

**MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA
Y FORESTAL**

DIRECCIÓN NACIONAL DE INNOVACIÓN

PROYECTO:

**“DESARROLLO DE TECNOLOGÍAS PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DEL CACAO”**

**EFFECTO DE FRECUENCIA Y DÓISIS DE APLICACIÓN DE
FERMENTADO DE JUGO DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN
EL CONTROL DE MALEZAS EN EL MUNICIPIO DE PALOS
BLANCOS**

**LA PAZ – BOLIVIA
2023**

AGRADECIMIENTO

Al "Programa Nacional de Cacao" que mediante el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAP), especialmente a los Ingenieros Jesús Willy Quispe Gutiérrez, Eucebio Pérez Callizaya, Jaime Gutiérrez Huanca y Melvy Arana, y por el apoyo técnico brindado durante la investigación.

Al ing. Roberto butrón jefe de investigación del instituto de innovación agropecuaria y forestal INIAP, por su asesoría y conocimiento en el campo de la investigación y generación de tecnologías para mejorar la productividad de los cultivos, también se agradece por las correcciones durante el proceso de ejecución de los protocolos de investigación.

A la ing. Shirley rojas Ledezma directora nacional de investigación del instituto nacional de innovación agropecuaria y forestal INIAP, por el apoyo y motivación para su culminación del tema de investigación.

Al director general del instituto nacional de innovación agropecuaria y forestal INIAP, por el seguimiento a las diferentes actividades que realiza el proyecto nacional cacao.

Al gobierno central, presidente del estado plurinacional Luis Arce Catacora por fomentar los diferentes proyectos que está ejecutando la institución INIAP, que gracias al proyecto cacao se ejecutó la investigación.



ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	JUSTIFICACIÓN	9
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	OBJETIVO GENERAL	10
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
2.3	HIPÓTESIS.....	10
3	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1	CULTIVO DE CACAO Y SU IMPORTANCIA.....	11
3.1.1	<i>Cultivo de cacao</i>	11
3.1.2	<i>Importancia del cultivo de cacao</i>	14
3.2	PRODUCCIÓN MUNDIAL	14
3.3	PRODUCCIÓN NACIONAL.....	15
3.3.1	<i>Producción nacional</i>	15
3.4	PROBLEMAS FITOSANITARIOS	17
3.4.1	<i>Maleza</i>	17
3.4.2	<i>Control de malezas</i>	22
3.4.3	<i>Manejo integrado de malezas (MIM)</i>	23
4	LOCALIZACIÓN	26
4.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	26
4.2	FISIOGRAFÍA	27
4.3	CARACTERÍSTICAS DEL ECOSISTEMA	29
4.3.1	<i>Clima</i>	29
4.3.2	<i>Suelo</i>	29
4.3.3	<i>Vegetación</i>	30
4.3.4	<i>Flora</i>	30
4.3.5	<i>Fauna</i>	31
5	MATERIALES Y METODOS.....	33

5.1 MATERIALES.....	33
5.1.1 <i>Insumo.....</i>	33
5.1.2 <i>Materiales de campo</i>	33
5.1.3 <i>Material de gabinete</i>	34
5.2 METODOLOGÍA.....	34
5.2.1 <i>Procedimiento experimental</i>	34
5.2.2 <i>Diseño experimental</i>	38
5.2.3 <i>Análisis estadístico</i>	38
5.2.4 <i>Tratamiento</i>	39
5.2.5 <i>Croquis experimental.....</i>	40
5.2.6 <i>Variables de respuesta</i>	41
6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
6.1.1 <i>Identificación y clasificación de malezas.....</i>	42
6.1.2 <i>Composición Fisicoquímico del jugo de cacao.....</i>	45
6.1.3 <i>Altura de malezas por especie.....</i>	45
6.2 VARIABLES DE RESPUESTA.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
6.2.1 <i>Control visual de cobertura.....</i>	47
6.2.2 <i>Porcentaje de eficacia del jugo de cacao (Theobroma cacao L.).....</i>	47
6.2.3 <i>Costo aplicación del mejor tratamiento</i>	50
7 CONCLUSIONES	51
8 RECOMENDACIONES	52
9 BIBLIOGRAFÍA	53
10 ANEXOS.....	57
10.1 DETERMINACIÓN TAXONÓMICA EN LAS MALEZAS NO IDENTIFICADAS.....	59
10.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL JUGO DE CACAO	60
10.3 VALORES PROMEDIO DE LA INVESTIGACIÓN	61



ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO 1.	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	11
CUADRO 2.	ESPECIES VEGETALES REPRESENTATIVAS	31
CUADRO 3.	ESPECIES REPRESENTATIVAS DE FAUNA	31
CUADRO 4.	EVALUACION DEL PORCENTAJE DE DAÑO DE LA MALEZA	37
CUADRO 5.	DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	39
CUADRO 6.	IDENTIFICACIÓN DE MALEZA	42
CUADRO 7.	ANÁLISIS QUÍMICO EXPRESADO EN BASE HÚMEDA	45
CUADRO 8.	ANÁLISIS DE VARIANZA EFICIENCIA DEL FERMENTADO DE JUGO DE CACAO.....	48
CUADRO 9.	PRUEBA DUNCAN PARA LA FRECUENCIA DE APLICACIÓN DEL FERMENTADO DE JUGO DE CACAO	48
CUADRO 10.	LA PRUEBA DUNCAN PARA LA DOSIS DE APLICACIÓN DEL FERMENTADO DE JUGO DE CACAO	49



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.	PRODUCCIÓN MUNDIAL DE CACAO PARA EL AÑO 2015.....	15
FIGURA 2.	SITIOS CON PRESENCIA DE CACAO (<i>THEOBROMA CACAO</i>) EN BOLIVIA.....	16
FIGURA 3.	UBICACIÓN DE PUNTOS DE CRECIMIENTO EN MALEZAS ANUALES, GRAMÍNEAS (IZQUIERDA); LATIFOLIADAS (DERECHA).	19
FIGURA 4.	UBICACIÓN DE PUNTOS DE CRECIMIENTO DE MALEZAS BIENALES.	20
FIGURA 5.	PUNTO DE CRECIMIENTO DE MALEZAS PERENNES SIMPLES (IZQUIERDA) Y PERENE COMPLEJA (CENTRO Y DERECHA).	21
FIGURA 6.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	27
FIGURA 7.	PROCESOS DEL ACOPIO DE JUGO DE CACAO	34
FIGURA 8.	IDENTIFICANDO MALEZAS.....	35
FIGURA 9.	INSTALACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	35
FIGURA 10.	PONIENDO MARBETES A LAS MALEZAS.....	36
FIGURA 11.	APLICANDO EL FERMENTADO DE JUGO DE CACAO A LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS	36
FIGURA 12.	TOMA DE DATOS	38
FIGURA 13.	CROQUIS EXPERIMENTAL	40
FIGURA 14.	<i>PASPALUM CONJUGATUM</i> P.J.BERGIUS.	43
FIGURA 15.	<i>ROTTBOELLIA COCHINCHINENSIS</i> L.....	43
FIGURA 16.	<i>CYPERUS ODURATUS</i> L.....	43
FIGURA 17.	<i>PSEUDOLELEPHANTOPUS SPIRALIS</i> B.JUSS.	43
FIGURA 18.	<i>PEPEROMIA BARBARANA</i> C.DC.	43
FIGURA 19.	<i>BIDENS PILOSA</i> L.....	43
FIGURA 20.	<i>DESMODIUM TORTUOSUM</i> DESV.	44
FIGURA 21.	<i>DYCHONDRA REPENS</i> J.R.FORST & G. FORST.	44
FIGURA 22.	<i>CONYZA BONARIENSIS</i> L.	44
FIGURA 23.	<i>CYATHULA POSTRATA</i> L. BLUME.	44
FIGURA 24.	<i>PRIVA LAPPULACEAE</i>	44





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA



FIGURA 25.	ALTURA DE MALEZA <i>DIGITARIA SANGUINALIS</i> L. (PATA DE GALLINA)	46
FIGURA 26.	ALTURA DE MALEZA <i>PSEUDOLELEPHANTOPUS SPIRALIS</i> L. (LENGUA DE VACA).....	46
FIGURA 27.	COBERTURA DE MALEZA.....	47
FIGURA 28.	COSTO POR FRECUENCIA DE APLICACIÓN	51



RESUMEN

Uno de los problemas más importantes en la producción del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), es la proliferación de las malezas, por tal razón, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de frecuencia y dosis del fermentado de jugo de cacao (*Theobroma cacao* L.) para el control de maleza en el municipio de Palos Blancos, para lo cual se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar DBCA con dos factores, factor A (Dosis de aplicación del jugo de cacao) y Factor B (Frecuencia de aplicación), con 9 tratamientos (incluido un testigo) distribuidos en 3 Bloques. Para la comparación de las medias se usó el programa estadístico InfoStat donde se ordenaron y se tabularon los datos obtenidos, aplicando la prueba de Duncan ($p \leq 0.05$). Los tratamientos correspondientes se basaron Frecuencia y Dosis de aplicación del jugo fermentado de cacao.

Los tratamientos tuvieron las siguientes especificaciones: T1 (50% de jugo de cacao con una aplicación), T2 (50% de jugo de cacao dos aplicaciones), T3 (50% jugo de cacao con tres aplicaciones), T4 (75% jugo de cacao con una aplicación), T5 (75% jugo de cacao con dos aplicaciones), T6 (75% jugo de cacao con tres aplicaciones), T7 (100% jugo de cacao con una aplicación), T8 (100% jugo de cacao con dos aplicaciones), T9 (100% jugo de cacao con tres aplicaciones) y T0 (Testigo absoluto).

Se evaluaron variables, identificación de malezas, altura de maleza y %de eficacia del jugo de cacao. Los resultados permitieron evidenciar que, el T9 (100% jugo de cacao con tres aplicaciones) fue el mejor controlador de maleza con una media de 66,29% de eficacia en la frecuencia de aplicación y dosis de aplicación con una media de 64,79% de eficacia.

PALABRA CLAVE: Dosis, frecuencia y jugo de cacao





El cacao es una planta originaria de América que se encontraba de manera natural en los bosques de la cuenca amazónica de Sur América. Algunos autores indican que el cultivo de cacao se inició en México y América Central y señalan al mismo tiempo que los españoles no lo vieron cultivado en América del Sur cuando arribaron a este continente, lo encontraron creciendo en forma natural en muchos bosques a lo largo de los ríos Amazonas y Orinoco y sus afluentes, donde aún hoy existen tipos genéticos de un alto valor. En Bolivia se introdujo cacao del tipo amazónico y trinitario a la región de Alto Beni y el Chapare, conjuntamente con los asentamientos humanos en 1961 (PIAF-ELCEIBO, 2017).

La agricultura es sin duda uno de los sectores que genera mayores ingresos económicos a nuestro país, sin embargo es la actividad donde existe mayor contaminación, debido a la utilización de sustancias químicas para controlar las malezas; gran parte de la población mundial aplican herbicidas químicos sintéticos, lo cual están afectado nocivamente al ambiente, contaminado las fuentes de agua, subterránea y superficial, al aire y al recurso suelo; existe una preocupación internacional, por el excesivo uso de los productos químicos en la agricultura (Carson, 2013).

En este contexto, la presente investigación buscó minimizar el impacto ambiental negativo por el uso excesivo de los Herbicidas químicos, mediante la utilización de un residuo agrícola (Mucílago de Cacao), a través de la evaluación de diferentes tratamientos de Mucílago sobre el control de malezas, las cuales permitirán obtener a este desecho como un Biocontrolador natural en malezas, para luego ser comparadas en los diferentes tratamientos con un testigo, la presente investigación permitirá plantear una alternativa en reducir la problemática de la contaminación del suelo por el excesivo uso de Herbicidas químicos.

1.1 Justificación

Para la agricultura moderna resulta de gran importancia investigar y encontrar nuevas estrategias que permitan el desarrollo de una agricultura sostenible y sustentable, es decir, un cultivo no contaminante y basado en recursos naturales. Las malezas son sin duda alguna, el primer problema dentro del campo agrícola. En



cuanto a los productos naturales son una interesante fuente de obtención de nuevos herbicidas orgánicos, no sólo por la gran diversidad y lo innovador de sus fórmulas, sino también por el potencial específico de su acción biológica y por la reducida probabilidad de producir acumulaciones de residuos perjudiciales en aguas y suelos (Macías, 2012).

La presente investigación se busca minimizar el impacto ambiental negativo por el uso excesivo de los Herbicidas químicos, mediante la utilización de un residuo agrícola (jugo de Cacao), a través de la evaluación de diferentes tratamientos de jugo de cacao sobre el control de malezas, las cuales permitirán obtener a este desecho como un Biocontrolar natural en malezas, para luego ser comparadas en los diferentes tratamientos con un testigo, la presente investigación permitirá plantear una alternativa en reducir la problemática de la contaminación del suelo por el excesivo uso de Herbicidas químicos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar el efecto de frecuencia y dosis de aplicación de fermentado de jugo de cacao (*Theobroma cacao* L.) para el control de maleza en el Municipio de Palos Blancos.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la frecuencia de aplicación adecuada para el control de malezas.
- Determinar la dosis de aplicación adecuada para el control de malezas.
- Establecer el costo de aplicación del mejor tratamiento.

2.3 Hipótesis

Ho = La frecuencia y dosis de aplicación de jugo de cacao no influye significativamente como herbicida natural en las diferentes especies de maleza.

Ha = Existe diferencia significativa de la frecuencia y dosis de aplicación de jugo de cacao como herbicida natural en las diferentes especies de maleza.



3.1 Cultivo de cacao y su importancia

3.1.1 Cultivo de cacao

El cacao es un árbol leñoso, fuerte, de porte relativamente bajo, originario del sotobosque. Perteneció al orden malvales, familia esterculaceae, género *Theobroma*, especie (*Theobroma cacao* L.), cuya denominación científica fue dada por el eminente botánico Lineo. A continuación, se relacionan las principales características morfológicas (Cano, FEDECACAO).

Es un árbol o arbusto semicaducifolio de hasta (12-20) m de altura, y en cultivo se mantienen normalmente a 4-8 m. El tallo es glabro o parcialmente pubescente. Las hojas son coriáceas (o cartáceas) simples. Las flores son pentámeras, hermafroditas, actinomorfas. El ovario es de 2-3 mm de largo, angulosoovado, ligeramente pentagonal y pentámero. Los óvulos se disponen en dos filas con (6-12-16) óvulos por fila. El fruto es una baya grande (mazorca) (Dostert, N. Roque, J. Cano, A. 2011).

3.1.1.1 Clasificación taxonómica

El cacao (*Theobroma cacao* L.), pertenece a la familia Malvaceae, orden Malvales, y forma parte de las 22 especies del género *Theobroma*. Así mismo tiene un número cromosómico $2n = 20$ citado por (July 2007).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica

DOMINIO	Eukarya
REINO	Plantae
CLADO	Rosidas
CLADO	Malvidas
ORDEN	Malvales
FAMILIA	Malvaceae
SUBFAMILIA	Byttnerioideae
GENERO	<i>Theobroma</i>

ESPECIE

Theobroma cacao L.

3.1.1.2 Descripción botánica del cultivo de cacao

➤ Sistema radicular

El cacao tiene una raíz principal pivotante muy profunda que puede llegar a medir hasta 1m de profundidad. Si se siembra las plantas con la raíz torcida el árbol se desarrollará de manera anormal y su producción será baja y a futuro tendrá que cambiar la planta. En las plantas de propagación clonal no hay raíz pivotante sino varias raíces principales y proliferan cerca de la superficie formando así una cabellera compacta que fija la planta al suelo por tal motivo no se debe dejar descubierto el pie de los árboles (Torrez, 2012).

➤ Tallos ramas

El cacao tiene dos tipos de ramas:

- a. "El tipo vertical (o chupón), incluyendo el eje principal de las plantas producidas por las semillas, tiene hojas alternas en espiral de 3/8 y es limitado en su crecimiento ya que tarde o temprano siempre da origen a un abanico terminal."
- b. "El tipo de abanico que tiene hojas alternas en 1/2 creciendo indefinidamente y dando origen a ramas laterales de su mismo tipo." (Torrez, 2012).

➤ Hojas

Cuando el árbol es adulto, las hojas son de color verde oscuro y delgado, de tamaño mediano y son de textura firme, se encuentran unidas a las ramas por el peciolo. El peciolo tiene una hinchazón llamado yema de donde se origina ramas que se usan para los injertos (Torrez, 2012).

➤ Flor

El cacao es caulífero quiere decir que las flores y los frutos brotan en las partes más viejas de la planta como tronco y ramas desprovistas de hojas. Las flores salen



donde antes había hojas y siempre brotan en el mismo lugar, por tal motivo hay que tratar de no dañar la base de los cojines florales para así mantener buena producción.

Las flores del cacao son hermafroditas es decir posee ambos sexos, "su fórmula es $S5, P5, E5 + 5, G(5)$; lo que significa cinco sépalos, cinco pétalos, diez estambres en dos gripos o verticilos de los cuales solo uno es fértil y un ovario supero de cinco carpelos fundidos (Torrez, 2012).

➤ **Fruto**

El fruto es una baya, tiene diferentes tamaños, colores y formas según la variedad. Tiene un tamaño aproximado de 30 cm de largo y 10 cm de ancho, por lo general contiene de veinte a cuarenta semillas y están rodeadas por una pulpa que se forma del integumento externo del ovulo.

Las mazorcas maduras no se abren solas para esparcir así las semillas, ni se desprenden del árbol por lo cual muchas veces se pueden en el mismo árbol dificultando así la diseminación natural, solo puede realizarse la diseminación por medio de animales (Torrez, 2012).

➤ **Semilla**

Estas se encuentran dentro del fruto. El número, tamaño y forma de las semillas dependerá de la variedad. Las semillas son de forma aplanada o redonda de 2 cm a 4 cm de tamaño, están ubicadas en cinco hileras dentro del fruto.

"La semilla está rodeada de una envoltura arilar blancuzca y azucarada. El arilo está compuesto por parénquima. La testa es gruesa y coriácea con la cutícula dura. El embrión se forma de dos grandes cotiledones que encierra una pluma pequeña. Las sustancias que se encuentran en los cotiledones son las que constituyen el producto comercial. Las más abundantes son las grasas, que forman el 20 al 50% de la semilla. Entre ella se hallan granos de aleurona y almidón. En los tejidos del parénquima de los cotiledones se hallan los principios estimulantes, teobromina y cafeína en porcentajes de 1 a 0,5% respectivamente. Las semillas contienen



también apreciables cantidades de proteínas 10 a 12% del peso, fibras, agua y otras sustancias" (Torrez, 2012).

3.1.2 Importancia del cultivo de cacao

En varios países de ALC, el cacao es un cultivo tradicional de importancia, pues, desde la época de la colonia, ya se lo producía con fines de exportación, por lo que se ha constituido en un dinamizador de sus economías. A más de los beneficios económicos, el cacao también es considerado como una alternativa para enfrentar los efectos del cambio climático y para sustituir cultivos ilícitos. La importancia de este cultivo se ve reflejada en los 1,8 millones de hectáreas que actualmente están destinadas para su producción; superficie que ha crecido de manera sostenida desde el 2006 y que ha significado un incremento en la producción, por tanto, oferta de sus productos, en especial del grano de cacao (FAO, 2018).

3.2 Producción mundial

La producción mundial de cacao en grano asciende a casi 4 millones de TM en la actualidad. De acuerdo a las estimaciones para la cosecha 2012-2013, los principales productores de cacao en grano a nivel mundial corresponden a países africanos, con un 71,6% de la producción total. Le siguen los países latinoamericanos que aportan con un 15,7% y finalmente los países asiáticos y de Oceanía aportan con el restante 12,7%. Entre los países latinoamericanos destacan Brasil y Ecuador, con más del 60% de la producción regional (Espinoza, S., Olivera, M., Ledezma, J. 2014).

El cacao ocupa el tercer lugar después del azúcar y el café en el mercado mundial de materias primas. Existe una diferencia entre el cacao ordinario, que representa el 90 % de la producción mundial y que proviene de las variedades forastero y el cacao fino o aromático, que proviene de las variedades criollo o trinitario con el 5 % del total mundial. La producción de cacao en grano se concentra principalmente 6 en el oeste de África, Asia, Centro y Suramérica y se caracteriza por estar dividida en minifundios o bajo sistemas de agricultura de subsistencia. En varios países del mundo como Costa de Marfil, Indonesia, Ghana, Nigeria, Brasil, entre otros que producen el cacao, ya se pueden encontrarse fincas y plantaciones (Durán, 2013). Para fin de la temporada de cacao 2012/2013, existió un déficit de 160 000 t, casi



110 000 más de lo que se había estimado a los inicios de la temporada (52 000 t).

La producción mundial total de cacao tuvo un decrecimiento de 150 000 toneladas, dando un total de 3 931 000 toneladas (INEC, 2015). En el año 2015, los principales productores de cacao fueron: Costa de Marfil con el 39.2 % de la producción mundial, seguido por Ghana con 19.3 %, Indonesia el 8.68 %, Camerún con 6.20 %, Ecuador con el 5.71 % y Nigeria con 4.96 %. El 15.9 % restante de la producción corresponde a 53 países del resto del mundo (MAGAP, 2015).

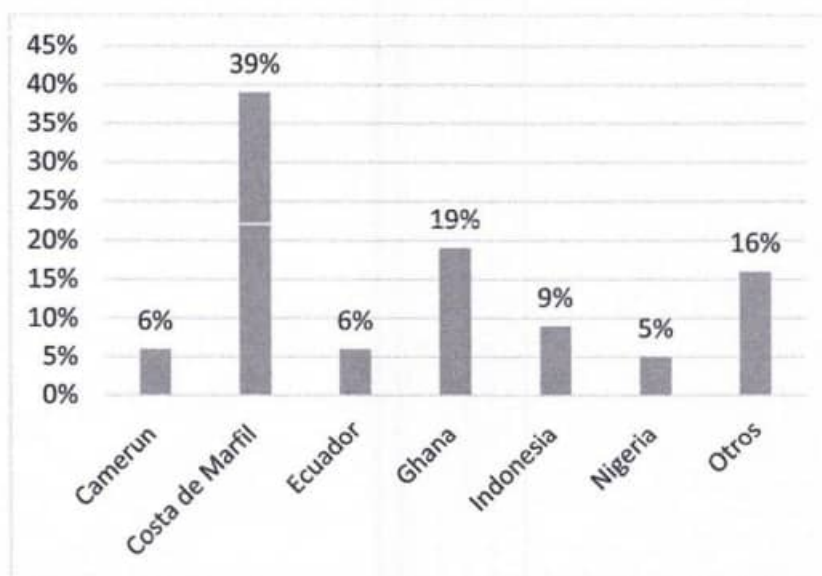


Figura 1. Producción mundial de cacao para el año 2015.

Fuente: ICCO

3.3 Producción nacional

3.3.1 Producción nacional

El cacao es una de las principales fuentes de ingreso de las familias rurales del norte de Bolivia, especialmente del Alto Beni. En el año 2012 Bolivia produjo 4000 toneladas de cacao en grano seco. Existen dos tipos principales de cacao, el Cacao Nacional Boliviano conocido como criollo, chocolate, silvestre o nativo y el cacao foráneo. El cacao foráneo se introdujo a Bolivia en 1963, cuando la Corporación Boliviana de Fomento propuso al cacao como el principal cultivo sobre el cual basar la economía de las familias del Alto Beni y Chapare, zonas colonizadas por el Instituto Nacional de Colonización. Los clones de cacao provinieron del banco de germoplasma de la Universidad de West Indies en Trinidad-Tobago, se ampliaron

en 1980 con materiales del banco genético del CATIE (Costa Rica), en 2001 con materiales de la Universidad de Reading (Reino Unido). A partir de 1977 la institución encargada del fomento y apoyo de la cacaocultura fue el Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria (IBTA) y en 1996 las Estaciones Experimentales pasaron al Servicio Departamental Agropecuario (SEDAG) de las Prefecturas de Departamento.

Para considerar las características de producción se toma en cuenta el rendimiento del cacao que varían de acuerdo al tipo de cacao, al lugar y al tipo de manejo que recibe la plantación. En Alto Beni el rendimiento anual oscila entre 350-450 kg/ha de cacao foráneo (híbrido o injerto), en cambio el cacao nacional boliviano tiene un promedio de rendimiento de 115 kg/ha. En los últimos 10 años el precio ha ido cambiando en los diferentes lugares y departamentos, el precio es determinado en la zona de Alto Beni, actualmente es de 30.434 Bs/TM, 4.347Bs-más que la gestión 2014. En el ámbito de Exportación (expresado en kg y dólares americanos) Bolivia exportó en la gestión 2014 224,1 TM de cacao en sus diferentes subproductos, de los cuales 62,8 TM corresponden a cacao en grano seco, 61,2 TM en manteca de cacao 36,7 TM en pasta de 3 cacao, 39,4 TM en cáscara y residuos de cacao, 18,8 TM en cocoa y el resto en diferentes productos derivados del cacao (SPCC, 2015).



Figura 2. Sitios con presencia de cacao (*Theobroma cacao*) en Bolivia

Fuente: Bazoberry y Salazar (2008), basado en Proyecto Parientes Silvestres del Cacao en Bolivia, Herbario Nacional de Bolivia, 2008; y datos de July et al. 2014

Agronews, (2023), informa de acuerdo con información del Ministerio de Desarrollo Productivo hasta 2021 la producción nacional de cacao fue de 5.884 toneladas y la superficie cultivada de 10.3336 hectáreas y se alcanzó un rendimiento de 0,57 toneladas por hectárea.

En la Paz la producción fue de 4.853 toneladas, Cochabamba 493, Santa Cruz 48, Beni 380, y Pando 109 toneladas.

3.4 Problemas fitosanitarios

En 1978 llegó la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), una enfermedad fungosa que ataca los meristemas, cojines florales y frutos jóvenes del cacao. En 1980 se presenta la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) que ataca a varias partes de la planta y en el año 2010 se detectó la enfermedad conocida como moniliasis (*Moniliophthora roreri*) ocasionando pérdidas de hasta el 80% de las mazorcas especialmente en Alto Beni.

3.4.1 Maleza

Las malezas son plantas ajenas al cultivo donde se localizan, compiten por agua, nutrientes, luz e interfieren en la recogida de las cosechas, además pueden ser portadoras de enfermedades, nematodos, ácaros y plagas de insectos que luego pueden pasar a los cultivos, causando a veces graves afectaciones. Por las características antes mencionadas, estas pueden ser catalogadas como plantas de alta peligrosidad o de menos peligrosidad debido a su nivel de competencia con los cultivos y sus características reproductivas, su posibilidad o no de control con métodos tradicionales y la resistencia a determinados métodos de lucha por sus características morfológicas y plasticidad ecológica, así también pueden ser dominantes o predominantes en una asociación, criterio del que se parte en la mayoría de las ocasiones para definir los métodos de manejo (Hernández, 2015).

3.4.1.1 Clasificación de malezas

A pesar de existir varios tipos de clasificación basados en características botánicas, fisiológicas, morfológicas u otras, desde el punto de vista productivo es importante distinguir las malezas herbáceas por su ciclo de vida, ya que la mayoría de los

cultivos comparte su espacio, agua y nutrientes con especies espontáneas herbáceas, es decir aquellas cuyos tallos no desarrollan tejidos leñosos, por lo que estos quedan tiernos, flexibles o suculentos. En zonas templadas se distinguen tres tipos generales de malezas herbáceas: anuales, bienales y perennes.

a) Malezas anuales

Las malezas anuales corresponden a aquellas que completan su ciclo de vida, semilla a semilla, en solo una estación o temporada de crecimiento. Este ciclo puede durar 30 días o varios meses, dependiendo de la especie. Se reproducen solo por semillas, las que son producidas en altas cantidades. Son consideradas las malezas más numerosas en los suelos agrícolas y siempre están presentes en suelos altamente perturbados. De acuerdo a sus requerimientos de temperatura, están en este grupo las denominadas anuales de otoño-invierno que toleran bajas temperaturas, germinan en otoño o invierno, crecen durante el invierno, producen semillas y mueren en verano. Ejemplos de este tipo son ballica (*Lolium perenne ssp. multiflorum*), avenilla (*Avena fatua*) y rábano (*Raphanus spp*). Las malezas anuales de primavera-verano, no toleran bajas temperaturas, y germinan en la primavera, crecen y se desarrollan durante primavera y verano, producen semillas y mueren en otoño o inicios de invierno, dependiendo de las temperaturas. Ejemplos de ellas son: pata de gallina (*Digitaria sanguinalis*), hualcachos (*Echinochloa spp*), duraznillo (*Polygonum persicaria*). Pueden desarrollarse anuales de invierno durante primavera-verano, pero en menor cantidad, y pueden germinar algunas de primavera-verano y vivir en otoño-invierno, cuando el clima es más benigno, situación que no se da en zonas templadas con las estaciones claramente diferenciadas, ya que muchas malezas de verano no toleran estas bajas temperaturas. También se pueden clasificar por su tipo hoja, las malezas de hoja ancha (o latifoliadas) y las de hoja angosta, que son gramíneas (o Poaceae), ambas disponen de semillas para su propagación y son fácilmente controladas mediante el corte en sus primeros estados de desarrollo. A pesar de ello, la respuesta al corte es diferente entre ambos tipos, ya que las latifoliadas tienen sus puntos de crecimiento expuestos sobre la superficie, mientras que las gramíneas tienen su punto de crecimiento algo protegido a ras de suelo (Figura 3), por lo que pueden rebrotar en sus primeros estados y al alcanzar cierto desarrollo; luego el crecimiento del tallo



principal se traslada hacia arriba por el tallo principal en crecimiento, siendo más fáciles de controlar con cortes, pero de la base pueden salir macollas al tener condiciones adecuadas de humedad (Pedreros, A. 2011)

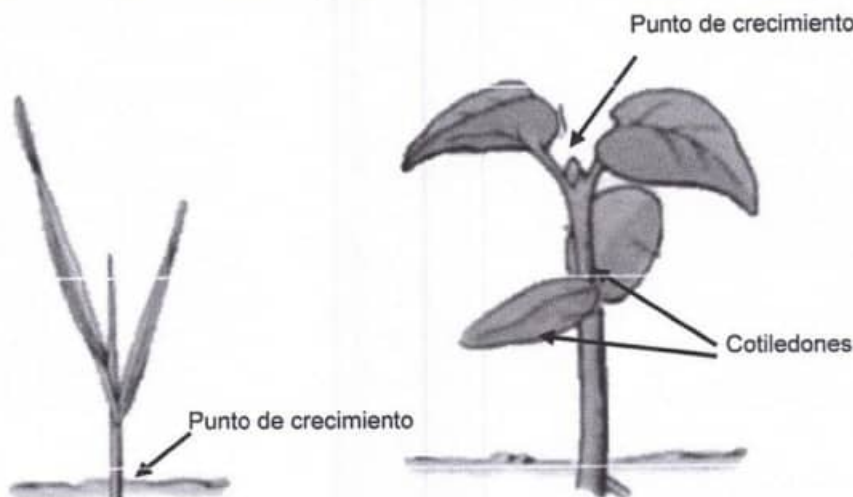


Figura 3. Ubicación de puntos de crecimiento en malezas anuales, gramíneas (izquierda); latifoliadas (derecha).

Fuente: Adaptado a Padreros et al., 2011

b) Malezas bienales

Las malezas bienales requieren de dos temporadas para terminar su ciclo de semilla a semilla. Durante la primera etapa, se desarrollan vegetativamente hasta llegar al estado de roseta y solo emiten tallo floral después de una segunda temporada, al completarse el requerimiento de horas de frío. En ciertas áreas de bajas temperaturas es posible que algunas bienales completen sus horas de frío en la primera temporada y se comporten como anuales, siendo estas bienales facultativas. Una vez iniciado su crecimiento reproductivo, el tallo floral es capaz de rebrotar al ser cortado ya que el punto de crecimiento está bajo la roseta (Figura 4); pero dependiendo de las condiciones, este tallo será de menor altura y con menor producción de semillas. Algunos ejemplos: zanahoria silvestre (*Daucus carota*), hierba azul (*Echium vulgare* y *E. plantagineum*), cicuta (*Conium maculatum*) (Pedreros, A. 2011)

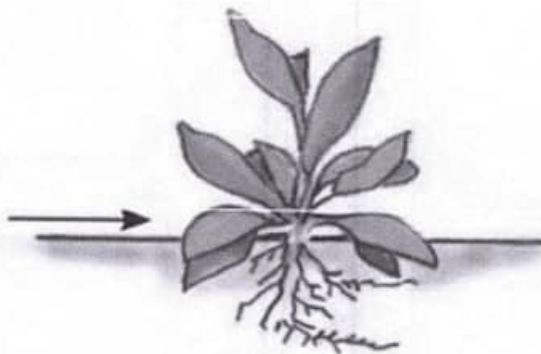


Figura 4. Ubicación de puntos de crecimiento de malezas bienales.

Fuente: Adaptado a Padreros et al., 2011

c) Malezas perenes o plurianuales

Las malezas perennes o plurianuales pueden o no completar su ciclo de semilla a semilla, en una temporada, pero después pueden seguir completando el ciclo de manera indefinida desde propágulos vegetativos. Dentro de este grupo hay dos tipos

Perene simple: se reproducen casi exclusivamente por semillas, sin embargo, son capaces de rebrotar desde la raíz (corona); si el sistema radicular pivotante es dañado o cortado cada trozo de raíz, es capaz de generar otra planta. Ejemplos son: diente de león (*Taraxacum officinale*), siete venas (*Plantago lanceolata*), galega (*Galega officinalis*).

Perene compleja o vivaces: además de propagarse por semillas, lo hacen asexualmente por propágulos vegetativos que originan plantas independientes, pero genéticamente iguales. La mayoría de estas malezas no tolera las bajas temperaturas, pero son capaces de pasar el invierno con sus propágulos en latencia. Entre estas estructuras las más comunes son: los estolones, rizomas, tubérculos, bulbos, cormos y fragmentos.

Estas malezas son las más complicadas de controlar, ya que pueden rebrotar innumerables veces, dependiendo del tipo de estructuras vegetativas que tengan y su cantidad. Especies como pasto bermuda (*Cynodon dactylon*) y chépicas (*Paspalum paspalodes*, *Pennisetum clandestinum*, *Distichlis spicata*), tienen



estolones sobre la superficie del suelo y rizomas bajo la superficie; mientras que las chufas (*Cyperus esculentus*, *C. rotundus*) tienen rizomas, bulbos y tubérculos, dependiendo estas dos últimas de la época del año. Por lo general, los sistemas de control basados en cortes, cultivadores, rastrajes o cualquier sistema que produzca daño mecánico, aumentan la diseminación de estas malezas debido a que los trozos de propágulos originan nuevas plantas independientes. Esto ayudado por la profundidad que pueden tener sus estructuras vegetativas, ya que mientras mejor sea la calidad del suelo más profundo estarán. Entre las malezas perennes, además de las herbáceas, están las que presentan crecimiento aéreo leñoso o semileñoso, donde hay importantes especies como zarzamora (*Rubus ulmifolius*, *R. constrictus*), espinillo (*Ulex europaeus*) (Pedreros, A. 2011)

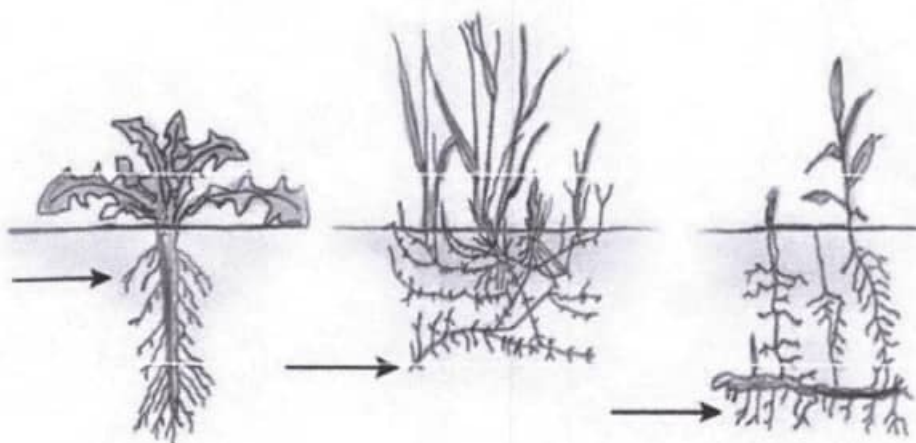


Figura 5. Punto de crecimiento de malezas perennes simples (izquierda) y perene compleja (centro y derecha).

Fuente: Adaptado a Padreros et al., 2011

3.4.1.2 Principales malezas encontradas en el cultivo de cacao

- *Eleusine indica* L. (Orden: Poales; Familia: Poaceae) Es una planta monocotiledónea anual de hasta 80 cm de alto, que posee un tallo recto o ascendente, ramificándose en la parte inferior, sus hojas son vainas foliares comprimidas y aquilladas, glabras o con algunos pelos marginales en la parte superior, lígula en forma de membrana ciliada de más o menos 1 mm de largo, hasta de 30 cm de largo y 9 mm de ancho; con espiguillas de 3 a 7 mm de largo, compuestas de 4 a 9 flores, sobre un raquis angostamente sin alas.



El fruto se encuentra dispersadas dentro del flósculo, de 1 a 2 mm de largo y de hasta 1 mm de ancho, surcada y rugosa en la superficie, color café oscuro, café rojizo o café negruzco (Santillán, 2017).

- *Cyperus odoratus* L. (Orden: Poales; Familia: Cyperaceae) Planta monocotiledónea anual con raíces fibrosas de hasta 60 cm de alto con un tallo triangular hasta de 5 mm de ancho, hojas con láminas en forma de "V" o de "M" de 10 a 65 cm de largo y de 4 a 12 mm de ancho, la inflorescencia consta de 5 a 9 brácteas horizontales a ascendentes, rayos hasta 25 cm de largo, espigas sésiles de 14 cm de largo y espiguillas oblongas a lineares de 5 a 27 mm de largo y hasta 2 mm de ancho de color cafés a rojizas (Santillán, 2017)
- *Cuphea carthagenensis* (Orden: Myrtales; Familia: Lythraceae) Es una planta monocotiledónea herbácea perenne de hasta 60 cm de alto con tallo redondeados, pubescentes con pelos estrellados, hojas opuestas, ovadas a lanceoladas, de 2.5 cm de largo y de 1 cm de ancho, nervaduras pronunciadas, inflorescencias axilares y terminales con flores de 1 a 4 por nudo, pedicelos cortos, tubo floral de 5 mm de largo, 5 pétalos de color lila a morado (Santillán, 2017)
- *Lindernia crustacea* (Orden: Scrophulariales; Familia: Scrophulariaceae) Es una planta dicotiledónea herbácea perenne de hasta 15 cm de alto con tallo tetragulado, presenta pelillos, hojas ovaladas, opuestas, bodes ligeramente aserrados, de 1 a 2 cm de largo y de 0.8 a 1 cm de ancho, cortamente pecioladas, inflorescencias axilares y terminales, pedicelos de hasta 2 cm de largo, corola de 6 mm de largo, de color amarilla (Santillán, 2017).

3.4.2 Control de malezas

El control de las malezas es una de las actividades claves para la sobrevivencia, crecimiento y uniformidad de una agricultura en general durante los inicios germinación de malezas donde existe mayor competencia por agua, luz, espacio y nutrientes, (Tercero, 2015). Además, el control de las malezas tiene como meta combinar, a su debido tiempo, todas las prácticas de manejo del cultivo con diversos métodos, para reducir los niveles de infestación en forma eficiente y compatible con la preservación del medio ambiente y la salud humana (Morales, 2011).



3.4.3 Manejo integrado de malezas (MIM)

Un sistema de Manejo Integrado de Malezas (MIM) como define Martin (2015), trata el enfoque del problema, donde utilizando una forma compatible con la calidad ambiental, las técnicas adecuadas y conocimientos existentes, puede reducir una población de malezas a niveles tales que los perjuicios económicos que produzcan se hallen por debajo de un umbral económico aceptable. En algunos casos, puede incorporar métodos físicos, químicos, mecánicos, biológicos, genéticos, conjuntamente con medidas preventivas y estudios básicos sobre biología y ecología de las malezas, así como el entrenamiento de técnicos y extensión a nivel de los productores. No consiste simplemente en la aplicación de una o dos medidas de control, sino que incluye el estudio del problema.

3.4.3.1 Control manual

Para realizarlo es necesario segar o chaponear las malezas con machete u hoz sin perturbar el suelo, ya que de lo contrario se favorecería la germinación de semillas que se encuentren en la capa superficial del suelo, como podría hacerse con azadón; además de que es un método que se emplea cuando la maleza ha crecido lo suficiente y compite con el cultivo, sin tomar en cuenta el periodo crítico. Esta actividad es común en productores de baja escala.

Comprende la limpieza manual y el empleo de herramientas manuales o mecánico, para cortar las malezas. También el cultivador es un implemento indicado para realizar el control mecánico (Ormeño, 2009).

3.4.3.2 Control cultural

Se lleva a cabo con el uso de rotaciones de cultivo, fechas de siembra, cultivos de cobertura o abonos verdes, entre otros.

3.4.3.3 Control químico

Consiste en utilizar sustancias químicas o herbicidas que sean capaces de inhibir la germinación y el crecimiento de las malezas, ya sea en forma total o parcial (Ormeño, 2009).

3.4.3.3.1 Herbicidas químicos

En sentido amplio, un herbicida es todo compuesto químico o biológico diseñados específicamente para detener o eliminar el crecimiento total o parcialmente el crecimiento de las malezas. Básicamente un herbicida lo que hace es interrumpir alguno de los procesos fisiológicos esenciales de la misma. (CASAFE, 2010).

3.4.3.3.1.1 Modo de acción de los herbicidas

Según CEDRSSA (2020), el modo de acción es la secuencia de procesos biológicos que produce el herbicida para matar a la maleza o cualquier otra planta que no tolere su formulación; Existen distintos tipos de clasificación de los herbicidas, entre ellos se encuentran el de selectividad, tipo de acción, familia química, época de aplicación y modo de acción.

a) Selectividad

De acuerdo con esta clasificación los herbicidas se dividen en selectivo y no selectivo:

- ❖ **Selectivo.** Elimina ciertas plantas, depende de la dosis la forma y época de aplicación. Un ejemplo de este tipo es la atrazina, el cual es un tipo de herbicida selectivo para maíz y sorgo.
- ❖ **No selectivo.** No diferencia entre plantas, a excepción de las plantas genéticamente modificadas que toleran el glifosato.

b) Tipo de acción

Este factor de selección las divide en dos, de contacto y sistémico:

- ❖ **De contacto.** Elimina las partes de las plantas con las que entró en contacto. Ejemplo, el paraquat o bromoxinil.
- ❖ **Sistémico.** Se aplica al suelo o follaje y se transporta por toda la planta hasta las raíces. Ejemplo, 2,4-D y el prosulfuron.

c) Época de aplicación

La época de aplicación de los herbicidas depende de la etapa de crecimiento en la que se encuentra la maleza y se clasifica en tres, presembrado (PS), preemergencia (PRE) y postemergencia (POST).



- ❖ **Presiembra.** Se aplica antes de sembrar el cultivo deseado, se clasifica en dos, en presiembra foliar y presiembra al suelo. Ejemplo, glifosato, paraquat y 2,4-D.
- ❖ **Preemergencia.** Se aplica después de la siembra, pero antes de que emerja la maleza y el cultivo. Ejemplo, metribuzina y atrazina.
- ❖ **Post emergencia.** Se aplica después de la emergencia de la maleza y del cultivo. Ejemplo, glifosato y paraquat.

3.4.3.3.2 Herbicidas orgánicos

El término herbicidas orgánicos se encuentra dentro de los bioplaguicidas y engloba una serie de productos que manipulan las malas hierbas con distintos mecanismos, entre los que se encuentran: los hongos, los extractos de plantas (madreato), la harina de gluten de maíz y el vinagre, que pueden ser degradados inesperadamente sin comprometer la protección del medio ambiente y que junto con otras prácticas culturales alcanzan grandes consecuencias para el aprovechamiento del cultivo. Los bioplaguicidas se derivan de sustancias naturales procedentes de animales, plantas, microorganismos y determinadas sustancias naturales y minerales (Avendaño et al 2011).

Los herbicidas orgánicos están hechos de ingredientes naturales. Son herbicidas libres de químicos. Existen dos tipos principales que son comúnmente utilizados: ácidos, ácidos grasos (EPA, 2001).

3.4.3.3.2.1 Jugo de cacao como herbicida natural

Es una sustancia viscosa, comúnmente hialina, contenida en la planta del cacao. La vaina de cacao consta de 30 a 50 semillas o granos. La gran variedad, longitud y forma de la semilla es una función varietal, son cuerpos elipsoidales aplanados de 2 a 4 centímetros de largo rodeados a través de una envoltura blanquecina, azucarada, formada especialmente por parénquima. La pulpa mucilaginosa se compone de células parenquimatosas esponjosas, que comprenden células de savia ricas en azúcares (10-13%), pentosas (2-3%), ácido cítrico (1-2%) y sales (8-10%). Aunque la pulpa es necesaria para la fermentación, a menudo hay más pulpa de la importante (Urgiles 2018). En cuanto al mucílago, o pulpa, se descompone en materiales líquidos. El azúcar de la pulpa, mediante reacciones bioquímicas, se

convierte primero en alcohol y luego en ácido acético. Gran parte de la pulpa se escapa dentro de

Cobos (2011), sostiene que se ha probado la baba del cacao como un futuro herbicida a nivel de laboratorio, donde asegura que los resultados fueron muy positivos, ya que lograron frenar el crecimiento de la maleza en las plantaciones.

4 LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación geográfica

El municipio de Palos Blancos cuarta sección de la provincia Sud Yungas del departamento de La Paz, se encuentra localizado a 239 Km. de distancia respecto de la ciudad de La Paz, para su acceso desde la sede de gobierno se recorre un primer tramo hasta llegar a Sapecho (Ruta 3 de la Red Fundamental: La Paz – Trinidad), para continuar hacia el desvío que se dirige a la localidad de Covendo y que pasa por la capital del municipio la ciudad de Palos Blancos ubicado a 10 Km. de Sapecho.

Geográficamente se encuentra en los paralelos $15^{\circ} 35'2''$ Latitud sur y $67^{\circ}15'7''$ Longitud Oeste. Con una altura de 410 msnm y una precipitación promedio de 1800 mm y una temperatura de media de 26°C (PDMPB, 2012).

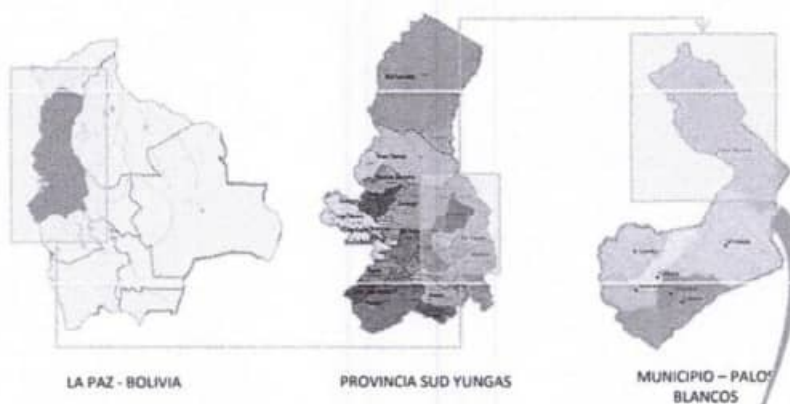




Figura 6. Ubicación geográfica

4.2 Fisiografía

La fisiografía del territorio es diversa, las variaciones altitudinales van desde los 383 m.s.n.m. en comunidades del distrito Santa Ana de Mosesténes hasta los cerca de 1.200 m.s.n.m., en alrededores de la comunidad Illampu (Cerro Pelado) del distrito de El Sillar. En este rango se encuentran distribuidas la mayoría de los centros poblados y comunidades de la región.

Al existir una variada gradiente altitudinal, se presentan diferentes relieves topográficos y pendientes variables. La ubicación de la región en un área de transición entre yungas y trópico, genera características propias entre ambas. La primera caracterizada por la presencia constante de serranías, laderas disectadas a lo largo de su faja y ríos en quebradas profundas. En el segundo caso, áreas con predominancia de pequeñas colinas y llanuras aluviales relativamente extensas. Las conjunciones de ambos conforman la región de Alto Beni con presencia de relieves como: serranías, laderas, colinas y llanuras relativamente amplias.

a) Serranías

Estas áreas se expanden en franjas del sureste al noroeste, se encuentran conformadas por altas elevaciones con predominancia de grandes bloques de rocas y las llamadas lomas peladas con pendientes de 40 al 65%. Son sitios con predominancia de pastizales bajos y en menor grado vegetación arbustiva que normalmente ascienden hasta las faldas de estas elevaciones rocosas, como

ejemplo de este tipo de relieves están los alrededores del distrito El Sillar en el trayecto Inicua - Cascada. Paralelo al anterior relieve existen serranías de menor altura, con pendientes que varían de un 30 a 40%, sitios en los cuales se encuentran asentados la mayoría de los distritos. Altitud (m) Distancia (Km.) Plan de Desarrollo Municipal Palos Blancos 2008 – 2012 15 VCDI G.M. Palos Blancos Sobresalen las alturas de Covendo, Serranía Marimonos al Sector de Santa Ana y la franja colindante con el municipio de La Asunta y otros distribuidos a lo largo del territorio. La vegetación en estas áreas es predominantemente arbórea y en menor grado pastizales.

b) Laderas

Se denomina laderas a aquellas áreas con gradientes de inicio en partes altas hasta las llanuras, bifurcados por ríos y arroyos frecuentes (pendiente entre el 20 al 30%). Aquí se hallan las llamadas fajas (lotes), con superficies importantes de cultivos implantados y la incorporación de pastizales para crianza de ganado bovino. Ejemplo de estos espacios están las laderas de las comunidades de la Central Unidas, Inicua, Sol Naciente y otras.

c) Colinas

Este tipo de relieve es poco frecuente, se caracteriza por la presencia de laderas con pendientes suaves y poco empinadas (del 15 al 20%) con cubierta vegetal de bosque secundario en su mayoría por el mayor uso del espacio en la actividad agropecuaria en el municipio. Ejemplo de estos relieves son los alrededores de Palos Blancos, Popoy, San Miguel de Huachi en ambos extremos y otros centros poblados.

d) Llanuras

Son espacios relativamente amplios con superficies uniformemente planas (pendientes entre 3 al 15%), este tipo de relieves brinda condiciones óptimas para la práctica agrícola y ganadera. Se encuentran en alrededores de la influencia de la cuenca del río Alto Beni e Inicua. En el primer caso están asentados las principales poblaciones productoras; Santa Ana de Mosetenes, Sapecho, Palos Blancos,

Popoy, San Miguel de Huachi, Tucupí y Covendo en un extremo, y en el otro Puerto Carmen, Coccochi, Papayani.

4.3 Características del ecosistema

4.3.1 Clima

De manera general la región de Alto Beni al formar parte de dos ecoregiones: Yungas y Trópico, presenta un clima que va de cálido a templado en ciertas áreas de mayor altura (Delicias, El Sillar y Cascada). Existen elevadas temperaturas y precipitaciones pluviales durante el año. Este último aspecto se ve influenciado por los cambios globales existentes a nivel mundial, produciéndose en el área fenómenos que generan bajas temperaturas, sequías, lluvias de elevada intensidad y en ocasiones la presencia de granizadas que no son normales en estas regiones.

De acuerdo a datos meteorológicos correspondientes a la Estación de Sapecho, se tiene registros para el área una temperatura promedio del ambiente de 27 °C. Siendo la máxima promedio de 31 °C y la mínima promedio de 19 °C. Los meses de bajas temperaturas ocurren entre junio y julio llegando a valores menores a los 14 °C, la precipitación anual 131,5 mm. con valores mínimos en los meses de agosto de 31,8 mm. y máximo en enero 196,5 mm. la época húmeda ocurre en los meses de octubre a marzo. La humedad relativa media 82,6% y predominancia de viento Nor Este 46,3 km/h (PDMPB, 2012).

4.3.2 Suelo

De acuerdo a estudios realizados por el Proyecto; Capacidad de Uso Mayor de la Tierra Alto Beni, se clasifica a los suelos del área en un mayor porcentaje pertenecientes a la clase I, suelos aptos para la actividad agrícola. Sin embargo, en el espacio perteneciente a la cuarta sección, la topografía tiene una variación constante, dentro el mismo las características de los suelos también son cambiantes.

La agricultura como una de las principales actividades locales, requiere de la intervención de bosques para la habilitación de espacios cultivables. La práctica del chaqueo es la forma tradicional de habilitar los terrenos para siembra y plantación



de cultivos de interés. Este aspecto implica que los suelos sean desprovistos de cobertura vegetal, que posteriormente con la cosecha del cultivo anual quedan totalmente descubiertos y expuestos a procesos de erosión laminar y en cárcavas por la acción de factores climáticos como el agua y el viento. Las primeras etapas de crecimiento y desarrollo de las plantas, la implementación de cultivos puros o monocultivos anuales como el arroz, yuca y maíz, y en algunas especies perennes como la coca, banano y otros cultivos tiene un moderado riesgo a la erosión de suelos. Por otra parte, las existencias de pendientes pronunciada en la parte alta del municipio favorecen el arrastre de los suelos hacia las partes planas. En áreas de los distritos; Sillar y Delicias ubicados en serranías disectadas, se observa principios de erosión laminar y en forma de cárcavas por la formación de corrientes de agua que van desgastando los suelos en forma de canales. A las dificultades anteriores se desarrolla de manera natural la diseminación constante de semillas por el viento, aves, roedores y otros, que favorecen los procesos de colonización y recuperación de espacios de terreno descubiertos (PDMPB, 2012).

4.3.3 Vegetación

Los bosques están conformados por una diversidad de especies del tipo herbáceas, arbustos y arbóreas. Este aspecto permite a los comunarios realizar el uso y aprovechamiento de especies maderables y no maderables. Sin embargo, la explotación desmedida y no planificada ha ocasionado la reducción abrupta de especies valiosas, llegando a espacios de la TCO, tierras fiscales, reservas comunales y familiares.

Se tiene diversidad de especies de fauna que forman parte del ecosistema local, muchas de estas tienen como refugio la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pilon Lajas ubicado al noroeste del municipio. En el extremo sureste existe la colinda en un punto tripartito con el Parque Nacional Isiboro Sécore del departamento de Cochabamba (PDMPB, 2012).

4.3.4 Flora

Los bosques están conformados por una diversidad de especies del tipo herbáceas, arbustos y arbóreas. Este aspecto permite a los comunarios realizar el uso y aprovechamiento de especies maderables y no maderables. Sin embargo, la





explotación desmedida y no planificada a ocasionado la reducción abrupta de especies valiosas, llegando a espacios de la TCO, tierras fiscales, reservas comunales y familiares (PDMPB, 2012).

Cuadro 2. Especies vegetales representativas

Nombre común	Nombre científico	Uso local
Huayruru	<i>Ormosia sp.</i>	Sistemas agroforestales, medicinal
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Sistemas agroforestales
Motacú	<i>Scheelea princeps</i>	Sistemas agroforestales, fruta nativa
Negrilla	<i>Persea caerulea</i>	Sistemas agroforestales
Teca	<i>Teutona grandis</i>	Sistemas agroforestales
Achachairu	<i>Rheedia gardneriana</i>	Sistemas agroforestales, fruta nativa
Toco colorado	<i>Piptademia buchtienii</i>	Sistemas agroforestales
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Sistemas agroforestales, fruta nativa
Sangre de grado	<i>Croton draconoides</i>	Sistemas agroforestales, medicinal
Cedrillo	<i>Spondias bombin</i>	Sistemas agroforestales
Colomero	<i>Cariniana estrellensis</i>	Sistemas agroforestales
Majo	<i>Oenocarpus bataua</i>	Sistemas agroforestales, fruta nativa
Sangre de toro	<i>Otoba parvifolia</i>	Sistemas agroforestales, medicinal
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>	Sistemas agroforestales
Copuazú	<i>Theobroma grandiflora</i>	Sistemas agroforestales, medicinal
Uña de gato	<i>Uncari tomentosa</i>	Sistemas agroforestales, medicinal
Ceibo	<i>Eritrina poeppigiana</i>	Sistemas agroforestales
Toco blanco	<i>Schizolobium amazonicum</i>	Sistemas agroforestales
Aceituna tropical	<i>Eugenia jambolana</i>	Sistemas agroforestales, frutal
Asaí	<i>Euterpe precatoria, E. oleraceae</i>	Sistemas agroforestales, frutal
Chima	<i>Bactris gasipaes</i>	Sistemas agroforestales, frutal, medicinal
Pacay	<i>Inga sp.</i>	Sistemas agroforestales, frutal
Manzana de monte	<i>Genipa americana</i>	Sistemas agroforestales, frutal, medicinal

Fuente: Elaboración con base en Herbert W. 2006.

4.3.5 Fauna

Se tiene diversidad de especies de fauna que forman parte del ecosistema local, muchas de estas tienen como refugio la Reserva de la Biosfera y Territorio Indígena Pílon Lajas ubicado al noroeste del municipio. En el extremo sureste existe la colinda en un punto tripartito con el Parque Nacional Isiboro Sécore del departamento de Cochabamba (PDMPB 2012).

Cuadro 3. Especies representativas de fauna





Nombre común	Nombre científico	Habitad	Abundancia
Mamíferos			
Anta, tapir	<i>Tapirus terrestris</i>	Montes y arroyos sin presencia humana	Moderado
Jochi pintado	<i>Agouti paca</i>	En alrededores de huertos y cultivos	Abundante
Jochi colorado, sari	<i>Dasyprocta variegata</i>	En alrededores de huertos y cultivos	Abundante
Capibara, capiguara	<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	Orillas de ríos, sin presencia humana	Abundante
Venado, guasu	<i>Mazama americana, M. gouazoubira</i>	Áreas poco intervenidos	Abundante
Chanco de monte	<i>Tayassu tajacu, T. pecari</i>	Espacios de monte alto	Abundante
Oso bandera	<i>Mymecophaga tridactyla</i>	Monte alto	Moderado
Oso hormiguero	<i>Tamandua tetradactyla</i>	Monte alto	Moderado
Puerco espín	<i>Coendou prehensilis</i>	Montes altos, barbechos altos	Moderado
Melero	<i>Eira barbara</i>	En bosques primarios y secundarios	Moderado
Puma	<i>Felis concolor</i>	Reserva del Pilón Lajas	Poco común
Jaguar	<i>Panthera onca</i>	Reserva del Pilón Lajas	Poco común
Tejon	<i>Nasua nasua</i>	Monte alto	Abundante
Mono nocturno	<i>Aotus azarae</i>	Pilón Lajas y áreas poco intervenidas	Abundante
Mono Martín	<i>Cebus apella, C. libidinosus</i>	Pilón Lajas y áreas poco intervenidas	Abundante
Tatú	<i>Champhorus vallerous, C. vallerous</i>	En bosques altos y secundarios	Abundante
Carachupa	<i>Marmosops dorothea</i>	Cerca de huertas y cultivos	Abundante
Rata	<i>Oryzomys capito, O. nitidus</i>	Charales y pastizales	Abundante
Murciélago	<i>Diferentes especies</i>	Espacios de bosque primario y secundarios	Abundante
Tigrecillo	<i>Felis widi</i>	Bosques poco intervenidos	Poco común
Aves			
Loro	<i>Aratinga mitrata, Amazona mercenaria</i>	En bosques y cerca frutales	Abundante
Paraba	<i>Ara chloptera</i>	Monte alto de poca presencia humana	Poco común
Uchi	<i>Psarocollus atrovirens</i>	En zonas de producción.	Abundante
Buitre	<i>Cathartes aura</i>	Bosques secundarios	Abundante
Charata	<i>Ortalis Conicollis</i>	Bosques secundarios	Abundante
Pájaro carpintero	<i>Ni</i>	Monte alto	Moderado
Mutún	<i>Mitu tuberosa</i>	En bosques poco intervenidos	Moderado
Lechuza	<i>Otus choliba</i>	En bosques primarios y secundarios	Moderado
Pava	<i>Penelope montagnii</i>	Monte alto	Moderado
Aguila	<i>Harpya harpya</i>	Monte alto y secundarios	Moderado
Tucán	<i>Ramphastus toco</i>	Bosque no intervenido	Moderado
Reptiles			
Iguana	<i>Ni</i>	Bosques y caminos carreteros	Abundante
Boa	<i>Ni</i>	Monte alto con fuentes de agua	Abundante
Jarapa	<i>Ni</i>	Monte alto	Moderado
Lagartija	<i>Prionodactylus eigenmanni</i>	Espacios vacíos con poca vegetación	Abundante
Peta de río	<i>Geochelone carbonaria</i>	Pilón Lajas	Moderado
Tortuga	<i>Ni</i>	Pilón Lajas y monte alto	Moderado
Insectos			
Lepidópteros	Varias especies	Bosques primarios y secundarios	Abundante
Coleópteros	Varias especies	Bosques primarios y secundarios	Abundante



Dípteros	Varias especies	Bosques primarios y secundarios	Abundante
Hemípteros	Varias especies	Bosques primarios y secundarios	Abundante
Himenópteros	De los géneros Atta, Aphis,	Bosques primarios y secundarios	Abundante
Anfibios			
Rana	<i>Eleutherodactylus bokermanni</i>	En arroyos y curichis	Abundante
Sapo	<i>Telamatonius sp.</i>	En arroyos	Abundante
Rana verde	<i>Hyla andina</i>	Arroyos, curichis y ríos	Abundante
Peces			
Pacú	Ni	Río cotacajes	Moderado
Sábalo	<i>Prochilodus cf. nigricans</i>	Río cotacajes e inicua	Moderado
Dorado	<i>Salminus sp.</i>	Ríos y arroyos del municipio	Abundante
Surubí	<i>Pseudoplatystoma fsciatum</i>	Río Cotacajes	Moderado
Suchi	Ni	Arroyos y río cotacajes y quiquibey	Moderado
Mojarra	Ni	Cotacajes, quiquibey y arroyos de la zona	Moderado
Carancho		Arroyos del municipio	Abundante

Fuente: Elaborado con base en: Suárez (1986), Pérez (2001).

NI = No identificado

5 MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Insumo

- Jugo de cacao fermentado de 30 días

5.1.2 Materiales de campo

Se empleará los siguientes materiales

- Flexo
- Machete
- Estacas
- Letreros
- Cinta de agua
- Marbetes
- Aspersor jacto de 20 litros
- Balde de 10 litros
- Probeta de un litro



5.1.3 Material de gabinete

- Laptop
- Cuaderno de campo
- Material de escritorio
- Impresora

5.2 Metodología

- La metodología del presente trabajo, se dividió en dos variables fundamentales, las experimentales que son los medios que se utilizó para la ejecución de la investigación, y las variables de respuesta que son los parámetros estudiados para probar la hipótesis.

5.2.1 Procedimiento experimental

a) Acopio de jugo de cacao

Para lo cual se procedió a cosechar las mazorcas maduras de cacao, se dejó sazonar durante 2 a 3 días para uniformizar la madures del grano cacao y después el desconcha en un balde, posteriormente se lo hace escurrir en un tacho y fermentar durante un mes para la aplicación en los tratamientos.

Una vez ya fermentado el jugo de cacao, se la llevo a laboratorio para hacer análisis Fisicoquimo a la ciudad de La Paz a la carrera de Ciencias Químicas.



Figura 7. Procesos del acopio de jugo de cacao

b) Identificación de malezas

Se demarco un área de 1m², las malezas se las separo en dos monocotiledóneas y dicotiledóneas, se las identificó las malezas según el nombre común con la que se las conoce en el lugar para la identificación según el nombre científico de cada

maleza, se encontraron mayor cantidad de malezas dicotiledóneas de hojas anchas y de menor cantidad las monocotiledóneas que son de hoja angosta.

Las que no se identificó, se las herborizo y se las llevó al herbario nacional de Bolivia para identificarlas.

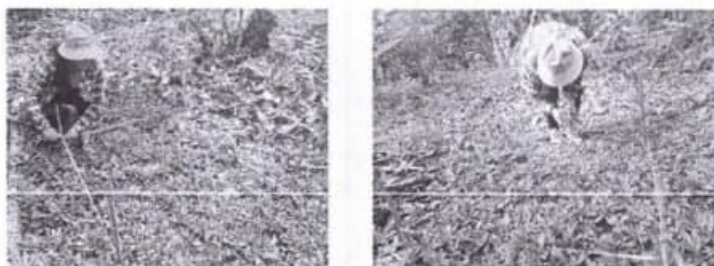


Figura 8. Identificando malezas

c) Trazado de los tratamientos

Se realizó el trazado del sitio experimental en un área de 2,500 m², el cual se estableció 10 tratamientos con 3 bloques, total 30 tratamientos en estudio. Para el trazado se utilizó estacas y cinta de agua para delimitar el área de cada tratamiento, cada tratamiento se midió con la cinta métrica de 2m por 2m teniendo un área de 4m².

En cada tratamiento se muestreo un área de 0,5m por 0,5m, esto para sub muestreo de las malezas, poner marbetes a las malezas más predominantes del área marcado, para medir la altura.



Figura 9. Instalación de los tratamientos

d) Muestreo de malezas

En cada tratamiento se muestreo un área de 0,5m por 0,5m, se marcó con una cinta delgada, esto para el sub muestreo de las malezas, poner marbetes a las



malezas más predominantes del área marcado para medir la altura antes y después de la aplicación del jugo, posteriormente se procedió a cuantificar las malezas del área muestreado en cada tratamiento.

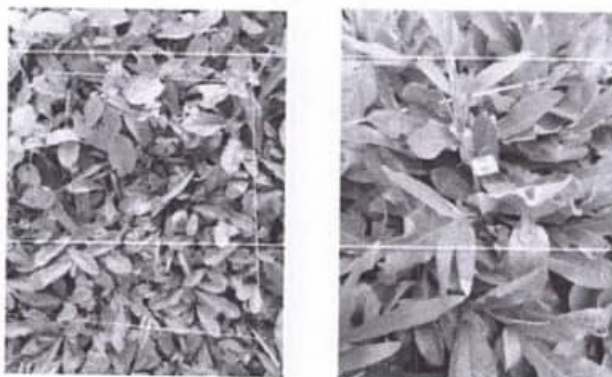


Figura 10. Poniendo marbetes a las malezas

e) Aplicación del jugo de cacao

Una vez instalado el sitio de estudio, se procedió a calibrar la mochila para la aplicación del jugo de cacao para esto se utilizó agua, para un área de 4m^2 se utilizó 1 litros de agua y un tiempo de aplicación de 1,40 segundos por tratamiento.

Ya calibrado la mochila se procedió a aplicar el jugo fermentado de cacao a los distintos tratamientos, según la dosis y la frecuencia de aplicación de cada tratamiento con una mochila manual de marca JACTO, la boquilla de aspersor de abanico, por tratamiento se aplicará 1 litros/ 4m^2 .

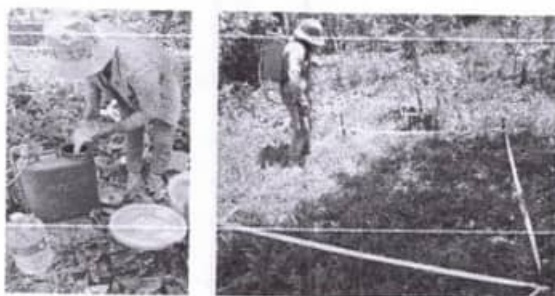


Figura 11. Aplicando el fermentado de jugo de cacao a los diferentes tratamientos

f) Toma de datos

Se evaluó mediante estimaciones visuales de acuerdo al daño causado la maleza, una vez que se aplicó el jugo de cacao los primeros daños fue necrosamiento de la hojas y posteriormente la defoliación según la frecuencia y dosis de aplicación en una escala del 0-100%, donde cero indica

sin efecto y 100 % indica la muerte de la planta, las evaluaciones se determinarán a los 7, 14 y 21 días después de la aplicación (jugo de cacao) en los diferentes tratamientos, para ello se utilizara el método visual y será comparado por las escalas propuestas por la Asociación Latinoamericana de Malezas, escala propuesta por (ALAM, 1974).

Cuadro 4. Evaluacion del porcentaje de daño de la maleza

ESCALA (%)	Denominación
0-40	Ninguno o pobre
41-60	Regular
61-70	Suficiente
71-80	Bueno
81-90	Muy bueno
91-100	Excelente

Se tomaron los datos de eficacia despues de cada aplicación de los tratamientos tomando en cuenta los numeros de malezas existentes en los diferentes tratamientos según la formula de Henderson-Tilton.

$$\% \text{ Eficacia} = \left[1 - \left(\frac{Ca}{Ta} \right) * \left(\frac{Td}{Cd} \right) \right] * 100$$

Donde:

Ta = N° de malezas del tratamiento antes de aplicar el jugo de cacao

Ca = N° de malezas del testigo antes de aplicar el jugo de cacao

Td = N° de malezas del tratamiento después de aplicar el jugo de cacao

Cd = N° de malezas del testigo después de aplicar el jugo de cacao





Figura 12. Toma de datos

5.2.2 Diseño experimental

El diseño experimental será diseño de bloques completamente aleatorio con dos factores de estudio (Factor A: Dosis de aplicación de fermentado jugo de cacao Factor B: frecuencia de aplicación) en total nueve tratamientos o combinaciones más un testigo (Sin aplicación de jugo de cacao fermentado), cada tratamiento con tres repeticiones.

5.2.3 Análisis estadístico

El presente estudio el análisis e interpretación de datos se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con dos factores.

Para evaluar el efecto del jugo de cacao como herbicida orgánico, se utilizará el siguiente modelo lineal aditivo.

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \gamma_j + (\alpha\gamma)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde:

X_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media general.

β_k = Efecto del k-ésimo bloque

α_i = Efecto del i-ésimo Dosis de aplicación de fermentado de jugo de cacao

γ_j = Efecto del j-ésimo Frecuencia de aplicación

$(\alpha\gamma)_{ij}$ = Interacción del i-ésimo Dosis de aplicación de fermentado de jugo de cacao con la j-ésima Frecuencia de aplicación. Interacción Dosis x Frecuencia



ε_{ijk} = Error experimental

5.2.4 Tratamiento

Factor "A" dosis de aplicación de fermentado de jugo de cacao y el factor "B" frecuencia de aplicación.

Factor A: Dosis de aplicación de fermentado jugo de cacao

a_1 : jugo al 50%

a_2 : jugo al 75%

a_3 : jugo al 100%

Factor B: Frecuencia de aplicación

b_1 : 1 día

b_2 : 1 – 7 días

b_3 : 1 – 7 – 14 día

Cuadro 5. Distribución de los tratamientos

Factor Dosis	A:	Factor Frecuencia de aplicación	B:	Tratamiento
a_1		b_1		$a_1 b_1$ 50% jugo de caco fermentado 1 día
		b_2		$a_1 b_2$ 50% jugo de cacao fermentado 1-7 días
		b_3		$a_1 b_3$ 50% jugo de cacao fermentado 1-7-14 días
a_2		b_1		$a_2 b_1$ 75% jugo de cacao fermentado 1 día
		b_2		$a_2 b_2$ 75% jugo de cacao fermentado 1-7 días
		b_3		$a_2 b_3$ 75% jugo de cacao fermentado 1-7-14 días
a_3		b_1		$a_3 b_1$ 100% jugo de cacao fermentado 1 día
		b_2		$a_3 b_2$ 100% jugo de cacao fermentado 1-7 días
		b_3		$a_3 b_3$ 100% jugo de cacao fermentado 1-7-14 días



T0

Testigo absoluto

5.2.5 Croquis experimental

Donde:

T₁ = 50% jugo de cacao fermentado 1 día

T₂ = 50% jugo de cacao fermentado 1-7 días

T₃ = 50% jugo de cacao fermentado 1-7-14 días

T₄ = 75% jugo de cacao fermentado 1 día

T₅ = 75% jugo de cacao fermentado 1-7 días

T₆ = 75% jugo de cacao fermentado 1-7-14 días

T₇ = 100% jugo de cacao fermentado 1 día

T₈ = 100% jugo de cacao fermentado 1-7 días

T₉ = 100% jugo de cacao fermentado 1-7-14 días

T₀ = Testigo absoluto

B I

T ₇	T ₂	T ₀	T ₅	T ₉	T ₄	T ₁	T ₆	T ₃	T ₈
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

B II

T ₉	T ₄	T ₆	T ₈	T ₂	T ₇	T ₃	T ₅	T ₁	T ₀
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

B III

T ₀	T ₈	T ₅	T ₁	T ₃	T ₆	T ₉	T ₄	T ₇	T ₂
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Figura 13. Croquis experimental



5.2.6 Variables de respuesta

- **Identificación de las malezas**

La identificación de las malezas se realizó antes de la aplicación del ensayo, para eso se utilizó un área de 1m² para identificar las malezas de hojas anchas y hojas angostas. Se colectará para luego herborizarlas y llevar a comparar en el Herbario Nacional de Bolivia de la ciudad de La Paz.

- **Altura de las malezas por especie**

Con la ayuda de una regla se procedió a medir la altura de la maleza antes y después de la aplicación del ensayo, en las especies más representativa de cada tratamiento.

- **Composición química del jugo de cacao**

Para lo cual se llevó para determinar el análisis químico de fermentado de jugo de cacao en el instituto de investigaciones químicas de la UMSA carrera de ciencias químicas

- **Control visual cobertura de maleza**

Se evaluó de manera visual, antes de la aplicación del fermentado de jugo de cacao en los tratamientos en estudio, se utilizó la escala propuesta por ALAM, 1 a 100 % donde 0 equivale un suelo completamente desnudo y 100 a un suelo totalmente de maleza.

- **Porcentaje de eficacia del fermentado de jugo de cacao jugo de cacao en el control de malezas**

Se tomaron los datos de eficacia después de cada aplicación de los tratamientos tomando en cuenta los números de malezas existentes en los diferentes tratamientos según la fórmula de Henderson-Tilton.

Para lo cual se demarcó de 0,5 x 0,5 m² y se contó las malezas antes y después de aplicar el fermentado de jugo de cacao en los diferentes tratamientos.



- **Costo de aplicación del mejor tratamiento**

Para el análisis económico, se utilizó la metodología de presupuesto parcial, propuesto por Perrin (1988) la cual considera únicamente aquellos costos variables en los que se incurre. Cabe recalcar que para este análisis se consideró el mejor tratamiento (asociación de los dos factores de estudio) tomando en cuenta la Frecuencia y Dosis de aplicación del fermentado de jugo de cacao (*Theobroma cacao* L.), para el control de maleza.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Identificación y clasificación de malezas

Se identificó las malezas según el tipo de hoja, se encontraron mayor cantidad de malezas dicotiledóneas de hojas anchas, en la mayoría de las unidades experimentales y las monocotiledóneas que son de hoja angosta se encontraron en menor cantidad.

Cuadro 6. Identificación de maleza

Nombre común de la maleza	Familia	Nombre científico
Monocotiledóneas (hojas angostas)		
Pata de gallina	Poaceae	<i>Paspalum conjugatum</i> P.J.Bergius.
Caminadora	Poaceae	<i>Rottboellia cochinchinensis</i> L.
Coquito	Cyperaceae	<i>Cyperus oduratus</i> L.
Dicotiledóneas (hojas anchas)		
Lengua de vaca	Asteraceae	<i>Pseudolephantopus spiralis</i> B.Juss.
Camotillo	Convolvulaceae	<i>Ipomoea amnicola</i> Morongo.
Matico	Piperaceae	<i>Peperomia barbarana</i> C.DC.
Cadillo	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.
Pega pega	Leguminosae	<i>Desmodium tortuosum</i> Desv.
Centavito	Convolvulaceae	<i>Dichondra repens</i> J.R.Forst & G. Forst.
Rama negra	Asteraceae	<i>Conyza bonariensis</i> L.
Cola de ratón	Amaranthaceae	<i>Cyathula postrata</i> L. Blume.
Cadillo de bolsa	Verbenaceae	<i>Priva lappulaceae</i>



Figura 14. *Paspalum conjugatum* P.J.Bergius.

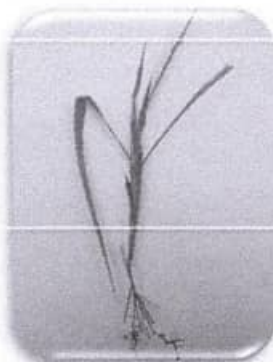


Figura 15. *Rottboellia cochinchinensis*
L.

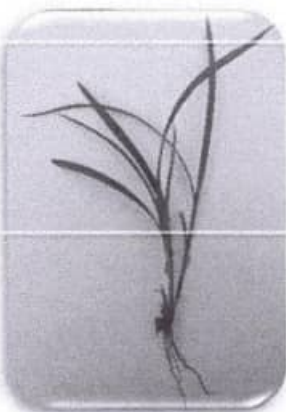


Figura 16. *Cyperus odoratus* L.

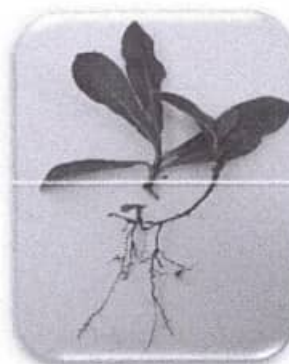


Figura 17. *Pseudoelephantopus*
spiralis B.Juss.

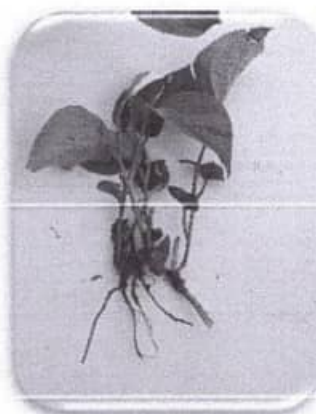


Figura 18. *Peperomia barbarana* C.DC.

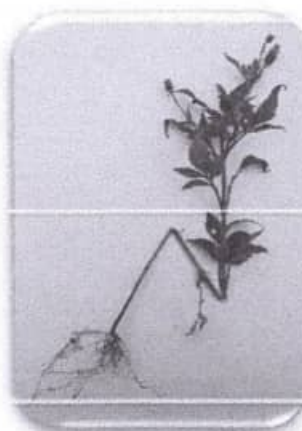


Figura 19. *Bidens pilosa* L.



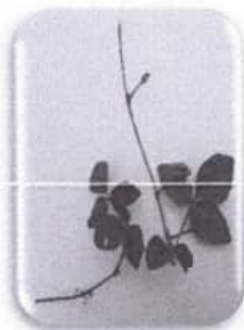


Figura 20. *Desmodium tortuosum* Desv.

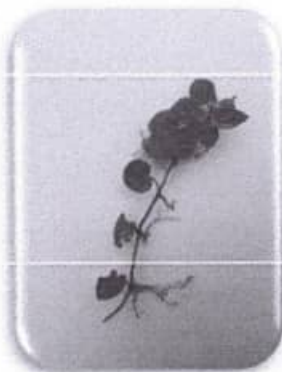


Figura 21. *Dychondra repens* J.R.Forst
& G. Forst.

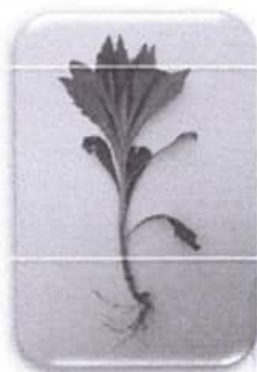


Figura 22. *Conyza bonariensis* L.

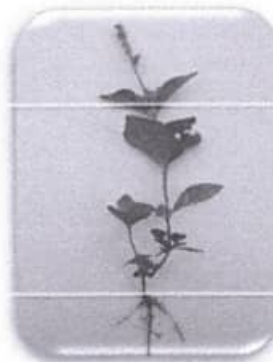


Figura 23. *Cyathula postrata* L. Blume.



Figura 24. *Priva lappulaceae*

6.2 Composición Fisicoquímico del jugo de cacao

Los valores del análisis Fisicoquímico del jugo de cacao se detallan en el cuadro 7, donde muestra don se muestra los siguientes datos.

Cuadro 7. Análisis Químico expresado en base húmeda

Parámetro	Muestra de jugo cacao
Contenido de agua (%)	97.31
Sólidos Totales (%)	2.70
Pectina (%)	0.11
Acides como ácido acético (%)	7.80
Etanol (%)	0.11
Grados Brix	4.4

Según Hipo (2017), los análisis del efecto de fitotoxicidad del mucilago como herbicida natural, la presencia de alcaloides, taninos, flavonoides y esteroides, tiene una apariencia líquida turbia; 4.02 % de acidez; pH: 3.76; densidad: 1.16; 8.6 % de sólidos totales; 2.03 % de cenizas; 13.4 mg fósforo total; 2.24% de carbono orgánico, son producto de la composición fisicoquímica orgánicas que actúan en la fitotoxicidad sobre las malezas.

6.3 Altura de malezas por especie

❖ Altura de maleza *Digitaria sanguinalis* L. (Pata de gallina)



Figura 25. Altura de maleza *Digitaria sanguinalis* L. (Pata de gallina)

En la figura 10 se observa que, con relación a la altura no se ha podido controlar en los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T8 se puede ver que la maleza de pata de gallina fue creciendo después de la aplicación del fermentado de jugo de cacao, el promedio de altura esta de 18,6 a 21,7 cm antes de la aplicación y 20,7 a 24 cm después de la aplicación del fermentado de jugo de cacao, esto se debe a que la dosis de aplicación que fue de 50% y 75% de jugo de cacao.

En los T5, T6, T7 y T9 se puede observar que se controló el crecimiento de las malezas, después de la aplicación del fermentado de jugo de cacao a diferentes dosis y frecuencia,

❖ **Altura de maleza *Pseudoelephantopus spiralis* L. (Lengua de vaca)**



Figura 26. Altura de maleza *Pseudoelephantopus spiralis* L. (Lengua de vaca)

Como se muestra en la figura 12 la altura de maleza *Pseudoelephantopus spiralis* L. (Lengua de vaca) el T6 se aplicó una dosis del 75% de jugo de cacao con tres aplicaciones, T7 se aplicó una dosis de 100% jugo de cacao con una aplicación y T9 se aplicó una dosis de 100 % jugo de cacao con tres aplicaciones en ambos tratamientos con tres aplicaciones, se controló el crecimiento de la maleza. En los tratamientos T1, T2, T3, T4 y T5 no se controló el crecimiento de maleza.

Según Carrera (2016), La aplicación del mucilago del cacao sobre las plantas germinadas de paja peluda, expresaron resultados significativos sobre el efecto inhibidor del crecimiento, siendo el mejor el T1.

El tratamiento, T1, constituido por el 100% de baba de cacao fue el que logró inhibir el crecimiento de la paja peluda, menor número de hojas y menor floración. El crecimiento para las tres mediciones fue en un promedio de 168.13% entre el T1 y el T4, el número de flores entre el T1 y el T4 fue en un promedio de 1137%; y el número de hojas en promedio entre el T1 y el T4 fue de 97%.

6.3.1 Control visual de cobertura

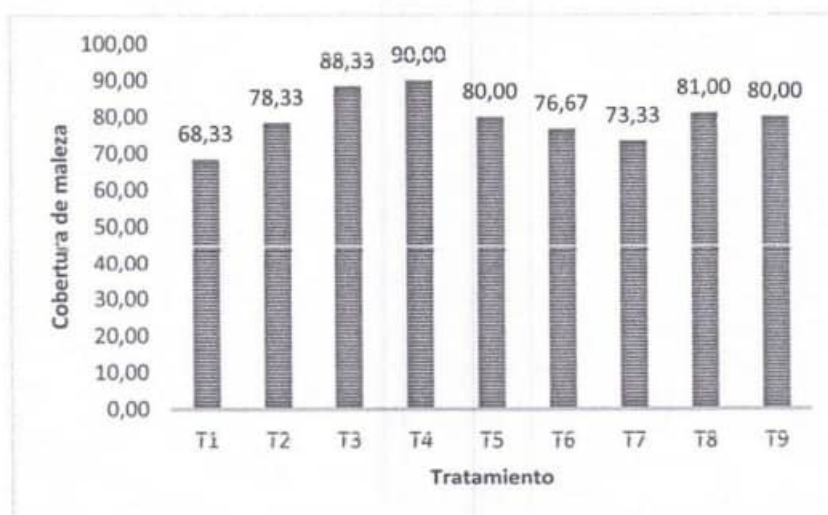


Figura 27. Cobertura de maleza

En la figura 12 se observa la cobertura de maleza, el T3, T4, T5, T8 y T9 presentan una cobertura total de maleza y los tratamientos T1, T2, T6 y T7 presentan una cobertura altamente cubierto.

6.3.2 Porcentaje de eficacia del jugo de cacao (*Theobroma cacao* L.)

El análisis estadístico mostró un coeficiente de variación de 11,97 % lo cual indica que hubo buen manejo de unidades experimentales durante la investigación, se encuentra en el rango de confiabilidad. Los resultados del análisis de varianza fueron los siguientes.

Cuadro 8. Análisis de varianza eficiencia del fermentado de jugo de cacao

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor
Modelo.	13026,56	10	1302,66	40,47	<0,0001
BLOQUE	617,8	2	308,9	9,6	0,0018**
Frecuencia	6876,99	2	3438,49	106,83	<0,0001 **
Dosis	5377,53	2	2688,77	83,54	<0,0001 **
Frecuencia*Dosis	154,24	4	38,56	1,2	0,3497 NS
Error	514,98	16	32,19		
Total	13541,54	26			

Dónde: S.C. = suma de cuadrados; G.L. = grados de libertad; C.M. = cuadrado medio; p-valor = valor de la probabilidad; $p < 0.01 = **$ (altamente significativo); $p > 0.05 = NS$ (no significativo).

CV= 11,97%

Una vez realizado el análisis de varianza se observa altamente significancia en el Factor A (frecuencia de aplicación del fermentado de jugo de cacao) y el Factor B (dosis de aplicación del fermentado de jugo de cacao), y la interacción entre factores no es significativo. Por lo tanto, rechazando la hipótesis nula de la investigación, para una mejor interpretación de los resultados se procedió a realizar la prueba Duncan (5%) donde los resultados fueron lo siguiente.

Cuadro 9. Prueba Duncan para la frecuencia de aplicación del fermentado de jugo de cacao

Frecuencia	Medias %	n	E.E.	
3 frecuencias	66,29	9	1,89	A
2 frecuencias	48,63	9	1,89	B
1 frecuencia	27,26	9	1,89	C

Dónde: E.E. = Error Estándar

En el cuadro 9 se observa la prueba comparaciones Duncan para el factor A, se observa que la mejor frecuencia fue con tres aplicaciones de fermentado de jugo de cacao, controla las malezas con una media de 66,29% ocupando el primer lugar, en el segundo lugar se encuentra con dos aplicaciones del fermentado de jugo de

cacao con una media de 48,63% y por ultimo con una aplicación de fermentado de jugo estableció que con una media de 27,26% de eficacia

Cuadro 10. La prueba Duncan para la dosis de aplicación del fermentado de jugo de cacao

Dosis	Medias %	n	E.E.	
100% Dosis	64,79	9	1,89	A
75% Dosis	47,17	9	1,89	B
50% Dosis	30,22	9	1,89	C

Dónde: E.E. = Error Estándar

En el cuadro 10 muestra la prueba Duncan para el factor B en donde estableció que la mejor dosis de aplicación del fermentado de jugo de cacao es al 100% dando una media de 64,79%, le sigue la dosis de 75% de fermentado de jugo de cacao más 25% de agua con una media de 47,17% y por último la dosis de 50% de fermentado de jugo de cacao más 50% de agua con una media de 30,22%.

El mejor tratamiento fue el T9, con una dosis de aplicación del 100% jugo de cacao con tres aplicaciones, en donde se obtuvo la mejor eficacia del fermentado de jugo de cacao,

Según Carrera (2016), La aplicación del mucilago del cacao sobre las plantas germinadas de paja peluda, expresaron resultados significativos sobre el efecto inhibidor del crecimiento, siendo el mejor el T1.

El tratamiento, T1, constituido por el 100% de baba de cacao fue el que logró inhibir el crecimiento de la paja peluda, menor número de hojas y menor floración. El crecimiento para las tres mediciones fue en un promedio de 168.13% entre el T1 y el T4, el número de flores entre el T1 y el T4 fue en un promedio de 1137%; y el número de hojas en promedio entre el T1 y el T4 fue de 97%.

Noroña (2018), indica que las especies *Cuphea carthagenensis*, *Cyperus odoratus* y *Lindernia crustacea* se controlaron con concentraciones de un litro de mucilago de cacao puro al 100% obteniendo un control de 100%, 96.98% y 100% respectivamente y de un litro de mucilago de cacao con un litro de agua, obteniendo un control de 100%, 80.81% y 100% respectivamente. La especie *Eleusine indica*

fue la más resistente siendo necesaria una dosis de mucilago de cacao puro al 100% para obtener un 70.98% de control.

De acuerdo con Rodríguez (2022), en las evaluaciones realizadas cuatro días después de la primera y segunda aplicación, diferentes tratamientos producen alto porcentaje de control tanto en malezas de hoja angosta (monocotiledóneas) y en las de hoja ancha (dicotiledóneas). Para las malezas del tipo de hoja angosta la aplicación de agua miel fermentada por 10 días a la dosis 100% produce 61.96% de control, en cambio para la segunda aplicación el tratamiento 30 días de fermentación con la dosis 75% alcanza 68.84% de efectividad, esta diferencia en el comportamiento de los tratamientos respecto al porcentaje de control, podría atribuirse a la edad de las malezas, la cual es variable por la característica de germinación escalonada que presentan, es decir en el área de evaluación existieron malezas de diferente edad, las de mayor edad habrían presentado mayor tolerancia a los tratamientos, en cambio al volver a recibir una segunda aplicación el control se incrementó. Con respecto a las malezas del tipo hoja ancha, los tratamientos también producen diferentes porcentajes de control tanto en la primera como en la segunda aplicación, las aguas mieles fermentadas por 20 días y aplicadas al 100% producen el mayor porcentaje de control con un valor de 79.34%.

6.3.3 Costo aplicación del mejor tratamiento

Se presenta el costo del mejor tratamiento en la figura

El análisis económico señaló de acuerdo a los datos obtenidos, se obtuvo el mejor tratamiento con un costo de 65,8 Bs. Del mejor tratamiento, fue de la dosis de 100% jugo de cacao.

En la figura 28 se puede observar el costo por frecuencia de aplicación del jugo de cacao del mejor tratamiento

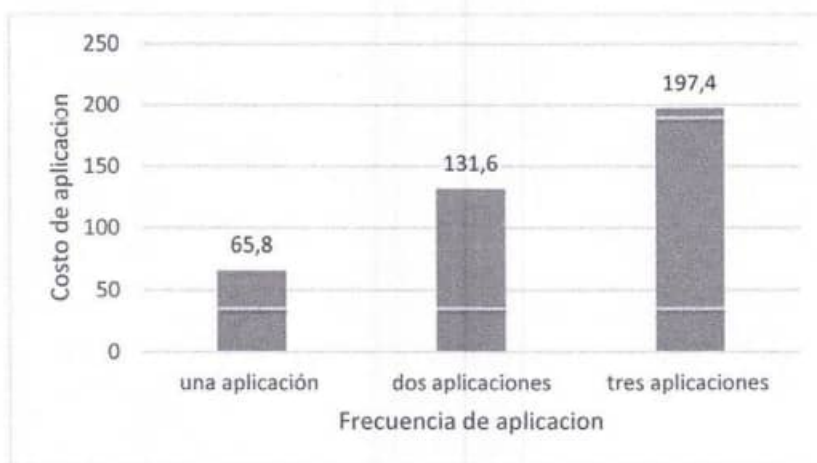


Figura 28. Costo por frecuencia de aplicación

El costo con una aplicación de fermentado de jugo de cacao al 100% fue de 78 Bs para el tratamiento siete, el costo para el tratamiento ocho fue de 156 Bs con dos aplicaciones de jugo de cacao y para el tratamiento nueve el costo fue de 234 Bs con tres aplicaciones de fermentado de jugo de cacao,

7 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la presente investigación se llega a las siguientes conclusiones.

1. El análisis fisicoquímico del fermentado de jugo de cacao, se determinó 97,31% de agua, sólidos totales 2,70 %, pectina 0,11 %, acidez 7,80%, etanol 0,11 % y grados brix 4,4.
2. Se identificó malezas, dicotiledóneas (hojas anchas) y monocotiledóneas (hojas angostas) pero las más representativas en los tratamientos fueron *Digitaria sanguinalis* L. (pata de gallina) y *Pseudoelephantopus spicatus* L. (lengua de vaca).
3. Con relación a la altura de la maleza el mejor tratamiento fue T9 con el 100% puro de jugo de cacao con tres aplicaciones en donde se controla la altura tanto en la *Digitaria sanguinalis* L. (pata de gallina) y *Pseudoelephantopus spicatus* L. (lengua de vaca).





4. En cuanto a la frecuencia de aplicación del fermentado de jugo de cacao para el control de malezas, la mejor frecuencia fue con tres aplicaciones teniendo una media de 66,29% de eficacia, con dos frecuencias 48,63% de eficacia y por ultimo con una sola aplicación con 27,26% de eficacia del fermentado de jugo de cacao.
5. Para la dosis de aplicación del fermentado de jugo de cacao fue el de 100% jugo de cacao con una media de 64,79% de eficiencia el cual fue la mejor dosis de aplicada para el control de malezas, para la dosis de 75% de jugo de cacao más 25% agua con una media 47,17% de eficiencia y para la dosis de 50% de jugo de cacao más 50% agua con una media de 30,22% de eficacia en el control de la maleza.
6. En cuanto a la hipótesis planteada en la presente investigación, se acepta la hipótesis alterna, siendo que existe diferencia altamente significativa con relación al Factor A (frecuencia de aplicación) y el Factor B (dosis de aplicación) del fermentado de jugo de cacao en el control de malezas, es una alternativa ecológica para el control de malezas.

8 RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda:

1. Añadir otros complementos, de esa manera bajar la dosis de aplicación del fermentado de jugo de cacao y evaluar la efectividad para el control de maleza.
2. Seguir evaluando el efecto del jugo de cacao en el control de malezas y el efecto sobre los microorganismos del suelo.
3. Se recomienda realizar trabajos similares con diferentes tiempos de fermentado de jugo de cacao, para poder establecer una recomendación más precisa a los agricultores.





- ❖ AGRONEWS (2023). Medio de comunicación independiente dedicado a difundir información sobre el sector agropecuario. Producción y exportación de cacao en Bolivia [Archivo PDF]. <https://agronews.com.bo/produccion/agroforestal/1890-bolivia-experto-cacao-por-mas-de-us-26-millones-y-llego-a-las-chocolaterias-mas-reconocidas>
- ❖ Avendaño, C., Villareal, J., Campos, E. (2011). Diagnóstico de cacao en México. Texcoco. 58 p.
- ❖ Carrera, D. (2016). Efecto del extracto del mucilago de cacao, como herbicida orgánico [Archivo PDF]. 39 p. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/266/TESIS%20DE%20DOCTORADO%20-%20MARIELA%20CARRERA%20MARIDUE%C3%91A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ❖ CASAFE. (2010). Herbicidas. Cámara de sanidad agropecuaria y fertilizantes.
- ❖ CEDRSSA (Centro de Estudio para el Desarrollo Rural Sostenible y la Soberanía Alimentaria). (2020). Uso y regulación de herbicidas en México [Archivo PDF]. 39 p
- ❖ De Magistris, A. (s/f). Descripción botánica, ecología y aprovechamiento alimenticio de hierbas silvestres y malezas de los alrededores de Buenos Aires. [Archivo PDF]. 2 p. <http://revistafcaunlz.gramaweb.com.ar/wp-content/uploads/2017/10/De-Magistris.pdf>
- ❖ Dostert, N. Roque, J. Cano, A. (2011). Botánica cacao [Archivo PDF]. 3 p. http://www.botconsult.com/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf
- ❖ Espinoza, S., Olivera, M., Ledezma, J. (2014). Producción del cacao y del chocolate en Bolivia. Datos 2010-2013 en base a encuestas a productores y empresarios chocolateros. La Paz. Conservación Internacional Bolivia y Conservation Strategy
- ❖ FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). FAOSTAT. Recuperado de: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>





- ❖ FEDECACAO (Federación Nacional de Cacaoteros). (s/f). Guía técnica para el cultivo de cacao. [Archivo PDF]. 10 p. <file:///E:/A-PROTOCOLO%20DE%20HERVIIDA%20DE%20CACAO/cacao%20origen.pdf>
- ❖ Hernández, B. (2015). Investigación de potenciales propiedades alelopáticas de dos especies de leguminosas (*Calliandra carbonaria*) y (*Vicia faba* L.) sobre malezas del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Grade, Unive4rsidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- ❖ Hipo, M. (2017). Repositorio Universidad Técnica de Ambato.
- ❖ ICCA, (2017). Manual técnico del cultivo de cacao buenas prácticas para América Latina. [Archivo PDF]. 10 p. [file:///C:/Users/2017/Downloads/BVE17089191e%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/2017/Downloads/BVE17089191e%20(2).pdf)
- ❖ Moro, A. (2018). Recuperación de un suelo contaminado por el herbicida clortolurón aplicando un consorcio bacteriano degradador específico y ciclodextrinas. [Archivo PDF]. 2 p. [https://digital.csic.es/bitstream/10261/171740/1/Recuperacion suelo contaminado herbicida clortoluron TFG 2018.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/171740/1/Recuperacion_suelo_contamina%20do_herbicida_clortoluron_TFG_2018.pdf)
- ❖ Martin, B. (2015). La siembra directa y el manejo integrado de malezas. Grado, Universidad del Sur, Bahía blanca.
- ❖ Macías P. (2012) "Herbicidas orgánicos Vs. Herbicidas químicos" Monografía Universidad Veracruzana Facultad de Ciencias Químicas Región Poza RicaTuxpan.
- ❖ Morales, (2011). Evaluación del herbicida post-emergente "certrol ce" (loxinil octanoato + 2,4 d ester isooctílico) en arroz de secano en Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuaria, Escuela de Ingeniería Agronómica, 4 p.
- ❖ Mamani, J. R. (2018). Caracterización Morfológica de Cacao Nacional Boliviano (*Theobroma cacao* L.), en la Estación Experimental de Sapecho, Alto Beni, Bolivia. La Paz, Alto Beni, Bolivia.
- ❖ MasAgro (Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional) (2017). Manejo integrado de malezas: una herramienta y solución. [Archivo PDF]. 14-16 p. [file:///E:/A-INIAF/PERFIL%20HO%20U/OTRAS%20TESIS/T%20H%20MALEZAS/566372017 VIII\(38\).pdf](file:///E:/A-INIAF/PERFIL%20HO%20U/OTRAS%20TESIS/T%20H%20MALEZAS/566372017_VIII(38).pdf)



- ❖ Noroña, B. C. (2018). Determinación de la fitotoxicidad del mucilago de la semilla de cacao ccn-51 sobre las malezas en el cultivo de cacao [Archivo PDF]. <file:///E:/A-INIAF/PERFIL%20HO%20U/OTRAS%20TESIS/T%20herbicida/T-UCE-0004-CAG-028.pdf>
- ❖ Ormeño, J. (2009). Control de malezas.
- ❖ PIAF-ELCEIBO, (Fundación para el desarrollo sostenible) (s/f). Manual manejo de cacao [Archivo PDF]. 9 p. file:///C:/Users/2017/Documents/2_2018/CULTIVOS%20%20TE%20CAFE%20CACAO/manual%20cacao%20EES%20CEIBO%20INIAF.pdf
- ❖ PDMPB (2012). Plan de desarrollo municipal Palos Blancos 1-426.
- ❖ Pedreros, A.L. (2011). Manejo de malezas en producción con base agroecológica [Archivo PDF]. 253-256 p. <file:///E:/A-INIAF/PERFIL%20HO%20U/OTRAS%20TESIS/T%20U/PAHO%20PIMENTON.pdf>
- ❖ SPCC (sistema plurinacional de certificación de competencia), (2015). Matriz de formación complementaria del sector ocupacional de: "productor/a de cacao". [Archivo PDF]. 2 p. <file:///E:/A-INIAF/A-PROTOCOLO%20DE%20HERVIIDA%20DE%20CACAO/OTRAS%20TESIS/Matriz-FC-Prod-de-Cacao.pdf>
- ❖ Santillán, M. (2017). Manual de malezas presentes en cultivos de importancia económica del Ecuador Agrocalidad.
- ❖ Tercero (2015). "Evaluación de los métodos manual y químico para el control de malezas en el crecimiento inicial de melina (*gmelina arborea roxb*) en la hacienda "pitzarà" cantón pedro vicente maldonado provincia de pichincha" Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Recursos Naturales Escuela de Ingeniería Forestal.
- ❖ Trillo, M. (2011). Efecto del mucilago de cacao (*Theobroma cacao* L.) en el control de malezas y la composición del suelo en el Fundo Bio Selva - Satipo. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional del Centro del Perú. 44p.
- ❖ Urgiles, J. (2018). Evaluación del efecto de herbicidas químicos y orgánicos para control de malezas en el cultivo de cacao CCN-51 (*Theobroma cacao* L.).