de Bolsas de Productos, San Salvador, El Salvador.

Krisesberg, M., & Howard, S. (1974). Mejoramiento de los sistemas de comercialización en los países en desarrollo: Un enfoque para la identificación de problemas y el fortalecimiento de la asistencia técnica (Serie de Desarrollo Institucional N0. 3). [Recuperado del sitio del internet de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 86 pp.

Linares, A. (2008). Administración y gerencia agraria. Mercadeo de productos agropecuarios, canales de comercialización. [Disponible en físico en Universidad Nacional Agraria La Molina, pp.1-94].

Manzano R. y Gavilán, D. (2011). Marketing sensorial: Comunicar con los sentidos en el punto. Prentice Hall; 1er edición.

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDR y T). (2022). Resolución Administrativa SENASAG N°04/2022. Consultado en línea en https://www.google.com/search?q=SENASAG+de+acuerdo+a+RA+04+22.10+enero+2022&oq=SENASAG+de+acuerdo+a+RA+04+22.10+enero+2022&aqs=chrome..69i57.2636j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8 (accedido el 5 de septiembre de 2022).

MDR y T. (2017). Manual técnico de producción de tomate con enfoque de buenas prácticas agrícolas. Consultado en línea en https://www.bivica.org/file/view/id/5254 (accedido el 5 de septiembre de 2022).

Opinión. (2014). Omereque abastece a 3 departamentos con tomate orgánico. Consultado en línea en https://www.opinion.com.bo/articulo/cochabamba/omereque-abastece-3-departamentos-tomate-organico/20141115211300505472.html (accedido el 22 de agosto de 2022).

Pérez, A (2019). Distribución Comercial. Tema 2. Análisis de los Canales de Comercialización. Universidad de Cantabria, Open Course Ware, pp.1-116.

Stern, L. et al. (1998). Canales de comercialización. Madrid, España. Madrid y Prentice Hall.

Vélez, S. (2006). Desarrollo organizacional agropecuario. Comercialización e información que genera competitividad. Revista Inter Cambio, 8(3), 1-16

Villane, P. de (2022). Propiedades del tomate para tu salud: conoce las 8 más beneficiosas. Consultado en línea en https://pazodevilane.com/es/cronicas-gallinero/propiedades-del-tomate/ (accedido el 5 de septiembre de 2022).

7.
FINANCIAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE

Kurt Manfred Jürgensen Flores - Karla Campos Arzabe

Resumen.

El capítulo presenta el análisis de diferentes alternativas de financiamiento para la producción del tomate en Bolivia con principal énfasis en créditos productivos, créditos para la sustitución a las importaciones, microcréditos productivos, arrendamiento financiero y financiamiento a través de proveedores.

Palabras claves: SIBOLIVIA, FOGADIN, créditos productivos, microcréditos productivos, leasing, arrendamiento financiero.

Introducción.

La producción del tomate requiere de bastante financiamiento, principalmente para la inversión de capital y para el capital de trabajo, comúnmente denominado capital operativo. Como en todo negocio, la correcta elección de las mejores fuentes de financiamiento es clave para contribuir a su éxito. Por el contrario, una mala elección de las fuentes de financiamiento aumentará el nivel de riesgo total que de alguna manera ya es alto en la producción de productos agrícolas. Por

ejemplo, los riesgos relacionados con los ciclos de producción, con el clima y la temperatura, con la cantidad de lluvia y agua en general y en consecuencia con las inundaciones y las sequías, con la intensidad de los rayos solares, con los precios de mercado al momento de la comercialización, los cambios en los costos y calidad de los insumos y fertilizantes, la calidad, costo y manipuleo en el transporte, y con otros riesgos adicionales como plagas y pestes ya son bastante altos y son inherentes a la producción de tomate.

Es por esta razón que se deben analizar con mucho cuidado las condiciones de las diferentes alternativas de financiamiento que generarán compromisos y salidas de flujos de caja, las que se deberán comparar con los ingresos de flujos de caja futuros provenientes de la comercialización de la producción de tomate. En medida de que los ingresos de flujos de caja sean mayores a las salidas de flujo de caja en todo momento en el futuro, será posible mantener bajo control el costo y el riesgo financiero en la producción de tomate.

Objetivos del capítulo.

Este capítulo presenta la información relacionada con distintas formas de financiamiento para la producción del tomate en Bolivia. También analiza las diferentes necesidades y posibilidades de financiamiento de micro, pequeños, medianos y grandes productores de tomate en el país. Se analizan en detalle las condiciones de los distintos financiamientos posibles, incluyendo las garantías requeridas.

7.1. Financiamiento para la inversión de la producción y comercialización del tomate.

Para entender las necesidades y posibilidades de financiamiento en la producción de tomate, será necesario distinguir tres categorías de productores: 1) micro productores, 2) pequeños productores y 3) medianos y grandes productores de tomate. La (Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero, 2021) establece que la categorización de los productores depende de tres factores: 1) de los ingresos anuales por ventas, 2) del valor del patrimonio de la empresa productora y 3) de la cantidad de personal ocupado. Dicha Norma utiliza un índice para la categorización de las empresas en el sector productivo. El índice se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Índice} = \sqrt[3]{\frac{\text{Ingreso por Ventas}}{35{,}000{,}000} \times \frac{\text{Patrimonio}}{21{,}000{,}000} \times \frac{\text{Personal Ocupado}}{100}}$$

La categoría de Microempresa en el sector productivo es asignada cuando dicho índice se encuentra entre 0 y 0.035 inclusive. La categoría de pequeña empresa se asigna cuando el índice es mayor a 0.035 pero menor o igual a 0.115. La categoría de mediana empresa se considera cuando el índice es mayor a 0.115 pero menor o igual a 1. Se considera que se trata de una gran empresa cuando el índice es mayor a 1.

El (Decreto Supremo No. 2055, 2014) establece tasas máximas para el financiamiento al sector productivo, siendo los límites los siguientes:

a. Una tasa máxima de 11.5% anual para el financiamiento para micro productores
b. Una tasa máxima de 7% anual para el financiamiento para pequeños productores
c. Una tasa máxima de 6% anual para el financiamiento para medianos y grandes productores.

Los productores de tomate pueden acceder a dichos límites máximos en el costo del financiamiento. El mencionado decreto supremo logró que todas las entidades financieras ofrezcan las mismas condiciones en todo el sector productivo. Por lo tanto, los productores de tomate pueden trabajar con la entidad financiera con la que tengan mayor grado de afinidad ya que las tasas serán las mismas.

Un importante elemento que considerar es que las entidades financieras tienen la posibilidad de ofrecer distintos plazos y distintas formas de pago. Para elegir la forma de pago, se deberá considerar el ciclo de producción del tomate, que en la mayoría de los casos oscila entre seis a nueve meses. Este es el período que se necesita en promedio para producir tomate desde que se siembra la semilla hasta la cosecha y comercialización del tomate fresco.

Si el ciclo de producción fuera realmente de seis meses, una parcela podría generar ingresos dos veces en el año, logrando un alto nivel de eficiencia. En este caso específico, el financiamiento para la producción del tomate debería tener la modalidad de pagos semestrales que

coincidan perfectamente con el momento en que la parcela genera ingresos a través de la venta de la producción. Si se lograra este calce en el flujo de caja, los productores de tomate podrían pagar las cuotas que vencen cada seis meses con los ingresos que suceden también por la venta de tomate cada seis meses.

Cuando el ciclo de producción es mayor o menor a seis meses, la forma de pago pactada con la entidad financiera deberá ser también por el mismo periodo. La gran mayoría de las entidades financieras ofrece la posibilidad de que la forma de pago sea personalizada. Es decir, si el ciclo de producción es de 8 meses, el productor de tomate deberá negociar una forma de pago también de 8 meses para calzar perfectamente los flujos de caja entrantes con los salientes. Si el ciclo de producción fuera de cuatro meses, la forma de pago deberá ser cuatrimestral. Es importante que el ciclo de producción sea igual a la forma de pago seleccionada al momento de solicitar el préstamo a la entidad financiera.

Asimismo, cuando el productor decide alternar la producción de tomate con otra hortaliza como la lechuga, el ciclo de producción deberá aumentarse para incluir el ciclo de producción de la lechuga. Por ejemplo, si el ciclo de producción de la lechuga fuera de dos meses y el ciclo de producción del tomate de 5 meses, entonces el ciclo de producción total deberá ser de siete meses y en consecuencia la forma de pago también deberá pactarse cada siete meses.

En caso de que el ciclo de producción del tomate fuera de cinco meses y se decida alternar con la producción de lechuga de dos meses, no será conveniente pactar una forma de pago anual, ya que los ingresos de un solo ciclo podrían ser insuficientes para realizar un solo pago anual por deuda. Será siempre más conveniente lograr un calce perfecto entre la forma de pago con el ciclo de producción.

7.2. Fondos de microfinancieras para pequeños productores.

Algunas Instituciones Financieras de Desarrollo (IFD) ofrecen préstamos especiales para microempresarios que se dedican a la actividad productiva agropecuaria. (Sembrar Sartawi IFD, 2022) ofrece préstamos para capital de operaciones por un monto máximo de Bs 10,000 con un plazo máximo de 36 meses. Aunque la tasa de interés es un

poco mayor y oscila entre 16% a 18% anual, el servicio viene con asistencia técnica para la producción de tomate y con ayuda en la comercialización de la producción para abrir nuevos mercados que permita la oportuna venta al mejor precio posible.

Se trata de créditos de mayor accesibilidad con un desembolso rápido y oportuno con asistencia técnica y de mercado. Esta es una muy buena alternativa para nuevos microempresarios que estén considerando incursionar en la producción de tomate o para aquellos que estén haciendo crecer su producción.

Asimismo, para microempresarios con actividad en la producción de tomate, Sembrar Sartawi IFD tiene créditos especiales para la compra de equipo agrícola usado por un importe de hasta Bs 35,000 con 20% de aporte propio, con plazo de hasta 60 meses, con cuotas personalizadas y con tasas del 20.5% al 24.5% anual. Esta es una excelente alternativa para capital de inversión y permite un accesible y oportuno financiamiento cuando ya se ha encontrado el equipo usado que se necesita y no se quiere perder la oportunidad de comprarlo.

La ubicación de la parcela es la que define si es posible financiar con una u otra IFD. Los micro productores deberán contactar a la IFD que tenga una agencia en su comunidad.

Qr # 7.1

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

7.3. Fuentes de financiamiento especiales para la producción de tomate a través de créditos SIBOLIVIA y sus condiciones.

Sin duda la mejor fuente de financiamiento que se puede lograr para la producción del tomate está relacionada con lo dispuesto mediante Decreto Supremo No. 4424, 2020 y que fue ratificado con Decreto

Supremo No. 4509, 2021. Ambos decretos establecen el uso de Fideicomisos para la reactivación y desarrollo nacional, cuyos fondos son utilizados para otorgar créditos productivos denominados SIBOLIVIA, con condiciones verdaderamente especiales para financiar la producción de alimentos como el tomate destinada a la sustitución de importaciones.

Estos créditos de Sustitución de Importaciones pueden ser solicitados al Banco de Desarrollo Productivo, 2022. Los productores de tomate se benefician de la tasa fija de 0.5% anual con plazos de hasta diez años. El sector agropecuario se incluyó en este beneficio mediante el mencionado Decreto Supremo No. 4509 y en consecuencia todos los productores de tomate se podrán beneficiar de estas condiciones privilegiadas. Hasta el mes de mayo de 2021, sólo el 15.5% del monto total de los fideicomisos fueron utilizados en el otorgamiento de créditos SIBOLIVIA, quedando todavía importantes montos a ser utilizados. Estos créditos SIBOLIVIA sirven para financiar capital de inversión, es decir para la compra de equipos y maquinaria y para capital de operación del sector productivo y benefician a micro productores, pequeños productores, medianos productores y grandes productores sin distinción alguna.

Para capital de inversiones el monto máximo a ser financiado por Micro productores es de Bs 450,000 a un plazo máximo de siete años. De la misma manera, los productores pequeños podrán financiar hasta Bs 3,000,000, los medianos hasta Bs 35,000,000 y los grandes productores hasta Bs 70,000,000 con plazo máximo de diez años en estos tres casos.

Para capital de operación el plazo máximo será de tres años en todos los casos y los montos máximos son de Bs 250,000 para microempresas, Bs 1,500,000 para empresas pequeñas, Bs 8,000,000 para empresas medianas y Bs 15,000,000 para grandes empresas.

Existen periodos de gracia, es decir el periodo en el cual no se paga capital y donde sólo se deberán pagar intereses. El período de gracia para capital de operación es de hasta 12 meses y para capital de inversión es de máximo 24 meses. Este beneficio es importante en especial cuando se trata del financiamiento del capital inicial hasta que se desarrolle la producción y empiece a generar flujos de caja.

En fecha 31 de Agosto de 2022, el Gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia dispuso mediante (Decreto Supremo No. 4790, 2022) el incremento del valor de los Fideicomisos que se utilizan para la Reactivación y Desarrollo de la Industria Nacional, cuyos recursos a su vez se utilizan para financiar los créditos SIBOLIVIA a productores que colaboran en la sustitución de las importaciones a un importe total de Bs 2,393,364,000.- Con estas disposiciones, el monto disponible para dichos créditos aumentó casi al doble.

Qr # 7.2

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

7.4. Requerimientos para el acceso al financiamiento SIBOLIVIA.

Dependiendo del monto del crédito y del plazo, las garantías serán: 1) personales, es decir de un garante; 2) prendarias, es decir de los inventarios u otros activos tangibles; 3) hipotecarias, es decir de un bien inmueble; 4) auto liquidables, es decir depósitos a plazo fijo y otros documentos financieros que la entidad financiera pueda liquidar sin la participación de la empresa; y 5) garantías no convencionales, como por ejemplo la garantía a través del Fondo de Garantía para el Desarrollo de la Industria Nacional (FOGADIN) que es una garantía del Estado Plurinacional de Bolivia para garantizar el otorgamiento de créditos únicamente para las micro empresas y micro productores por el 50% del valor de la deuda. En este caso los micro productores sólo deberán presentar garantías por el 50% restante.

Mediante el (Decreto Supremo No. 4470, 2021), se dispuso la creación de un Fideicomiso mediante el cual el Estado establece un fondo denominado FOGADIN para garantizar las nuevas operaciones de crédito para microempresarios con actividad en el sector productivo. Los micro productores de tomate tienen la posibilidad de acceder a esta garantía del Estado que tiene por objeto facilitar el acceso al crédito

productivo. Las garantías por el 50% restante deberán ser presentadas usando una o varias de las formas de garantía mencionadas anteriormente, exceptuando el FOGADIN.

Estos créditos se otorgan a los propietarios de las parcelas de producción, quienes deberán acreditar su estabilidad domiciliaria, es decir, que no hayan cambiado de domicilio en al menos un año. Las pequeñas y medianas empresas deberán poder demostrar que no cambiaron de domicilio en al menos tres años. Asimismo, los empresarios deberán tener experiencia en la actividad de al menos un año, aunque podrían existir algunas excepciones con dicho requerimiento, siendo el financiamiento aún posible a pesar de no tener la experiencia requerida. Obviamente algunos de los requisitos indispensables son no tener deudas castigadas o vencidas en el sistema financiero nacional, no tener vínculos con funcionarios del Banco de Desarrollo Productivo (BDP) o del Banco Unión y demostrar la capacidad de pago, es decir la suficiente producción que genere suficientes flujos de caja.

Existe, empero, una limitación en la cantidad de endeudamiento que se puede otorgar a una empresa productiva. El límite máximo de endeudamiento total posible bajo este esquema, considerando el crédito SIBOLIVIA y otros créditos contratados en el sistema financiero nacional, es igual al total del patrimonio, es decir no se aprobarán créditos por montos mayores al valor patrimonial de la empresa. Por cada boliviano de deuda se debe tener otro boliviano en el patrimonio. En otras palabras, a través de este mecanismo se financia máximo el 50% del capital de largo plazo de la empresa productiva. Una importante característica que resaltar es que para este tipo de financiamiento no se requieren aportes propios adicionales.

Tanto las personas jurídicas, es decir las sociedades productivas, como las personas naturales, es decir las empresas unipersonales, deberán pertenecer al Régimen General, al Régimen Simplificado o al Régimen Agropecuario Unificado RAU. En otras palabras, los productores deberán poder demostrar que su Número de Identificación Tributaria corresponde a uno de esos regímenes. Este requisito es indispensable para poder acceder a este financiamiento que tiene las mejores condiciones del mercado.

Para personas naturales y empresas unipersonales los requisitos son sencillos. Se deberá presentar el carnet de identidad del dueño de la parcela y de su esposa o esposo, además de una fotocopia de la factura de energía eléctrica, servicio de agua o gas del domicilio del propietario y también del lugar donde se encuentra la producción del tomate con ambos croquis de ubicación respectivos. Finalmente se deberá presentar una fotocopia del NIT con verificación electrónica lo que se puede realizar en el portal de trámites del Servicio de Impuestos Nacionales.

Las personas jurídicas además de los documentos mencionados deberán presentar fotocopia del testimonio de constitución de la empresa, fotocopia de la última modificación que se hubiera realizado a la escritura de sociedad, fotocopia del poder del representante legal y la Matrícula de Comercio actualizada en original. Las sociedades anónimas también deberán presentar un ejemplar de los estatutos inscritos en el Registro de Comercio. Se recomienda también presentar los estados financieros auditados correspondientes a las últimas dos gestiones para empresas con ingresos anuales mayores a Bs 1,200,000. Si los ingresos son menores a Bs 1,200,000, se recomienda presentar los estados financieros firmados por el contador con sello del colegio de contadores que corresponda.

Un documento adicional que será sin duda muy útil al momento de solicitar el crédito es el plan de negocio donde se identifiquen claramente los ingresos (flujos de caja) de los años en los que se pagará el crédito. Para ello será necesario proyectar cada ciclo de producción con las cantidades de cajas a producirse. Asimismo, se deberá estimar el precio al que se puede vender dicha producción. La multiplicación de la cantidad de cajas a venderse por el precio dará el ingreso por ventas.

A este valor se deberán descontar todos los costos incurridos durante el ciclo de producción. Se deberán incluir los costos de semillas, de fertilizantes, costos de mano de obra, costos fijos como por ejemplo el sueldo del ingeniero agrónomo, los costos de riego, lo costos de todos los servicios básicos, incluyendo servicios de internet y de telefonía celular. Si ya se tienen deudas anteriormente contratadas en el sistema financiero se deberá incluir el valor de la cuota que se paga, además de todos los pagos que se realizan por impuestos. El resultado

que se origina de sumar todos los ingresos y restar todos los gastos se denominará flujo de caja. Este flujo de caja deberá ser suficiente para cubrir con amplitud el costo del nuevo financiamiento. De esta manera se podrá demostrar la capacidad de pago.

7.5. Arrendamiento como forma complementaria de financiamiento.

Para la compra de maquinaria y equipo nuevo, está disponible el arrendamiento financiero como una excelente alternativa de financiamiento. Se trata de un contrato de alquiler de la maquinaria con opción de compra que el comprador puede ejercer al final del contrato. En esta modalidad de financiamiento la entidad financiera compra la maquinaria a su nombre y la otorga en calidad de arrendamiento a la productora de tomate. El beneficio más importante es que cada cuota de capital que se paga es facturada por la entidad financiera y por tanto se recibe el crédito fiscal del IVA y además la cuota de capital es deducible del impuesto a las utilidades de las empresas como gasto operativo. El principal beneficio de esta modalidad de financiamiento es un ahorro impositivo.

El (Banco de Desarrollo Productivo, 2022) ofrece un financiamiento denominado, "Tu Maquinaria BDP", que es el arrendamiento financiero para empresas del sector productivo agropecuario. Esta modalidad no requiere otras garantías ya que el título de propiedad del equipo o maquinaria lo mantiene la entidad financiera hasta que el comprador decida ejercer su derecho de compra. Sólo pasará el título de propiedad al comprador cuando se ejerza el derecho de compra y se realice el pago por este concepto por un monto previamente acordado en el contrato.

Esta modalidad requiere una cuota inicial del 20% de aporte propio ya que sólo permite financiar el 80% del valor de la maquinaria y el plazo es hasta de diez años.

Los requisitos para acceder a este tipo de financiamiento son similares a cualquier otro préstamo en especial a lo referente a la capacidad de pago. Para productores, medianos y grandes se recomienda también hablar con el asesor de créditos de Bisa Leasing, Banco Nacional de

Bolivia (BNB) Leasing o Fortaleza Leasing quien los podrá guiar en sus requerimientos para la compra de equipos y maquinaria nueva.

Si bien las tasas de interés son un poco mayores a las de un crédito productivo, esta modalidad es específica para inversión y modernización y permite a los productores de tomate ser más eficientes en su producción con ayuda de equipos y maquinaria y reducir costos de mano de obra. El arrendamiento financiero es un excelente complemento de financiamiento ya que la capacidad de endeudamiento para financiar capital operativo a través de un crédito SIBOLIVIA se mantiene sin variación. Eso quiere decir que una empresa a pesar de tener arrendamiento financiero puede también optar por el crédito SIBOLIVIA.

Qr # 7.3

Ingresando al siguiente código QR podrá acceder a contenido adicional relacionado con la lectura.

7.6. Financiamiento a través de proveedores, comercializadores y terceros.

Una importante forma de financiamiento en la producción de tomate es la que ocurre a través de los proveedores. Se trata de un financiamiento de corto plazo que se logra por medio de una negociación con los proveedores principalmente de fertilizantes, quienes por su mayor tamaño y mayores capacidades financieras están dispuestos a vender sus productos al crédito. El crédito normalmente corresponde a un ciclo productivo, es decir, los proveedores van entregando a los productores todos los fertilizantes que emplean durante un ciclo hasta la comercialización de la producción. Con los ingresos que genera la comercialización de ese ciclo, los productores pagarán a los proveedores por todos los fertilizantes recibidos.

Este financiamiento se lo puede lograr directamente de los grandes proveedores a través de la firma de un convenio de provisión. Se trata de un financiamiento gratuito para los productores ya que los costos de financiación son por cuenta de los proveedores. Más específicamente, muchos proveedores están dispuestos a asumir esos costos financieros para poder lograr mayores niveles de ventas.

También es posible lograr un financiamiento a través de los comercializadores del tomate, quienes pueden adelantar a los micro o pequeños productores ciertas cantidades de dinero para posteriormente recibir una parte de la producción del siguiente ciclo. Esta modalidad requiere que los productores conozcan muy bien a los intermediarios de la comercialización, los que compran la producción al mayoreo. Por lo general, los costos financieros se los descuenta de los precios de venta y el monto del dinero recibido se lo descuenta de la siguiente venta.

Por su parte, los comercializadores no sólo garantizan para sí mismos una cantidad de la producción del siguiente ciclo productivo sino también podrían garantizar un bajo y conveniente precio. A su vez, los productores garantizan para sí mismos la venta de todos sus productos a un precio que podría ser previamente definido, pero además el financiamiento requerido.

Una variación de este sistema de financiamiento se logra también a través de conocidos, parientes, compadres o allegados de los más pequeños productores, quiénes ayudan a financiar la compra no sólo de semillas, fertilizantes y demás insumos para la producción de tomate sino también de otros importantes gastos como la mano de obra. A este financiamiento se lo conoce como financiamiento a través de terceros.

Este tipo de financiación es de carácter informal ya que por lo general no requiere de la firma de ningún documento, pero su cumplimiento es de carácter obligatorio. En esta modalidad un "apretón de manos" es más importante que un "contrato".

Este sistema es muy eficiente, ya que permite el financiamiento de corto plazo requerido, no contempla ningún costo por intereses financieros y se adecúa también a las posibilidades de pago de los productores. En esta modalidad, la devolución del dinero a los terceros tam-

bién sucede al concluir el ciclo y la comercialización de la producción. Es decir, los productores pagan a los proveedores o terceros cuando tienen el dinero para hacerlo.

7.7. Seguro agrario.

Este seguro, denominado específicamente Seguro Agrario Universal "Pachamama" consiste en una política pública que promueve el estado boliviano hace más de 10 años, normado a través de la (Ley de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria No. 144, 2011). La característica principal de este seguro es su carácter gratuito con el fin de contribuir a mejores condiciones de vida para los agricultores que viven en los campos bolivianos y están expuestos a eventos adversos relacionados principalmente con el clima.

Los eventos climáticos adversos que cubre el seguro agrario son: sequía, helada, granizo e inundación, en el que cada familia puede registrar hasta tres hectáreas como máximo, el monto cubierto es de Bs. 1,000 por hectárea perdida o severamente dañada, se programa las indemnizaciones en actos públicos.

La misma ley 144 dispone la creación del Instituto del Seguro Agrario – INSA, que desarrolla sus actividades bajo la tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Este instituto cumple principalmente funciones operativas y normativas relacionadas al seguro, obtiene recursos del Tesoro General de la Nación conforme a la disponibilidad financiera que exista. Según la página del INSA, se busca cumplir dos objetivos claros, velar por la seguridad alimentaria de la familia productora boliviana y motivar la siembra pese a malos momentos y pérdidas por efectos del clima.

Hasta el año 2018, según datos del INSA, la cobertura del Seguro Agrario llegó productores de diez cultivos que se consideran básicos para la seguridad alimentaria en nuestro país: papa, haba[69], maíz, trigo, quinua, cebada, avena, frejol[70], alfalfa y yuca. Evidenciándose que hasta ese momento el cultivo de tomate no se encontraba cubierto.

69 Habichuelas
70 Frijol

Se revisó también un informe de rendición de cuentas inicial de la gestión 2021 elaborada por el INSA, que muestra la intención de incorporar otros cultivos como arroz, sorgo, cebolla, tomate, zanahoria, cañahua[71] y tarwi[72] al seguro agrario, se menciona que para esto es necesario elaborar estudios por cultivo y contar con metodologías de evaluación diseñadas y aprobadas. Se esperaba en ese entonces la incorporación de estos cultivos al seguro agrario catastrófico para la próxima campaña, pero a la fecha, agosto 2022 todavía no se tiene evidencia de la misma.

7.8. Programa nacional de apoyo a la producción y comercialización de hortalizas.

A través del (Decreto Supremo No. 4560, 2021) se norma la creación de cuatro programas orientados a la reactivación productiva, soberanía alimentaria y de apoyo a la producción nacional agropecuaria, uno de estos programas se encuentra directamente relacionado al tomate, este es el programa nacional de apoyo a la producción y comercialización de hortalizas, que tiene como fin mejorar los rendimientos de los cultivos de cebolla, tomate, zanahoria, arveja y haba.

Este programa está a cargo de la Institución Pública Desconcentrada Soberanía Alimentaria (IPDSA), que es una entidad operativa del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, y que desde este año y bajo el mismo programa ha estado desarrollando el proyecto: "Fortalecimiento de capacidades en producción primaria, cosecha, poscosecha y comercialización de los cultivos de tomate, zanahoria, cebolla, haba y arveja para la seguridad y soberanía alimentaria en Bolivia".

7.9. Conclusiones y discusión.

La producción del tomate es una actividad importante del sector productivo del país y por ende cuenta con un importante apoyo por parte del Estado Plurinacional Boliviano. Las tasas de interés que se pueden lograr para la producción de tomate son inmejorables en especial por

71 La cañahua (*Chenopodium pallidicaule*), un grano andino tanto o más potente que la quinua como alimento, pero escasamente conocido, es la nueva oferta de Bolivia para el mercado internacional debido a sus propiedades nutritivas y su resistencia al cambio climático.

72 El TARWI, también conocido como chocho o lupino, es un grano con un valor nutricional excepcional por su gran cantidad de proteínas, vitaminas y minerales. Sus propiedades fueron muy apreciadas por las culturas andinas desde tiempos prehispánicos.

los créditos de sustitución de las importaciones SIBOLIVA. Asimismo, los fondos que puso el gobierno a disposición de los micro productores de alimentos para garantizar el 50% de la deuda a través de los créditos de reactivación económica como los créditos SIBOLIVIA, permiten a los micro productores acceder fácilmente a fuentes de financiamiento extremadamente baratas.

Adicionalmente, los créditos y microcréditos productivos, el arrendamiento financiero y el financiamiento a través de proveedores, comercializadores y terceros redondean y complementan las abundantes posibilidades de financiamiento para que la producción del tomate en Bolivia, al menos en el mediano plazo, sea eficiente y sostenible. Un próximo paso será el de evaluar cómo lograr el financiamiento verdaderamente sustentable con el medio ambiente en la producción de tomate.

Gracias a todas estas formas de financiamiento podemos los bolivianos continuar disfrutando de nuestra infaltable "llajwita[73]", cuyo ingrediente principal es el tomate.

7.10. Referencias bibliografías.

Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero. (24 de noviembre de 2021). *Recopilación de Normas para Servicios Financieros.* Obtenido de www.asfi.gob.bo: https://servdmzw.asfi.gob.bo/circular/textos/L03T02.pdf

Banco de Desarrollo Productivo. (2022). SIBOLIVIA *Créditos para la Sustitución de Importaciones.* Obtenido de www.bdp.com: https://www.bdp.com.bo/sibolivia-credito-para-la-sustitucion-de-importaciones-/

Banco de Desarrollo Productivo. (2022). *Tu Maquinaria BDP.* Obtenido de www.bdp.com: https://www.bdp.com.bo/bdp-arrendamiento-financiero.html

Decreto Supremo No. 2055. (9 de julio de 2014). *Marco Normativo de Servicios Financieros.* Obtenido de Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero: https://www.asfi.gob.bo/images/MARCO_NORMATIVO/SERV_FINAN_/DS_2055.pdf

73 Llajua o llajwa, es una salsa fresca y picante que acompaña cada mesa boliviana. Cada casa boliviana tiene un frasco de llajua. Es una de esas salsas que está en la mesa para cada comida.

Decreto Supremo No. 4424. (7 de diciembre de 2020). *Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural.* Obtenido de www.produccion.gob.bo: https://siip.produccion.gob.bo/repSIIP2/files/normativa_12345_21122020a2e9.pdf

Decreto Supremo No. 4470. (3 de marzo de 2021). *Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero.* Obtenido de www.asfi.gob.bo: https://www.asfi.gob.bo/images/MARCO_NORMATIVO/SERV_FINAN_/D.S._4470.pdf

Decreto Supremo No. 4509. (19 de mayo de 2021). *Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero.* Obtenido de www.asfi.gob.bo: https://www.asfi.gob.bo/images/MARCO_NORMATIVO/SERV_FINAN_/D.S._4509.pdf

Decreto Supremo No. 4560. (2 de agosto de 2021). I*nfoleyes Bolivia.* Obtenido de www.bolivia.infoleyes.com: https://bolivia.infoleyes.com/norma/7676/decreto-supremo-4560

Decreto Supremo No. 4790. (31 de agosto de 2022). Obtenido de www.infoleyes.com: https://bolivia.infoleyes.com/norma/7889/decreto-supremo-4790

Ley de Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria No. 144. (26 de junio de 2011). *Instituto del Seguro Agrario.* Obtenido de www.insa.gob.bo: https://www.insa.gob.bo/images/normativa/LEYES/LEY_144-Ley_de_Revolucion_Productiva_Comunitaria_Agropecuaria.pdf

Sembrar Sartawi IFD. (2022). *Servicios Financieros.* Obtenido de www.sembrarsartawi.org: https://www.sembrarsartawi.org/#productos

REFLEXIONES FINALES

Hernán Naranjo Mejía - Jorge Blajos Kraljevic

Este libro pretendió acompañar, a quien lo lea, a través de un interesante viaje para conocer más sobre una de las hortalizas más consumidas, no sólo a nivel de Bolivia, sino en todo el mundo: el tomate.

La intención de la UPB y de la Fundación PROINPA en esta publicación, y en las que vendrán, es brindar información valiosa y actual acerca de los principales alimentos que día a día estamos consumiendo en nuestros hogares. Esta información busca dar cuenta de las diferentes etapas que un producto alimenticio debe recorrer desde que inicia su producción en el campo hasta que llega a nuestra mesa. Es por ello que, en cada uno de los capítulos que este libro engloba, existe información que será un insumo importante para el conocimiento y toma de decisiones de quienes pretendan aproximarse al tomate desde diversas perspectivas: ya sea desde la producción, la investigación, o desde el consumo, entre otras.

Cada capítulo muestra un componente de la experiencia del tomate en fresco en el país, desde aspectos contextuales que denotan la importancia de esta hortaliza, atravesando los componentes agrícolas de su producción, hasta la logística y comercialización que permiten que

el tomate llegue a manos de las familias bolivianas. En este intenso flujo, de una u otra forma, interactuamos todas las personas, y este libro trata de resaltar lo fascinante de todo este proceso. Por ahora, el enfoque ha sido puesto sobre el tomate en fresco, siendo el procesamiento de esta hortaliza un mundo en el cual se pondrá la lupa en futuras publicaciones.

Al escribir estas páginas, ha saltado a la vista lo mucho que se conoce sobre esta hortaliza, pero también, lo mucho que aún se puede descubrir, que se puede analizar y lo que se necesita investigar como por ejemplo, determinar la importancia de cada sistema de producción dentro de la producción total de tomate en el país o las pérdidas post cosecha que se experimentan en cada uno de dichos sistemas, además del espacio tan amplio en el cual se puede innovar para lograr resultados mejores, como en la generación de estadísticas según sistema de producción, en cada una de las etapas de la cadena del tomate. Cada una de las secciones de este libro, resalta estos aspectos en sus acápites finales, invitando a profundizar en las áreas donde su interés se concentre, brindando además acceso a contenidos que van más allá de la palabra escrita para facilitar el acceso a la información.

La UPB y la Fundación PROINPA esperan que esta sea la primera de una serie de publicaciones que permitan comprender y valorar la importancia de nuestra alimentación y cómo la misma es posible gracias a la fuerza, experiencia y conocimiento de mujeres y hombres que, en todos los rincones del país, diariamente, aportan para que los alimentos puedan llegar a manos de quienes los necesitan.

El tomate, históricamente, ha realizado un viaje milenario que lo ha llevado de ser una planta silvestre hasta convertirse en uno de los cultivos más importantes y representativos en todo el mundo, cambiando y reinventándose. a lo largo de ese viaje una y otra vez. Tomando el ejemplo de esta hortaliza, este libro en sus páginas Comparte incentivos para que quienes se interesen en él, encuentren elementos que favorezcan cambios en sus formas de ver y experimentar la agricultura y la alimentación.

Hay un largo camino por recorrer, con aprendizajes continuos y fascinantes, para profundizar en el mundo de la agricultura y la alimentación, especialmente en este nuevo siglo que se presenta desafiante,

pero que muestra que en cada dificultad se encuentra la semilla de la oportunidad y la esperanza.

En buena medida, somos lo que comemos y comemos lo que somos, y el tomate es parte inequívoca de ese ciclo; por ello, como UPB y Fundación PROINPA, esperamos que la lectura de las páginas de este libro haya sido un aporte para que ese interminable ciclo continúe cada vez de manera más apropiada y sostenible.

ANEXO I.

LEGISLACIÓN DEL TOMATE

Federico Fernández Muñecas

Introducción.

En el presente anexo, se realizará una aproximación hacía el "tomate", desde una perspectiva eminentemente jurídica, siendo así que si bien parecería ser que el abordaje del tomate como un elemento de análisis jurídico resulta un tanto atípico, realizaremos el relevamiento al tomate como un producto de protección jurídica relacionado a normas legales que ofrecen esa protección, dentro de una marco positivista (Jurídica, 2020).

De inicio, es válida la advertencia de poner en su atención de que no se encontró una ley específica o especial, como la *"Ley del Tomate"*, dado que la misma no existe en la economía jurídica boliviana, se afirma luego de una revisión de la Gaceta Oficial de Bolivia[74]. En todo caso, no es inadmisible que en algún momento llegue a establecerse una ley, sobre esta hortaliza, como la tiene la papa, que si tiene ante-

74 Gaceta Oficial de Bolivia. Decreto Supremo No. 5642 del 21 de noviembre de 1960.- "Los materiales publicados en Gaceta, tendrán validez de cita oficial, para todos los efectos legales, especialmente para el cómputo de términos judiciales y administrativos".

cedentes legislativos[75] como la Ley No. 476 del 30 de diciembre de 2013.

Si bien el tomate, puede atraer la investigación desde diversas perspectivas jurídicas, como el derecho agrario, el derecho ambiental, el derecho de soberanía alimentaria, el derecho penal ambiental, derecho civil el derecho sobre eliminación de todas formas de aplicación transgénica, en el presente documento, se realiza un análisis desde cada punto de vista, sino más bien, ingresamos a la economía jurídica en Bolivia, para validar la existencia de normatividad positiva (*norma contenida en un texto legal como ley, decreto, resolución, etc.*) sobre el tomate.

Desarrollo.

El "tomate" como una institución jurídica[76] (Satre, Feb.3, 2018) de estudio en el ámbito legal, es nativa del derecho agrario boliviano, el cual como se conoce tiene una historia compleja con puntos de inflexión importantes, que se describen desde la reforma agraria de 1952, la cual más allá de ser un ambiente de gestión del tomate como elemento de la agricultura como tal, es una reivindicación de orden político y sociológico, pero esta aproximación a este momento histórico es necesario, toda vez que la reforma agraria de 1952 marcó el na-

75 El proyecto de Ley fue presentado por la Cámara de Senadores a la Asamblea Legislativa Plurinacional, para incentivar la producción, consumo y comercialización de la papa, lo cual irá en apoyo directo a los productores, así como a quienes consumen este milenario tubérculo en el país. Laura Párraga, senadora del departamento de Chuquisaca, afirmó que la producción de los distintos tipos de papa en Bolivia debe ser fomentada, precisando que "tenemos más de mil quinientas variedades de papa en Bolivia, por ello desde la iniciativa de la Cámara, vamos a revalorizar este cultivo que está en cuarto lugar de importancia en la alimentación que tenemos como bolivianos y bolivianas". La autoridad legislativa explicó que el objetivo de la Ley propuesta apunta a "fomentar la producción y revalorización de las variedades nativas". https://www.helvetas.org/es/bolivia/quienes-somos/siguenos/noticias/Se-propone-Ley-para-fomento-del-consumo-de-papa-en-Bolivia_pressrelease_8219#:~:text=El%20proyecto%20de%20Ley%20fue,milenario%20tub%C3%A9rculo%20en%20el%20pa%C3%ADs.

76 Escuela de la reforma introdujo un elemento fundamental en la evolución contemporánea del pensamiento jurídico-público. Añadió un elemento de dirección *(Ster une)* determinante en el análisis del derecho. Al objetivo tradicional de la ciencia jurídica – elaborar dogmáticamente las reglas, institutos y figuras jurídicas – se añade el análisis de las condiciones de eficacia del derecho. No se abandona, por tanto, el ideal clásico de la dogmática, pero se enriquece con una perspectiva de dirección, que abre una nueva dimensión en el análisis del derecho. Se permite, así, valorar con criterios propios las distintas construcciones jurídicas

cimiento del derecho agrario en Bolivia que es donde se sitúa nuestro objeto de análisis.

Otro hito necesario que se aproxima al "tomate" también puede ser visualizado desde la Ley No. 1333 del Medio Ambiente de 1993, la cual ofreció un primer parámetro protector a nivel general de la producción agrícola desde una perspectiva ambiental, reconoció ciertos "principios" del medio ambiente entre otros. Si bien la década de los 90 fueron de gran transformación económica en Bolivia, la ley anteriormente referida, más que ser una demostración al despertar de una conciencia ambiental, era más bien el reconocimiento de la necesidad que tenía Bolivia de cumplir con los estándares internacionales que a nivel de normativa supranacional como Estocolmo 1972 (Medaglia, 2003), tarea que tenía retrasada.

Posteriormente durante la década de los 90 e inicios de los 2000, el modelo jurídico boliviano, estaba orientado predominantemente a generar empresa en Bolivia, a niveles macroeconómicos, donde si bien existieron reglamentaciones relativas al medio ambiente o la especialidad agrícola, todavía eran muy vinculadas al tecnicismo ambiental y sin un vínculo metajurídico. El 21 de noviembre de 2006 se emite la Ley No. 3525, la cual genera una estructura normativa de producción ecológica, donde el sistema de producción permitido a través de esta norma, propicia un mejor escenario para el tomate, aspecto que en todo caso es un avance importante en el marco legal.

Esta relación fría entre el legislador y el medio ambiente, el derecho agrícola y en consecuencia el tomate, tuvo un punto de inflexión de gran magnitud, el año 2009, con la promulgación de la Constitución Política del Estado, la cual generaba una visión metafísica de la relación del soberano con la naturaleza. Una muestra de ello, tiene un hito en la promulgación de la Ley No. 300 del 15 de octubre de 2012, la que le ofrecería a la producción de la tierra, no sólo un ámbito jurídico, sino también un orden medioambiental metajurídico y una conexión espiritual en la relación del soberano, el legislador y la naturaleza, lo cual se denominaría Pachamama o Madre Tierra.

La constitución política del estado (CPE) y el tomate.

No obstante la evolución legal del "tomate" como una institución jurídica, que fue expuesta anteriormente, tal vez el hito de mayor trascendencia está es el contenido de la Constitución Política del Estado del 2009, que en su artículo 16, establece que; *el Estado tiene la obligación de garantizar la seguridad alimentaria, a través de una alimentación sana, adecuada y suficiente para toda la población*, de ahí que nace la reserva constitucional de que toda la temática vinculada a la alimentación, adoptó un cariz constitucional muy protector, aspecto que permite que todo lo que sea relativo al tomate al ser inherente e intrínseco a la búsqueda de la soberanía alimentaria boliviana, tenga un énfasis constitucional, lo cual no deja de ser positivo para comprender al tomate desde una perspectiva constitucional y jurídica.

Siguiendo con el razonamiento constitucional anteriormente descrito, en varios acápites de la parte dogmática y orgánica de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, se permite visualizar un ecosistema jurídico apto y protector para la hortaliza roja, siendo estas normas por ejemplo las contenidas en los artículos 407, 309, y 405, entre otros, donde fundamentalmente el Estado garantiza el desarrollo rural integral sustentable y apoya todos los emprendimientos económicos comunitarios destinados a la seguridad y soberanía alimentaria. Establece el fortalecimiento de la economía de los pequeños productores agropecuarios, de la economía familiar comunitaria y de las organizaciones económicas productivas rurales (artesanos, cooperativas, asociaciones, empresas comunitarias, entre otros), de acuerdo a las identidades culturales y productivas de los pueblos indígena originario campesinos y de igual forma se garantiza la soberanía alimentaria, priorizando la producción y el consumo de alimentos de origen agroecológico, además de la implementación de sistemas de riego para garantizar la producción agropecuaria.

En definitiva, si bien no existe una cita textual del "tomate" dada su especificidad, en el texto de la CPE, no es menos cierto que su contenido ofrece un ecosistema jurídico, bastante cómodo, del cual se puede deducir que el tomate al ser parte fundamental de la Soberanía Alimentaria en Bolivia está bajo un manto extenso de protección constitucional, siendo esta una primera afirmación categórica en el presente documento.

Sin embargo, el hecho de que la CPE le otorgue al tomate un espacio donde se pueda discutir, analizar y generar debate jurídico como una institución jurídica, de una revisión de la literatura legal en actual vigencia relacionada a nuestro objeto de estudio, lamentablemente no se encontró un instrumento normativo, que tenga un nombre propio como la *"Ley del Tomate"*, tal como sucede con otro tipo de instituciones jurídicas que también son de interés de la economía jurídica relacionada con la soberanía alimentaria, tal es el caso de la quinua, por ejemplo, la cual tiene normas especiales y con nombre propio que le dan una autonomía de existencia y le da un lugar especial en el positivismo normativo en actual vigencia en Bolivia.

La quinua, como otros alimentos, mereció el reconocimiento *positivista* del legislador a través de leyes específicas como la Ley No. 98 del 22 de marzo de 2011, que declaró prioridad nacional la producción, industrialización y comercialización de la quinua y, es más, el órgano legislativo redactó un artículo específico de protección a este alimento. Otros ejemplos, involucran el reconocimiento de otros alimentos como, por ejemplo:

- La Ley No. 4097 del 25 de Agosto de 2009, que creó el programa nacional de fomento a la conservación in situ de la diversidad de la papa.
- La Ley 2592 del 16 de diciembre de 2003 que declara la prioridad regional de la industrialización de la yuca en el departamento de Pando.
- Ley departamental No. 388 de fomento y producción del ajo y la cebolla en Tarija.

Tal como se puede observar, dependiendo del nivel de prioridad en la soberanía alimentaria, una fruta, una hortaliza o un tubérculo, pueden lograr obtener sus leyes propias, lo cual, nos permite mostrar que si bien en la actualidad, no se tiene aún una norma específica sobre el tomate, no se descarta que en el futuro se tenga un instrumento de esa naturaleza.

Sin embargo, si bien el tomate, no tiene una ley propia, existen ya alertas de la importancia del tomate en la alimentación boliviana y su tratamiento con cierto nivel de madurez y prioridad, tal es el caso de las siguientes normas:

- El decreto supremo No. 4728 del 26 de mayo de 2022 que, con la finalidad de fomentar la producción nacional de la papa, tomate, cebolla y frutilla, otorga una modificación de las alícuotas del gravamen arancelario.
- Decreto supremo No. 4560 del 2 de agosto de 2021 que crea los siguientes programas para el periodo 2021-2025: a) Programa nacional de apoyo a la producción y comercialización de hortalizas, con la finalidad de incrementar los rendimientos de los cultivos de cebolla, *tomate*, (…).

El Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras ejecutará los programas señalados en el párrafo precedente, a través de: a) La institución pública desconcentrada "SOBERANÍA ALIMENTARIA" - IPDSA, el programa nacional de apoyo a la producción y comercialización de hortalizas y el programa de fomento de la ganadería bovina para pequeños productores; en coordinación con el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF y el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria - SENASAG, para la implementación de sus componentes; b) El Fondo Nacional de Desarrollo Integral - FONADIN, el programa de intervención para el mejoramiento de la producción de piña de exportación y mercado nacional y el programa de mejora de la producción y comercialización de banano y plátano; en coordinación con el INIAF y el SENASAG, para la implementación de sus componentes.

- El Decreto Supremo No. 4522 del 16 de junio de 2021, que modifica alícuotas de gravamen arancelario, junto con la carne de pollo, leche en polvo y cacao.
- El Decreto Supremo No. 19782 del 4 de noviembre de 1983 que autorizaba la constitución de una sociedad anónima mixta – planta envasadora de tomates.

En ese marco de evolución normativa hay un momento jurídico que talvez nos permite visualizar prontamente una ley propia del tomate, la cual se dio en diciembre de 2017, cuando el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, a través del Viceministerio de Producción Agropecuaria y Soberanía Alimentaria emitió un manual de técnico de producción del tomate con enfoque en buenas prácticas agrícolas como un texto oficial. (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras , 2017).

Tal vez la señal más importante, se dio en la gestión 2014, con la aprobación del Decreto Supremo No. 1858 de 8 de enero de 2014, cuando el Estado Plurinacional de Bolivia, creó la Institución Pública Desconcentrada "SOBERANÍA ALIMENTARIA", bajo la dependencia directa del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. A través de esta entidad se generó iniciativas a través de proyectos a la producción del tomate a nivel nacional y asimismo para asegurar su abastecimiento y consumo.[77]

Tal como se puede apreciar, y como una especie de conclusión necesaria el Estado viene dando señales nítidas de la importancia del tomate para la Seguridad Alimentaria del pueblo boliviano, por ello, no podemos descartar que próximamente, se tenga una norma especial con nombre propio en favor de esta hortaliza de transcendental importancia en nuestra estructura alimentaria, entre tanto, el tomate como una institución jurídica existe en el ámbito de una *"oligonomia jurídica"*, entendiendo como tal, a la escasez de normas positivas que definan su personalidad propia, tal como se pudo exponer, existen normas que tangencialmente aluden al tomate dentro del espectro jurídico, por lo cual su presencia es visible en el ámbito del positivismo jurídico, pero no tiene un nombre propio, aspecto que seguramente será superado, cuando la iniciativa legislativa, realice una acumulación de los antecedentes que hemos expuesto en el presente documento.

Legislación comparada.

Una herramienta que nos permite tener una visión panorámica sobre diversas instituciones jurídicas, como en este caso el tomate, es que luego de un relevamiento interno en la realidad de nuestro país, debemos acudir a las experiencias de otros países o instituciones internacionales, es así, que exponemos algunas experiencias de normatividad específica en el entorno internacional como los siguientes:

1. El Codex STAN[78]- NORMA PARA EL TOMATE (Codex STAN 293'2007),[79] la cual es una norma que se aplica a las variedades

77 https://datos.gob.bo/lt/dataset/proyectos-de-apoyo-a-la-produccion-de-tomate-2016/resource/aaec49a3-8295-4d1f-94d3-338623b8cff8

78 La "Norma General del Codex para los Aditivos Alimentarios" (GSFA, Codex STAN 192-1995) establece las condiciones en las que se pueden utilizar aditivos alimentarios autorizados en todos los alimentos, independientemente de que hayan sido regulados previamente o no por el Codex.

79 Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://

comerciales del tomate, donde se efectúa la normativización relativa a las normas de calidad de dicho producto, estableciendo requisitos mínimos de su producción, de madurez, la diferente clasificación de sus calibres, así como las directrices vinculadas a la presentación (homogeneidad, envasado, descripción del envasado, etc.).

2. Normas de la unión internacional para la protección de las obtenciones vegetales. Contiene informes de representantes de miembros y observadores sobre los ámbitos legislativos, administrativo y técnico, en cuyo contenido se establece la tipificación de la protección de diferentes vegetales, entre los cuales se encuentra el tomate.[80]

Tal como se puede apreciar, es aún también una tarea pendiente en el espectro internacional la positivación del tomate, como parte de las economías jurídicas de los países integrantes de la comunidad internacional.

Referencias bibliográficas.

Betancutt, L. (2021). *Derecho Ambiental.* Guayaquil Ecuador: Editorial Grupo COMPAS .

Jurídica, E. (2020). *Enciclopedia Jurídica*. Obtenido de http://www.enciclopedia-juridica.com/d/positivismo-jur%C3%ADdico/positivismo-jur%C3%ADdico.htm

Medaglia, J. C. (2003). *El impacto de las declaraciones de Río y Estocolmo sobre la legislación y las políticas ambientales en América Latina.* Recuperado el 16 de 8 de 2022, de https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/juridicas/article/view/13406

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras . (2017). *Manual Técnico de Producción del Tomate*. La Paz - Bolivia : GIZ/PROAGRO.

Quispe, 5. T. (2014). *PRODUCTIVIDAD DE 63 HIBRIDOS DEL TOMATE*. La Paz : UMSA .

Satre, S. D. (Feb.3, 2018). *Instituciones Jurídicas de Nuestro Tiempo - Conceptos Clave*. Santiago de Chile: Mirada 360°. Obtenido

www.fao.org/home/es

80 UPOV Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales, Ginebra. 15 de octubre de 2015. C/49/15. https://www.upo5.int/edocs/mdocs/upov/es/c_49/c_49_15.pdf

de https://almacendederecho.org/las-instituciones-juridicas-tiempo-los-conceptos-clave

Suárez, O. H. (2015). *Un diálogo en torno a la crisis del positivismo jurídico y el resurgir del pluralismo jurídico*. Recuperado el 9 de 8 de 2022, de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5645600.pdf

ANEXO 2.

MÁS SOBRE LOS AUTORES

MARLENE ANGULO RODRÍGUEZ

Técnica Investigadora en Bioinsumos Fundación PROINPA

Ingeniera Agrónoma de la Universidad Mayor de San Simón, actualmente trabaja en la FUNDACIÓN PROINPA en el área de especialización en microbiología agrícola, investigadora en la producción masiva de *Trichoderma* y la formulación de bioproductos en polvo.

ISABEL ROCÍO AVILÉS JIMÉNEZ

Diseñadora Gráfica Institucional UPB

Diseñadora Gráfica y de Interiores, con diplomado en Marketing Digital. Encargada de diseño Institucional en la UPB. Creadora de identidad corporativa para diversas instituciones y empresas. Diseñadora y diagramadora de la revista digital "Mulier Sapien" con Infante - Promoción Integral de la Mujer y la Infancia. Diseñadora y diagramadora de diferentes libros dentro de la UPB.

JORGE BLAJOS KRALJEVIC

Gerente Técnico Fundación PROINPA

Ingeniero agrónomo, M. Sc. en Economía agrícola. Especialista en planificación, elaboración y evaluación de proyectos de desarrollo rural. Docente titular de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Simón.

JOHNNY ISAÍAS BURGOS MENDOZA

Asesor Académico de Rectorado UPB

Ingeniero Comercial, máster en Ciencias de Administración con mención en Actividades Internacionales, máster en Administración de Empresas, candidato doctoral. Es Asesor Académico de Rectorado, se desempeñó como Director Académico del MBA Full Time y la MADE. Docente de pre y postgrado en el área de marketing.

MÓNICA YANETH CADENA VACA

Jefe de Carrera de Ingeniería Comercial en el Campus Santa Cruz de la UPB

Ingeniera Comercial de la UAGRM, cuenta con dos diplomados, una Maestría (MADE-UPB), cursando el cuarto año del Doctorado en Administración y Economía en la UPB. Actualmente es jefe de carrera de Ingeniería Comercial en el campus Santa Cruz y docente en FACED.

KARLA CAMPOS ARZABE

Responsable del Laboratorio de Finanzas-Cochabamba, Docente Adjunto de la Carrera de Ingeniería Financiera UPB

Licenciada en Ingeniería Financiera, con maestría en Administración de Empresas (MBA - UPB) y maestría en Banca y Mercados Financieros (Tech University). Actualmente está a cargo del Laboratorio de Finanzas de la UPB, y dicta materias relacionadas al sistema financiero, fuentes de financiamiento y matemática financiera.

JIMMY CASTO CIANCAS JIMÉNEZ

Responsable del área de Microbiología Agrícola y Planta de Producción de Bioinsumos perteneciente a la Fundación PROINPA

Biólogo de la Universidad Mayor de San Simón, con maestría en Biotecnología Ambiental y Microbiana de la Universidad Mayor de San Andrés y con un Ph.D. de la Universidad de Calgary y la USDA -ARS. Coordinador de investigación desarrollo y producción de microorganismos biocontroladores, solubilizadores de fosfato, fijadores de nitrógeno y metabolitos secundarios.

PAMELA CÓRDOVA OLIVERA

Jefe de la Carrera de Economía – Investigadora Centro de Investigaciones Económicas y Empresariales (CIEEE)

PhD en Economía y Administración de Empresas con mención en Métodos Cuantitativos por la Universidad Privada Boliviana (UPB), Master en Economía y Desarrollo Económico por la Universidad Mayor de San Simón - Bolivia (becaria de la Cooperación Técnica Belga), Licenciada en Economía con especialización en Desarrollo Económico por la Universidad Mayor de San Simón, especialista en evaluación de impacto CATIE-Costa Rica.

LUIS CRESPO VALENZUELA

Responsable del área de entomología en el laboratorio de Sanidad Vegetal de la Fundación PROINPA

Ingeniero agrónomo de la Universidad Mayor de San Simón. Desarrollo de bioinsumos y estrategias de manejo de insectos plaga.

FEDERICO FERNÁNDEZ MUÑECAS

Docente de Derecho Administrativo y Regulación UPB

Abogado con 25 años de ejercicio profesional especializado, es candidato doctoral en derecho Constitucional y Administrativo (España-Bolivia), es Master GPP en Gestión y Política Pública MPD-Harvard Inst. Dev. UCB, es Catedrático Líder: Maestría en Derecho Administrativo –Univ. Castilla de la Mancha España, especialista en Regulación.

BRANKO LENAR FERNÁNDEZ ROJAS

Asesor de Admisiones de Postgrado, Campus Cochabamba UPB

Ingeniero comercial en la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, actualmente dicta cátedra en las materias de Política y Estrategia de Precios, Administración de ventas y Estrategia Empresarial en la Universidad Privada Boliviana.

TERESA FIGUEROA ARANÍBAR

Directora de Marketing UPB

Comunicadora Social con Maestría en Marketing y Ventas. Cuenta con formación ejecutiva en el Programa de Alta Gerencia del INCAE y formación en Psicología del Consumidor. Experiencia en RRPP, gestión de eventos y marketing. Actualmente Directora de Marketing en la UPB.

ALEJANDRO JIMÉNEZ ALCÓCER

Docente / Investigador UPB

Licenciado en Economía de la Universidad Mayor de San Simón, con una maestría en Educación Superior.

KURT MANFRED JÜRGENSEN FLORES

Jefe de Carrera de Ingeniería Financiera en el Campus Santa Cruz de la UPB

Es Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Arizona y tiene un MBA con énfasis en Finanzas de Babson College. Actualmente es el Jefe de Carrera de Ingeniería Financiera en el campus Santa Cruz de la UPB y es miembro del Directorio y Presidente del Comité de Gestión Integral de Riesgos de Capital + SAFI.

OSMAR MENDOZA VILLARROEL

Responsable Valles Cruceños Fundación PROINPA

Facilitador en articulación de actores, desarrollo de modelos, planes de negocio, búsqueda y consolidación de mercados para productos agrícolas y conformación de empresas comunitarias. Sistematización e Implementación de línea base bajo el enfoque Medios de Vida sostenible. Capacitación a productores en Manejo Integrado de Cultivos, papa, haba, cereales, locoto, hortalizas y tomate, mediante metodologías participativas y "Escuelas de Campo", en municipios de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Santa Cruz.

HERNÁN NARANJO MEJÍA

Docente / Investigador UPB

Ecuatoriano, candidato doctoral por la Universidad Politécnica de Valencia (España), maestría con especialización en Economía, Ambiente y Política, énfasis en Economía Agrícola de Wageningen University (Países Bajos) y es Economista por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ha sido consultor en proyectos elaborados/financiados por entidades como FAO, CARE Internacional, CIP, UNICEF, entre otros.

OSCAR NAVIA MONTAÑO

Investigación y desarrollo de estrategias de manejo integrado de enfermedades MIP, Manejo integrado de cultivos MIC, Manejo de bioinsumos, en cultivos de valle, llanos y altiplano Fundación PROINPA.

Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad Mayor de San Simón. Especialidades: Fitopatología, manejo integrado de enfermedades y plagas, manejo integrado de cultivos, Microbiología. Trabajos en todo el país (Valles, Llanos, Altiplano). Más de 100 publicaciones a nivel nacional e internacional (artículos científicos, libros, fichas técnicas, y otros).

NORKA JENNY OJEDA VARGAS

Responsable de análisis financiero Fundación PROINPA

Licenciada en Economía de la Universidad Mayor de San Simón. Actualmente trabaja en Fundación PROINPA con especialidad en servicios de desarrollo empresarial rural, marketing, comercio exterior y aduanas.

ROLANDO OROS MARTÍNEZ

Gerente general Fundación PROINPA

Doctor en Desarrollo rural, Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor de San Simón. Especialista en gestión institucional, y en enfoque participativo para el desarrollo de innovaciones

RENÉ PEREIRA ROMERO

Responsable oficina Santa Cruz Fundación PROINPA

Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Simón. Especialista en: Manejo de cultivos, desarrollo de productos fitosanitarios orgánicos, producción de semillas y plantas de alta calidad y producción de hortalizas bajo invernadero

GIOVANNA PLATA ROSALES

Responsable de laboratorio de Sanidad Vegetal y Microbiología Fundación PROINPA

Ingeniera Agrónoma, M.Sc. Protección Vegetal y Medio Ambiente, docente de Micología y Bacteriología (Facultad de Agronomía, UMSS), investigadora y desarrollista de estrategias de Manejo Integrado de Cultivo con énfasis en bioinsumos.

BILMA RÍOS CAERO

Técnico Investigador y Coordinador de Control de Calidad de Bioinsumos perteneciente a la Fundación PROINPA

Bióloga de la Universidad Mayor de San Simón, con una maestría en curso en Sanidad Vegetal y Medio Ambiente de la Universidad Mayor de San Simón, investigador de microorganismos biocontroladores y entomopatógenos.

Otras colaboraciones en el libro

CHRISTIAN CHILO HERBAS

Responsable del laboratorio de Producción Audiovisul UPB

Cochabambino, estudió Comunicación Social en la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), especializado en producción audiovisual, actualmente es el encargado del Laboratorio de Producción Audiovisual en la Universidad Privada Boliviana (UPB).

ALBERTO GRÁJEDA CHACÓN

Decano Campus Virtual UPB

Formación en Ingeniería de Sistemas, con una Maestría en Ciencias de la Computación y Doctorado en Integración de Nuevas Tecnologías por la UPV de España. Actualmente, Decano del Campus Virtual y Director del Centro de Investigación CITIEE (Centro de Innovación en Tecnologías de Información para Educación y Empresa)

LAURA GUZMÁN NAVARRO

Investigadora Asistente UPB

Licenciada en economía por la Universidad Privada Boliviana con mención en desarrollo económico y la London School of Economics. Actualmente, brinda apoyo de investigación en el Rectorado de la UPB.

MARÍA ISABEL PUEYO ROY

Decana de FACED UPB

Administradora de Empresa, con Doctorado en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España. Decana de la Facultad de Ciencias Empresariales y Derecho, campus Julio León Prado, Cochabamba de la UPB. Docente de pre y postgrado en el área de Gestión del Talento Humano.

REINALDO J SÁNCHEZ

Docente Internacional UPB

Ingeniero agrónomo graduado de Zamorano, tiene una Maestría en relaciones internacionales de School of Advanced Internacional Studies de John Hopkins. Sus temas de especialización incluyen cambio y desarrollo social, relaciones internacionales, métodos de investigación de campo y monitoreo, evaluación y gestión del conocimiento. Decano de Investigación del Instituto Internacional Albertus Magnus.

ACRÓNIMOS

BDP	Banco de Desarrollo Productivo
BHN	Banco Hipotecario Nacional de Bolivia
BNV	Banco Nacional Bolivia
BU	Banco Unión
CCB	Cámara de Comercio de Bogotá
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
ENA	Encuesta Nacional Agropecuaria
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FOGADIN	Fideicomiso para el Fondo de Garantía para el Desarrollo de la Industria Nacional
GMO Free	Free of gene modified organism
HR	Highly resistant en español (altamente resistente)
IFD	Instituciones Financieras de Desarrollo
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INSA	Instituto del Seguro Agrario Bolivia
IVA	Impuesto al valor agregado
MDRyT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
MIP	Manejo Integrado de Plagas

NIT	Número de Identificación Tributaria Bolivia
OAP	Observatorio Agroambiental y Productivo
Pachamama	Deidad andina que favorece la buena salud y prosperidad
RAU	Régimen Agropecuario Unificado
RNA	Ácido ribonucleico en inglés ribonucleic acid
SENASAG	El Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria
SIIP	Sistema Integrado de Información Productiva
TGN	Tesoro General de la Nación
ToMV	Virus del mosaico del tomate
ToTV	Virus torrado del tomate
TSW	Virus de la peste negra del tomate
TYLCV	Virus del enrollamiento amarillo del tomate
UPB	Universidad Privada de Bolivia
ddt	días después del transplante

GLOSARIO

Ácido jasmónico. El ácido jasmónico (AJ) es una hormona endógena reguladora del crecimiento de plantas en las especies vegetales. Interviene en senescencia y resistencia y lo produce la planta después del daño ocasionado por microorganismos o insectos patógenos.

Ácido salicílico. El ácido salicílico pertenece a una clase de medicamentos llamados agentes queratolíticos.

Ácidos fúlvicos. Es un bioestimulante de plantas con diversas sustancias para mejorar el crecimiento de las plantas.

Ácidos húmicos. Son unos de los principales componentes de las sustancias húmicas, las cuales son los constituyentes principales del humus.

Agroecológico. Disciplina científica, un conjunto de prácticas y un movimiento social. Como ciencia, estudia cómo los diferentes componentes del agroecosistemas interactúan.

Almaciguera. Espacio pequeño en donde se le da a las semillas, las condiciones óptimas para que puedan nacer y crecer hasta alcanzar el tamaño apropiado para ser trasplantadas al lugar definitivo.

Ameba. Pueden presentar síntomas leves o graves, o ningún síntoma en absoluto. Afortunadamente, la mayoría de las personas expuestas no se enferman gravemente.

Antagonista. Que actúa de manera contraria y opuesta a otra.

Anteras. Estructura dehiscente, es decir, que se rompe espontáneamente para dejar visible su contenido, el polen.

Antibacteriano. Que sirve para combatir las infecciones causadas por bacterias

Antibiosis. Asociación de dos o más organismos en que uno de ellos sale perjudicado

Antifúngica. Que evita el desarrollo de hongos, los destruye o detiene su crecimiento.

Aprovisionamiento. Actividades relacionadas a la adquisición, transporte y almacenaje de los insumos necesarios para un proceso.

Autótrofo. Que elabora su propia materia orgánica a partir de sustancias inorgánicas, de las que se nutre.

Auxinas. Se trata de un tipo de hormona vegetal que ayuda al crecimiento y desarrollo de la planta.

β-glucanasas. Las b-1,3-glucanasas son una de las enzimas claves responsables de la lisis y la degradación de la pared celular y la pared del esclerótico de los hongos

Bacterias lácticas. Constituyen un grupo heterogéneo de microorganismos que se caracterizan por la producción de ácido láctico a partir de la fermentación de carbohidratos.

Bilocular. El ovario común de aquellos carpelos que se han fusionado está compartimentado en dos o más lóculos o cavidades (ovario bilo-

cular, trilocular plurilocular), que contienen los primordios seminales. Frecuentemente el número de lóculos está relacionado con el número de carpelos del gineceo.

Biodiversidad. Refleja la cantidad, la variedad y la variabilidad de los todos los organismos vivos. Incluye la diversidad dentro de las especies, entre especies y entre ecosistemas.

Biocontrolador. Son productos, de origen biológico, que actúan como antagonistas frente a microorganismos patógenos que producen daño en los cultivos. Este tiene la característica de no dejar residuos, y no ser perjudiciales para la salud humana, como tampoco para el medio ambiente.

Biofertilizantes. Fertilizantes orgánicos que proporcionan a las plantas los nutrientes necesarios para su desarrollo, al mismo tiempo mejoran la calidad del suelo y ayudan a conseguir un entorno microbiológico más óptimo y natural.

Bio bull. Aceleradores o biodegradadores de materia orgánica
Sulfocálcico Biofungi. Es un producto muy útil en la prevención y control de enfermedades causadas como mildiu, cenicilla y botritis; además, por su contenido de azufre controla ácaros y trips.

Biofungicidas. Herramienta en el manejo de fitopatógenos y sus mecanismos de acción.

Bioinsecticidas. También llamado biopesticida, bioplaguicida o insecticida biológico, se utiliza para designar a un organismo vivo como hongos, bacterias y virus capaz de matar a los insectos Pueden proveer una protección útil que dura días o semanas después que su efecto inmediato ha disminuido porque siguen funcionando como repelente o para impedir que las plagas recolonicen las plantas y también que no ovopositen.

Bioinsumos. Pueden proveer una protección útil que dura días o semanas después que su efecto inmediato ha disminuido porque siguen funcionando como repelente o para impedir que las plagas recolonicen las plantas y también que no ovopositen.

Biomax. Ecoinsecticida formulado en base a marine, extracto de planta medicinal silvestre Sopor flavescens.

Biopelículas. Capa de bacterias u otros microbios que crecen y se adhieren a la superficie de una estructura.

Bioplaguicidas. Plaguicidas naturales derivados de: extractos de materias naturales de plantas, microrganismos o de sustancias que liberan dichos organismos, así también, se incluyen algunos minerales que por lo general solo afectan la plaga a la cual está dirigido.

Boliviano. El boliviano (símbolo: Bs, código ISO 4217: BOB) es la moneda de curso legal del Estado Plurinacional de Bolivia desde el año 1987.

Brasinoloides. Extracto de básicas (crucíferas Ej. Repollo, brócoli, coliflor, rábano, mostaza)

Cadena de Valor. Funciones que permiten a una compañía producir bienes y atender con servicios a sus clientes con un grado de eficiencia para que el intercambio resulte atractivo para ambas partes

Caldo-bordelés. Solución, cuyos ingredientes son sulfato de cobre y cal hidratada y agua, es utilizada desde tiempos antiguos para curar enfermedades de las plantas, ya que actúa como un excelente fungicida, acaricida.

Cebadores. Refiere a la genómica, es un fragmento corto de ADN monocatenario utilizado para determinadas técnicas de laboratorio, como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)

Celulasas. Las enzimas celulasas son producidas por una variedad de bacterias y hongos aeróbicos o anaeróbicos, mesó filos o termófilos. Sin embargo, sólo algunos de ellos producen enzima celulasas extracelular capaz de hidrolizar la celulosa.

Cepario. Colecciones de microorganismos son fuentes de recursos genéticos cuyo propósito es la preservación de la diversidad biológica

Cherry. Tomate cherry también denominado · tomate cereza, · tomate pasa o · tomate uva, es un fruto pequeño y redondeado

Chonto. Tomate cuyo fruto es de forma ovalada.

Cianuro. El cianuro de amonio es un compuesto inorgánico con la fórmula NH4CN

Cianuro de hidrógeno. El cianuro de hidrógeno puro es un líquido incoloro, muy venenoso y altamente volátil, que hierve a 26 °C. Tiene un ligero olor a almendras amargas

Citoquinas. Las citocinas son pequeñas proteínas que son cruciales para controlar el crecimiento y la actividad de otras células del sistema inmunitario y las células sanguíneas. Cuando se liberan, le envían una señal al sistema inmunitario para que cumpla con su función.

Código QR. Los códigos QR, (en inglés QR Code) son un tipo de códigos de barras bidimensionales.

Control Biológico. Un ejemplo de control biológico aumentativo lo encontramos en el manejo de vegetación invasiva que se ha desarrollado en diferentes países. El control de esta vegetación se realiza aumentando el pastoreo en las zonas donde se desea controlar el crecimiento de una especie.

Consumo aparente. Disponibilidad de un producto; se obtiene de sumar producción e importación y restar las exportaciones.

Damping off. Mal del talluelo es una enfermedad común que ataca a todos los cultivos de hortalizas en las fases iniciales de la siembra

ddt. Días después del trasplante.

Depredador. En el caso de los insectos, son insectos que se alimentan de otros insectos en todos los estados de desarrollo, los mastican y en otras veces les succionan el contenido interno. Son usados como controladores biológicos de plagas, por ejemplo, las mariquitas y arañas.

Desbalance. Desmineralización osmótica (SDO) es una disfunción neuronal. Es causada por la destrucción de la capa (vaina de mielina) que cubre las células nerviosas en el medio del tronco del encéfalo (puente de Varolio).

Distribución. Proceso mediante el cual un bien llega desde el lugar de producción hasta el cliente.

Ecoinsecticida Biodegradable. Insecticida en forma de emulsión en base acuosa, que permite aplicaciones exentas de olores.

Endosporas Ecoinsecticida Biodegradable. Insecticida en forma de emulsión en base acuosa, que permite aplicaciones exentas de olores.

Energy Top. Biofertilizantes

Entomopatógeno. Son microorganismos que atacan a los insectos e incluyen bacterias, hongos, virus y nemátodos. Con pocas excepciones, las enfermedades que atacan a los insectos no causan daño a otros animales tales como mamíferos y pájaros.

Glucósidos. Enlaces compuestos con grupos OH, NH2 y SH pueden reaccionar con el OH hemiacetálico del carbono anomérico de un monosacárido, con pérdida de una molécula de agua para formar los compuestos llamados generalmente glicósidos. El enlace acetálico establecido se llama enlace glicosídico.

Enzimas. Líticas. Facilitan la desintegración o disolución de las células a través de la lisis.

Epizootia. Enfermedad que afecta transitoriamente en una región o localidad y ataca simultáneamente a una gran cantidad de individuos de una o varias especies de animales.

Espora. Célula vegetal reproductora que no necesita ser fecundada

Estambres. Órgano de reproducción masculino de algunas flores que está formado por la antera y, generalmente, por un filamento que la sostiene.

Estrés. Oxidativo. es el proceso que se produce en nuestro cuerpo debido a un exceso de radicales libres* y a la falta de antioxidantes para contrarrestarlos

Etileno. El etileno es un compuesto orgánico gaseoso, constituido por dos átomos de carbono y cuatro átomos de hidrógeno y es el primer término de la serie de los alquenos.

Feromona. Son sustancias químicas emitidas por un insecto que le permiten comunicarse con otros individuos de su misma especie, para el apareamiento o con otros fines como comunicar lugares de oviposición o indicar algún camino

Fijadores de Nitrógeno. Organismos pertenecen al subgrupo de las proteobacterias en el que se incluyen los géneros *Allorhizobium, Azorhizobium, Bradyrhizobium, Mesorhizobium, Rhizobium y Sinorhizobium* (recientemente incluído en Ensifer) y se denominan genéricamente rizobios.

Filiforme. Que tiene forma o apariencia de hilo, finos y alargados

Fitohormona. Compuesto orgánico gaseoso, constituido por dos átomos de carbono y cuatro átomos de hidrógeno y es el primer término de la serie de los alquenos. Es un gas incoloro y de olor agradable que se obtiene por «cracking» del petróleo y a partir del gas natural.

Fitolexinas. Las fitoalexinas son metabolitos secundarios de naturaleza química diversa, principalmente flavonoides, de bajo peso molecular, que se sintetizan en los vegetales después de una infección microbiana.

Fitopatógenos. Su nombre significa "destructor de plantas" y proviene de los vocablos phyto=planta y phthora=destrucción. Es un hongo patógeno del suelo que se propaga a través del agua y, generalmente, la infección se produce a través de zoosporas

Fitotoxicidad. Grado de efecto tóxico producido por un compuesto sobre el crecimiento de las plantas.

Flujo. Coordinación y organización del movimiento de materiales.

Fumagina. La fumagina es una patología de las plantas producida por el desarrollo de un hongo saprofito sobre un sustrato glúcido presente en la superficie de los vegetales. Es muy corriente la fumagina en las

plantas que se desarrolla sobre la melaza que producen insectos como áfidos, mosca blanca y otros cuando atacan la planta.

Gen. Unidad funcional y física de la herencia que pasa de padres a hijos. Los genes son segmentos de ADN.

Giberelinas. Son hormonas vegetales que regulan multitud de procesos fisiológicos tales como germinación, elongación del tallo, foto morfogénesis, crecimiento de la hoja y de la raíz, floración, desarrollo del polen y fructificación.

Glicoproteínas. Las glicoproteínas establecen puentes entre las moléculas estructurales de la matriz extracelular, y entre ellas y las células. Tienen múltiples dominios de unión que reconocen y unen una gran variedad de moléculas, lo que les permite formar dichos entramados.

Glucanasas. Las glucanasas son enzimas que hidrolizan los b-glucanos de la pared celular de fitopatógenos como *Sclerotium rolfsii, Rhizoctonia solani* y *Pythium* spp.

Hemocele. Cavidad no revestida de peritoneo llena de sangre o hemolinfa característica de muchos invertebrados.

Hemolinfa. Fluido que circula por el interior de algunos animales invertebrados. Se trata de un líquido que, por sus características, resulta equivalente a la sangre de los seres vertebrados. Puede ser de diferentes colores (anaranjado, verdoso o incluso incolora).

Hidrólisis. Reacción química entre una molécula de agua y otra macromolécula, en la cual la molécula de agua se divide y rompe uno o más enlaces químicos y sus átomos pasan a formar unión de otra especie química.

Hidroxiprolina. Cumple con esta función es a través de la producción de colágeno, ya que que este componente fortalece la piel, dándole una estructura sólida, a través de la cual no entran organismos nocivos del exterior.

Hifas. Filamento que se origina a partir de las esporas en hongos, pseudohongos y actinobacterias.

Homeostasis. La tendencia a mantener un ambiente interno estable y relativamente constante se llama homeostasis. El cuerpo mantiene la homeostasis para muchas variables además de la temperatura. Por ejemplo, la concentración de diversos iones en la sangre debe mantenerse constante, junto con el pH y la concentración de la glucosa.

Humus. conjunto de los compuestos orgánicos presentes en la capa superficial del suelo, procedente de la descomposición de animales y vegetales.

In vitro. Que se realiza fuera de su ambiente natural bajo condiciones controladas, por ejemplo la multiplicación de células.

Insumo. Material necesario para llevar a cabo un proceso

Iturinas. La familia Iturinas comprende la bacilomicina, iturina y micosubtilina los cuales son lipo heptapeptidos cíclicos unidos por un residuo ß-amino ácido.

Kétchup. Es voz de origen chino, que el español ha tomado del inglés. Es una salsa de tomate condimentada con vinagre y especias, con un contenido más alto de azúcar que la salsa de tomate natural.

Larva. En los insectos es el estado de desarrollo, cuando ha abandonado el huevo y es capaz de nutrirse por sí misma, pero aún no ha adquirido la forma y la organización propia de los adultos de su especie. fase intermedia en la metamorfosis de algunos animales, de tal forma que la larva se encuentra entre la etapa del huevo y la del individuo adulto

Licopeno. Pigmento orgánico llamado carotenoide. Está relacionado con el betacaroteno y da a algunas verduras y frutas (por ejemplo, tomates) un color rojo. El licopeno es un poderoso antioxidante que podría ayudar a proteger las células del daño.

Lignina. La lignina es una candidata perfecta para ser utilizada en aplicaciones de mayor valor, tales como producción de resinas (fenólicas y poliuretano), fenoles, antioxidantes naturales y composites.

Lipopéptidos. Los lipopéptidos y los lipoglucopéptidos son clases de antibióticos que tienen actividad contra las bacterias gram-positivas y que actúan sobre la pared celular bacteriana.

Logística. Estudio de la planificación y ejecución del movimiento y almacenaje de materiales

Luteína. Es uno de los dos principales carotenoides en el ojo humano (mácula y retina). Funciona como un filtro de luz, protegiendo los tejidos oculares del daño de la luz solar.

Membrana citoplásmica. Membrana celular, estructura fina que envuelve a la célula y separa el contenido de la célula de su entorno. Es la encargada de permitir o bloquear la entrada de sustancias en la célula.

Mesotérmicos. Clima que se caracteriza por temperaturas máximas moderadas, es decir, en la gama de 20-30 °C.

Metabolitos. Son compuestos, generalmente orgánicos, que participan en las reacciones químicas que tienen lugar a nivel celular.

Micelial. Estructura de los hongos de apariencia similar a una raíz, consistente en una masa de hifas ramificadas y de textura como de hilo

Micoparasitismo. Simbiosis antagónica, cuando un hongo parasita a otro hongo.

Microbiología. Es la ciencia que estudia a los microorganismos, es decir, a los seres vivos que nos son visibles al ojo humano.

Microelementos. Elementos minerales que las plantas usan en pequeñas cantidades, en especial en todos los procesos enzimáticos. Son esenciales para el correcto y rápido funcionamiento de la planta. Los microelementos esenciales son: hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo) y boro (B).

Microflora. Generalmente se refiere a la flora del suelo. Está formada principalmente por numerosas especies de actinomicetos, bacterias y hongos, que tiene una acción de gran importancia en los procesos de regeneración de nutrientes, descomposición de sustancias orgánicas, formación y fertilización del suelo, etc.

Moringa. Las propiedades antibióticas y antibacterianas de la moringa pueden ayudar a inhibir el crecimiento de varios patógenos.

Nemátodos. Los nematodos son gusanos de tamaño milimétrico que viven en el suelo y en medios acuáticos y marinos. Algunas especies, son plagas del suelo para algunos cultivos.

Ninfa. En los insectos con metamorfosis sencilla, estado juvenil de menor tamaño que el adulto, con incompleto desarrollo de las, se dice de las etapas o estadios inmaduros que son similares a los adultos.

Oidio. Blanquilla o cenicilla es el nombre de una enfermedad criptogámica de las plantas. Está producida por varios géneros de hongos.

Oomycetes. Los oomiceto (Oomycetes) son un grupo de protistas filamentosos pertenecientes al grupo de los pseudohongos.

Plurilocular. Estructura cuyo interior se encuentra dividido en varias partes o lóculos

Pasmo amarillo. Ausado por el hongo alternaria. Después de la cosecha, este hongo sobrevive en restos de plantas en el suelo. Para vivir, el hongo necesita clima templado y lluvioso o húmedo.

Pasmo negro. El pasmo negro o t'ojto negro es causado por un hongo. Si no es controlado puede acabar con todo el cultivo en pocos días. El hongo se desarrolla en la época de lluvias o cuando hay exceso de riego y la temperatura está entre 14 y 18 grados centígrados y la humedad es superior al 75%.

Patogénesis. La patogénesis o patogenia es el proceso por el cual se desarrolla una enfermedad o trastorno. Puede incluir factores que contribuyen no solo a la aparición.

Patógenos. Organismos, incluidos virus, bacterias o quistes, capaces de causar una enfermedad (en un receptor.

Peroxidasas. Son enzimas que catalizan la oxido-reducción de H2O2 y una gran variedad de donadores de hidrógeno.

Planificar. Definir, referenciando en espacio y tiempo, los objetivos pretendidos como también la asignación de recursos en un escenario concreto

Plantinera. Básicamente consiste en un compartimiento de madera impermeabilizado con polipropileno, dentro del cual se disponen dos bandejas y un flotante. La estructura se cierra con dos arcos que sostienen un polietileno transparente, protegiendo los plantines.

Polífago. Que se alimenta de varios huéspedes

Proteasas. Tipo de enzima que descompone las proteínas en proteínas más pequeñas o unidades proteínicas más pequeñas, como péptidos o aminoácidos.

Protoplasma. Parte de la célula que está limitada por la membrana citoplasmática e incluye el citoplasma y el núcleo.

Pupa. Estado de los insectos, intermedio entre larvas y adultos, caracterizado por no alimentarse y una escasa o nula movilidad.

P-valor. Nivel de Confianza, en estadística, es la probabilidad máxima con la que podríamos asegurar que el parámetro a estimar se encuentra dentro de nuestro intervalo estimado.

Quitinasas. La quitinasas es una enzima capaz de hidrolizar quitina en sus componentes oligo y monoméricos. Los quito-oligosacáridos, el dímero acetilquitobiosa y los monómeros de N-acetilglucosamina son de gran interés para la industria debido a su amplio rango de aplicaciones médicas, agrícolas e industriales.

Rastrojo. Residuo de un cultivo que queda en el campo después de la cosecha.

Residualidad. Las trazas que dejan los plaguicidas en los productos tratados por plaguicidas: Resist. Sist. Inducida La resistencia sistémica inducida (RSI) es inducida por bacterias que colonizan raíces, llamadas rizobacterias promotoras del crecimiento de la planta (PGPR), entre las que se encuentran cepas de Pseudomonas, y que no causan daños visibles en las raíces de las plantas.

Ribosomales. El ribosoma está compuesto por dos subunidades, una subunidad pequeña y otra grande. La subunidad pequeña en humanos está formada por una molécula de ARN y 32 proteínas. La subu-

nidad grande consiste de tres moléculas de ARN y alrededor de 46 proteínas.

RNA. Siglas en inglés de ácido ribonucleico

Rizósfera. Es la parte del suelo próxima a las raíces de la planta, que se extiende concretamente entre 1 y 3 mm desde la superficie de las raíces al interior del suelo.

Saprófita. Organismo Que vive sobre materia orgánica en descomposición y se alimenta de ella.

Sayaris. Conocido como walipini, sistema de agricultura subterránea protegida a altitudes entre 3.800 y 4.600 m.s.n.m. Antes, a estas alturas, sólo era posible cultivar quinua, papas, habas y cebada, cultivos que soportan los cambios bruscos de temperatura. Son invernaderos subterráneos que suavizan las temperaturas constantes, ideal para la agroecología. Un cooperante suizo, hace treinta años, buscó la forma de volver productiva la tierra árida y creó los huertos subterráneos con temperatura adecuada para sembrar hortalizas y frutas en su interior durante todo el año.

Serenada Max. Es un producto de origen natural a base de Bacillus subtilis cepa QST 713, formulado como polvo mojarle, para el control de enfermedades

SIBOLIVIA. Crédito dirigido a micro, pequeños, medianos y grandes empresarios (personas naturales o jurídicas), del sector productivo, quienes necesitan capital de operación y/o de inversión para la producción de bienes de consumo final o intermedio de productos agropecuarios y manufacturas que sustituyan importaciones.

Sideróforos. Los sideróforos son moléculas de bajo peso molecular de 0.5 a 1.0 kDa, solubles en soluciones acuosas a pH neutro (Dybas et al., 1995) que son sintetizados por bacterias, principalmente Gram negativas, hongos, levaduras y algunas plantas

Surfactinas. La surfactina se identificó por primera vez como un inhibidor de la formación del coagulo de fibrina.

Tegumento. Es la capa externa de los insectos.

Trabajos culturales. Prácticas necesarias para el cuidado del cultivo en busca de garantizar el máximo rendimiento, son actividades tales como: deshierbe, tutorado, aporque y poda.

TRICOBAL-P. Biofungicidas en base a microorganismos biocontroladores + *Trichoderma* spp. + *Bacillus subtilis.*

Tricomas. Los tricomas son protuberancias que se encuentran en diferentes partes de la epidermis de muchas especies de plantas, los cuales les permiten tolerar condiciones de estrés abiótico como alta radiación solar y sequía.

Tubo germinal. El tubo germinal es una extensión filamentosa de la levadura, sin estrechamiento en su origen, cuyo ancho suele ser la mitad de la célula progenitora y su longitud tres o cuatro veces mayor que la célula madre.

VIGORTOP. Ecofertilizante a base de ácidos húmicos y fúlvicos y extractos de plantas, promueve el desarrollo foliar del cultivo.

Zeaxiantina. Evitar la formación de radicales libres y de moléculas oxidativas, causantes de los daños en las membranas de las células de los tejidos oculares. Su función es proteger a la macula y al cristalino de la acción oxidante de la luz.

El libro que sostiene en sus manos es producto de la colaboración entre la Universidad Privada Boliviana (UPB) y la Fundación para la Investigación y Promoción de Productos Andinos (PROINPA), y su impulso por generar conocimiento pertinente y actualizado para la sociedad boliviana.

La colaboración entre ambas instituciones se remonta a 1998, con la UPB participando como miembro fundador de PROINPA, y estableciendo una sólida alianza expresada en las investigaciones conjuntas, intercambios académicos, como pasantías y otros entre las dos organizaciones. En 2022, ambas instituciones acuerdan renovar su convenio de colaboración con el compromiso de unir sus capacidades y fortalezas, y plasmarlas en una serie de estudios que, basados en el trabajo de equipos multidisciplinarios, profundicen el conocimiento de la ciudadanía respecto a sus alimentos y los caminos que toman antes de asentarse en sus platos para su deleite.

En esta ocasión, se explora el magnífico mundo del tomate, el cual a su vez esconde otros mundos inmensamente interesantes en cada eslabón de su cadena productiva. ¿Qué tanto se sabe del tomate? ¿Cuánto se produce? ¿De dónde viene? ¿A dónde va? ¿Cuánto se importa y exporta? ¿Cómo se financia y se vende en Bolivia? ¿Qué oportunidades tienen los empresarios para invertir? ¿Es atractivo para un emprendedor? ¿Qué políticas públicas se deben diseñar para promover la producción y la exportación? PROINPA y la UPB nos llevan de la mano para enterarnos de estas y más respuestas a través de sus capítulos y contenidos virtuales, para que todos los actores de la cadena seamos más empáticos y comprendamos mejor el mundo de nuestra alimentación, y reafirmemos nuestro compromiso con la sostenibilidad de su producción.

UPB EDICIONES

ISBN 978-9917-9958-4-5

9 789917 995845

View publication stats