

**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”**

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS AGRONÓMICOS PARA LA SELECCIÓN
DE PLANTAS MADRES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CULTIVADO EN
EL MUNICIPIO DE PALOS BLANCOS.**

**LA PAZ – BOLIVIA
2022**



INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	5
1.1	GENERALIDADES	5
1.2	ANTECEDENTES	5
1.3	JUSTIFICACIÓN	6
2.	OBJETIVOS	7
2.1.	OBJETIVO GENERAL	7
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
3.	ESTADO DE ARTE DE LA INVESTIGACIÓN	8
3.1	CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE CACAO SEGÚN EL APG II, 2003	8
3.2	DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CACAO	8
4.	PARÁMETROS DE RENDIMIENTO	9
4.1	NUMERO DE FRUTOS POR ÁRBOL	9
4.2	COMPATIBILIDAD	9
4.3	PESO DEL FRUTO	9
4.4	ÍNDICE DE MAZORCA	10
4.5	ÍNDICE DE SEMILLA	10
4.6	CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA	10
4.7	ESTADOS DEL DESCRIPTOR	12
5.	LOCALIZACIÓN	14
5.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA	14
6.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
6.1	MATERIALES	15
6.1.1	Experimental	15
6.1.2	Material de campo	15
6.2	Material de laboratorio	16
6.3	Material de gabinete	16
6.4	METODOLOGÍA	16
6.4.1	Reunión y socialización (paso 1)	16
6.4.2	Preparación de materiales y equipos para la selección (paso 2)	16
6.4.3	Visita a las parcelas de los productores y recorrido (paso 3)	17
6.4.4	Identificación y marcado de plantas (paso 4)	17
6.4.5	Toma de datos de plantas madres (paso 5)	17
6.4.6	Índices de rendimiento e incidencia (paso 6)	18
6.4.7	Variables y criterios de selección de plantas madres (paso 7)	18
6.5	Otros criterios para la selección de plantas madres	19
6.6	Determinación de índices de productividad	19
7.	RESULTADOS ESPERADOS	22
8.	PRESUPUESTO	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.



Ing. EUGENIO RIVERA
TÉCNICO RECURSOS
INVESTIGACIÓN



9. CRONOGRAMA	ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
10. REFERENCIAS.....	34

RESUMEN



Ing. Eusebio Pérez L.
TÉCNICO RECURSOS G.
E INVESTIGACIÓN



Bolivia es uno de los países que cuenta con una diversidad de material genético de cacao cultivado, sin embargo, dicho material en una gran parte es de recolección, por lo que no se puede garantizar una producción estable, por lo que la presente investigación tuvo por objetivo de "Evaluación de parámetros agronómicos para la selección de plantas madres de cacao cultivado (*Theobroma cacao* L.) en Municipio de Palos Blancos y Alto Beni. Donde se realizó la selección de los mejores ejemplares 35 genotipos, se evaluó variables productivas (número de mazorcas/árbol/año, número de semillas por mazorca, índice de mazorca, índice de semilla, peso del fruto, rendimiento de cacao seco (Kg/árbol), constante de conversión peso húmedo/peso seco y tolerancia a las principales enfermedades fungosas). Se consideró el análisis multivariado para la interpretación de la información generada donde en el análisis de conglomerados se conformó tres grupos diferentes por cada variable, mediante estadística descriptiva se eligió el mejor grupo con valores mínimos y máximos para establecer el rango de selección de las variables. Con base a estos criterios de selección se pudo determinar que, de los 35 genotipos evaluados, la variable de peso seco de la semilla, nos define los parámetros agronómicos para la selección de plantas madres, bajo la presión de selección a $P:0.05$ de 2.1 al ecotipo IV-45 con un peso de semilla seca de 2.03 gr y con menor peso los otros RTB-02, Ila-90, TSH-565 y ICS-6.

En índice de mazorca (IM) presenta ecotipo IV-45 con 11 mazorcas/Kg/peso seco, lo que representa en la selección de plantas madres de cacao cultivado, mientras con mayor número de mazorcas de encuentran los ecotipos SAC-01, III-A, IV-41 y TSH-565 respectivamente.

Palabras clave: Parámetros de selección de plantas madres, cacao, *Theobroma cacao* L.



Ing. Eusebio Quiroga
TÉCNICO RECURSOS G
E INVESTIGACIÓN CA



1. INTRODUCCIÓN

1.1 Generalidades

En el contexto internacional Bolivia se ubica en el puesto número 31 entre los países productores de cacao con una participación de 0,05 % en el comercio mundial (ICCO, 2016). El modelo de producción que se practica es el orgánico cumpliendo con la normativa nacional e internacional.

La producción de cacao está en manos de pequeños y medianos productores y la tecnología que se usa es manual en su mayor parte. Es por esta razón que el cacao boliviano goza de buena aceptabilidad, especialmente porque se maneja de forma sostenible u orgánica, motivo por el cual tiene acceso al mercado internacional.

Si bien el cacao orgánico tiene amplio acceso al mercado externo, en estos últimos tiempos, va creciendo un mercado que apunta a la calidad, denominado cacao fino y de aroma, al cual la nueva visión productiva del sector cacaotero en Bolivia no deberá perder de vista.

De acuerdo al Programa Nacional de Fortalecimiento Productivo del Cacao, 2016 se cultivan 9325 ha en predios de 2 ha aproximadamente como promedio, teniéndose un rendimiento de 8,25 qq/ha.

El Programa Nacional de Apoyo a la Producción y Recolección de Cacao; El Proyecto Desarrollo de tecnologías para mejorar la productividad del cacao", lograra a seleccionar las mejores Plantas Madres de cacao cultivado donde se tiene en parcelas de productores, buscando material genético buenos en productividad, calidad sensorial y tolerante a enfermedades, bajo las condiciones agroecológicas y manejo que los mismos realizan.

Se evaluarán un total de 15 árboles de cacao y sus características de alta productividad con cierta tolerancia a las plagas del cacao cultivado.

1.2 Antecedentes

El cacao (*Theobroma cacao* L.) tiene su origen en la cuenca del Amazonas, recientes hallazgos en Zamora Chinchipe, Ecuador, dan cuenta que los indígenas sudamericanos lo empleaban desde hace 5.500 años. Asimismo, es probable que su amplia dispersión en Sudamérica haya ocurrido por influencia humana precolombina y no sólo por procesos naturales (TORRES, M. 2010.). Hoy el cacao se cultiva en los trópicos húmedos de tres continentes y es una importante fuente de ingresos para pequeños agricultores, así como el principal cultivo comercial de varios países africanos Motamayor *et al.* 2008).



En Bolivia se introdujo cacao del tipo amazónico y trinitario a la región de Alto Beni y el Chapare, conjuntamente los asentamientos humanos que se dio a partir de 1961, como semilla híbrida proveniente de Trinidad y Tobago, Ecuador y Perú, considerándose la existencia del cacao llamado localmente “criollo” o nacional, que aparentemente fue cultivado por los misioneros Jesuitas, Maldonado y Cruz (2015).

Es por esta razón, en la región tropical del Alto Beni existe una diversidad de material genético, por lo cual, 2 instituciones (El Ceibo y la Estación Experimental Sapecho – UMSA) se preocuparon en seleccionar e identificar estos material genético liberado en los años 1961.

Sin embargo, es importante la selección e identificación de plantas madres, que no han sido identificados y posterior resguardo en el banco de germoplasma del centro de innovación del INIAF, para posterior liberación.

Por tanto, se propone una nueva alternativa de seleccionar las plantas madres de atributos deseables, lo cual nos permitirá en adelante multiplicar en forma vegetativa y por ende aumentar los rendimientos de producción de cacao en la región.

1.3 Justificación

CUAL ES EL PROBLEMA QUE SE INVESTIGA

En la zona de Alto departamento de La Paz hay aproximadamente 12.700 has de plantaciones de cacao entre híbridos e injertos, con una producción promedio anual por hectárea de 12,5 QQ/ha (El Ceibo, 2023), lo que significa económicamente poco rentable con relación a otro país como Perú con 43 QQ/ha. Mientras, el cacao nativo silvestre se tiene una superficie de 12.115 hectáreas y un promedio de producción de 1 a 1.5 QQ/ha. (Helvetas, 2019).

CUAL ES LA EMERGENCIA DEL PROBLEMA DE ESTUDIO

Seleccionar plantas madres de cacao cultivado y nativo con características de productividad y tolerancia a plagas del cacao.

QUE TAN VIABLE ES LA REALIZACION DE LA INVESTIGACION

La investigación es viable se cuenta con una variabilidad amplia de ecotipos de cacao cultivado y nativo silvestre, por lo que es necesario llevar adelante la selección de plantas madres de cacao.



[Firma]
Ing. Eusebio Feijó La
TÉCNICO RECURSOS GENÉTICOS
E INVESTIGACIÓN CACAO



A QUE SEGMENTO DE LA POBLACION BENEFICIARA EL ESTUDIO

La investigación beneficiara a todos los productores de cacao del municipio de Palos Blancos, Alto Beni y otros departamentos que se dedican al cultivo de cacao.

QUE BENEFICIOS METODOLOGICOS TIENE EL ESTUDIO

El trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que podían generarse futuras investigaciones que utilizaran metodologías compatibles de manera que se posibilitaran análisis, comparaciones y evaluaciones de las plantas madres de cacao.

QUE BENEFICIO PERSONAL, PROFESIONAL TIENE EL ESTUDIO

Por esta razón se considera necesario evaluar parámetros que rigen el comportamiento de las características productivas. Esta información generada, permitirá determinar criterios de selección para plantas de madres de cacao cultivado.

En Alto Beni a partir del año 1993, se realizaron los primeros trabajos de investigación sobre la caracterización y selecciones de materiales vegetales con cualidades de alta productividad. Trujillo G. (2000), citado por Mamani J. (2012).

Hoy en día se sigue seleccionando material genético de selecciones locales por parte de las instituciones locales de la región que trabajan con el rubro de cacao. Y ahora es responsabilidad del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y forestal (INIAF), a seleccionar e identificar todas las plantas madres de cacao cultivado con buenos atributos, lo que permitirá resguardar todo el material genético seleccionado en el centro de innovación del INIAF.

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar los parámetros agronómicos de plantas madres de cacao cultivado de acuerdo a las características de productividad y tolerancia plagas más agresivas.

Objetivos específicos

- Determinar las 8 variables de la semilla selección de plantas madres en: Peso de semilla fresco (gr), Número de semillas por fruto, Número de semillas vanas por fruto, Grados Brix (°), Longitud de semilla (mm), Ancho de semilla (mm), Espesor de semilla (mm) y Peso seco de semilla (gr).



Ing. Eusebio Ortiz
Técnico Recursos
Investigación



- Determinar el índice de mazorca de los 35 ecotipos de cacao cultivado.

3. HIPÓTESIS

Hipótesis Nula

Ho: No existe diferencias entre los parámetros de plantas madres.

4. ESTADO DE ARTE DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Clasificación taxonómica de cacao según el APG II, 2003

Reino:	Plantae (plantas)
Subreino:	Tracheobionta (plantas vasculares)
División:	Magnoliophyta (plantas con flores, angiospermas)
Clase:	Magnoliopsida (dicotiledóneas)
Subclase:	Dilleniidae
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Subfamilia:	Sterculioideae
Género:	<i>Theobroma</i>
Especie:	<i>T. cacao</i>

4.2 Descripción botánica del cacao

El Cacao es una especie diploide ($2n = 20$ cromosomas), puede alcanzar alturas de hasta 20 m o más cuando crece libremente, presenta un ciclo vegetativo perenne.

Todas las especies crecen bajo el dosel de bosques tropicales lluviosos (Enriquez, 2004). El área de distribución natural se extiende 20°LN a 20°LS (Paredes, 2009), sin embargo se desarrolla mejor entre 10°N y 10° LS (Motomayor et al. 2002) En américa su centro de diversidad se encuentra desde la región meridional de México pasando por la región amazónica en lo que hoy es Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela, Colombia y Bolivia (Clement et al., 2010; July, 2007).





5. PARÁMETROS DE RENDIMIENTO

Los programas de mejoramiento genético usualmente enfocan su investigación hacia la selección de los materiales en cuanto a su rendimiento, numero de frutos producidos por árbol, numero de semillas y peso seco de las mismas por mazorca (Jacob y Atanda 1975 citados por Pérez 2009).

5.1 Numero de frutos por árbol

Hay controversia sobre la utilidad de este parámetro para estimar la producción. Algunos opinan que no es un buen estimador del rendimiento debido a que es dependiente del genotipo. Mientras que otros mencionan que existe una pequeña correlación entre el peso de la semilla y el número de mazorcas presentes en el árbol (Esquivel y Soria 1967 citado por Pérez 2009).

Laínez (1991), concluyo que los arboles auto compatibles tuvieron un mayor número de mazorcas y un mejor rendimiento en peso seco que los auto incompatibles.

5.2 Compatibilidad

Es un problema genético que afecta la productividad del cacao y puede ocurrir debido a la presencia de barreras genéticas que impiden el proceso normal de la fecundación de la flor. La incompatibilidad se puede de dos formas: una de ellas es la autoincompatibilidad, por lo cual las flores de una misma planta no pueden fertilizar sus propios óvulos, aunque la polinización haya sido realizada la cual afecta hasta un 80% de los árboles de semilla existiendo la polinización cruzada. Este fenómeno de la autoincompatibilidad se presenta en varios grados de dominancia. Un bajo porcentaje de árboles son autocompatibles (factor genético recesivo), y por lo general producen más que el resto de plantas.

Un plan de mejoramiento de una huerta debe contemplar la selección de material auto compatible (Quiroz, 2014).

5.3 Peso del fruto

Muchos estudios han determinado que el peso promedio de las mazorcas depende del tamaño y forma de las mismas. Usualmente, el peso de la mazorca tiene una correlación directa con el peso y numero de



semillas presentes en el fruto. Existe también una correlación directa entre el peso seco del cacao y el número de semillas presentes en el fruto (Jacob y Toxopeus 1971; Bartley 1971 citado por Pérez, 2009). Ramírez (1987 citado por Pérez 2009).), dice que el peso de la mazorca se halla influenciado por el espesor de la cascara. Sin embargo, Niemenak *et al.* (2006) menciona que el peso de la mazorca tiene una correlación directa con el peso y numero de semillas presentes en el fruto.

5.4 Índice de Mazorca

Se define como el número de frutos necesarios para obtener un kilogramo de cacao seco. El número de frutos necesarios para determinar el índice es de 20 (IPGRI, 2000). De acuerdo con Soria (1966) el índice de fruto está influenciado por factores genéticos, ambientales y de la edad de la planta. Este índice es importante puesto que un índice bajo, implica menos mazorcas que romper para obtener una mejor cosecha (Tahi *et al.*, 2007).

5.5 Índice de semilla

Se define como el peso promedio en gramos de 100 semillas secas y fermentadas (IPGRI, 2000). Comúnmente se descartan los materiales que registran un peso menor a 1.1 g.

5.6 Caracterización Morfológica

La caracterización se define como la descripción de la variación que existe en una colección de germoplasma y que permite diferenciar a las accesiones de una especie, sea en términos de características morfológicas y fenológicas de alta heredabilidad o características cuya expresión es poco influenciada por el ambiente (Abadie y Barreta, 2009).

La mayoría de las plantas cultivadas con importancia económica tienen sus propios patrones de identificación, caracterización y evaluación, que se han logrado establecer mediante diferentes estudios, permitiendo conocer la variabilidad de los caracteres dentro y entre plantas; de tal forma que se ha llegado a seleccionar todas aquellas características cualitativas y cuantitativas que son más útiles y fáciles de interpretar para la descripción de los individuos en una población (Arciniegas, 2005).

Desde el punto de vista del mejoramiento genético, la información sobre caracteres morfológicos y agronómicos es insustituible. La identificación de esos rasgos mediante caracterización y la creación de





colecciones núcleo (un subconjunto seleccionado por contener la variación máxima disponible en un pequeño número de muestras) son medidas que pueden estimular una utilización mayor y más eficaz de las colecciones.

La caracterización agromorfológica cuantifica la variabilidad del primer nivel, la cual se fundamenta en la descripción básica de las accesiones, a partir de la observación de rasgos morfológicos, que pueden expresarse de forma consistente en cualquier ambiente, permitiendo identificar semejanzas o diferencias entre ellas, con el fin de determinar diversidad intra e interespecífica (Guarino et al., 1999; Franco & Hidalgo, 2003). La caracterización morfológica pretende mostrar atributos que diferencian o relacionan las plantas evaluadas o cualquier otro tipo de organismo (Primot et al., 2005).

Para la caracterización morfológica se utilizan descriptores que deben reunir las siguientes características:

- Ser fácilmente observables.
- Tener alta acción discriminante y baja influencia ambiental, lo que permite registrar la información en los sitios de colecta.
- Uniformidad para otorgar a la caracterización un valor universal, es por eso que se emplean listas de descriptores bien definidos y rigurosamente probados que simplifican considerablemente todas las operaciones de registro de datos, actualización, modificación, recuperación de información y análisis (Abadie y Berretta, 2009).

Los órganos más importantes para la descripción morfológica son aquellos que están menos influenciados por el ambiente, los más importantes son: la flor y el fruto en importancia decreciente las hojas, tronco, ramas, raíces y los tejidos celulares (Enríquez, 1966).

Existen caracteres fácilmente determinables que juntos pueden servir para establecer diferencias genéticas entre individuos, señalando una lista de descriptores tales como: color de la mazorca (madura e inmadura), forma y rugosidad de la superficie, color, tamaño y forma de la semilla, pigmentación de las partes florales particularmente los filamentos de los estambres, y la pigmentación de la mazorca.

La forma de la mazorca se describe en términos de caracteres separados: proporción, longitud: diámetro, forma de la punta y estrechamiento de la base. Las características: ancho y peso de la mazorca, peso de pulpa y testa, peso de semilla sin pulpa y testa, peso de la cáscara de la mazorca, largo, ancho e índice de semilla, sirven para discriminar clones de origen amazónico. Menciona además



Ing. EUGENIA P. TÉCNICO RECURSOS INVESTIGACIÓN



que para discriminar clones de origen amazónico es conveniente considerar otras características como: pigmentación del pedúnculo, del sépalo y del filamento estaminal, largo de lígula, largo y ancho del ovario y el rendimiento.

Para la caracterización morfológica el IPGRI (1981), recomienda 35 frutos como el tamaño de muestra adecuado, informando además, que el espesor de la cáscara de la mazorca también es un buen carácter descriptivo, pero que para utilizarlo hay que tener el material homogéneo de una madurez muy parecida, ya que mientras más madura ésta tiende a disminuir. También señalan que el color del fruto inmaduro, la forma y rugosidad son características útiles como para diferenciarlos, pero que con el color hay que tener precaución, ya que es un carácter influenciado por la exposición a la luz.

5.7 Estados del Descriptor

Existen distintas categorías de datos, según la expresión del descriptor que puede ser en forma cualitativa o cuantitativa. Si se expresa en forma cualitativa, se pueden generar datos binarios (también llamados de doble estado), datos con secuencia (ordinales) y datos sin secuencia (nominales). Si se expresa en forma cuantitativa, los datos generados pueden ser discontinuos (llamados también discretos) y continuos. Las siguientes sugerencias ayudan en el registro práctico de los datos (Hidalgo, 2003).

- Para los datos cualitativos de tipo binario, cada descriptor presenta dos estados (Presente = 1; Ausente = 0).
- Para los datos cualitativos o con secuencia, el descriptor se registra utilizando una serie de estados predefinidos; (altura de planta: 1 = Corta; 3 = Intermedia; 5 = Alta).
- Para los datos cualitativos de tipo nominal o sin secuencia el descriptor se registra usando una serie de estados previamente definidos; (1 = Blanco; 2 = Crema; 3 = Amarillo).
- Para los datos cuantitativos de tipo continuo el descriptor se registra en unidades internacionales (SI) estándar (Altura de planta=0,9 m; Peso de 100 semillas=250 g).



Ing. Eusebio Pérez
TECNICO RECURSO
E INVESTIGACION



5.8. Análisis estadístico

5.8.1. Estadística descriptiva

Permiten estimar y describir el comportamiento de las diferentes accesiones en relación con cada carácter. Los más comunes son el promedio, la media aritmética, el rango de variación, la desviación estándar (DE) y el coeficiente de variación (CV), que se utilizan en el análisis de datos cuantitativos. Estos se deben realizar antes de cualquier análisis multivariado, ya que proporcionan una idea general de la variabilidad del germoplasma y permiten inmediatamente detectar datos no esperados y errores de medición en el ingreso de datos, entre otros (Franco e Hidalgo, 2003).

5.8.2. Análisis multivariado

Los métodos multivariados analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo. Son una extensión de los análisis univariados y bivariados que se consideran como tal si todas las variables son aleatorias y están interrelacionadas (Hair et al., 1992). Su objetivo principal es permitir la descripción de las accesiones tomando en cuenta simultáneamente varias características, sin dejar de considerar la relación existente entre ellas. Los métodos multivariados pueden ser de dependencia y de interdependencia. Los primeros incluyen discriminante múltiple, correlación canónica, regresión múltiple, multivariante de la varianza y conjunto. Los métodos de interdependencia incluyen los componentes principales, factorial, conglomerados, multidimensional y correspondencia. Bramardi, (2002), por otra parte los clasifica en dos grupos: el primero lo denomina de ordenación y el segundo de clasificación.

5.8.3. Análisis de conglomerados

Conocido también como Análisis Cluster, es una técnica estadística multivariante que busca agrupar elementos (o variables) tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos, (De la Fuente, 2011). Según el mismo autor las soluciones no son únicas, en la medida en que la pertenencia al conglomerado para cualquier número de soluciones depende de muchos elementos del procedimiento elegido. Por otra parte, la solución



Ing. Eusebio F. B. G.
TÉCNICO RECURSOS
E INVESTIGACIÓN



cluster depende totalmente de las variables utilizadas, la adición o destrucción de variables relevantes puede tener un impacto substancial sobre la solución resultante.

5.8.4. Análisis de Componentes Principales

El análisis de componentes principales (ACP) es una herramienta útil para analizar los datos que se generan de la caracterización y evaluación preliminar de germoplasma, permite conocer la relación existente entre las variables cuantitativas consideradas y la semejanza entre las accesiones; en el primer caso, con el fin de saber cuáles variables están o no asociadas, cuáles caracterizan en el mismo sentido o en el sentido contrario; y en el segundo, para saber cómo se distribuyen las accesiones, cuales se parecen y cuáles no. También permite seleccionar las variables cuantitativas más discriminatorias para limitar el número de mediciones en caracterizaciones posteriores (Hidalgo, 2003).

6. LOCALIZACIÓN

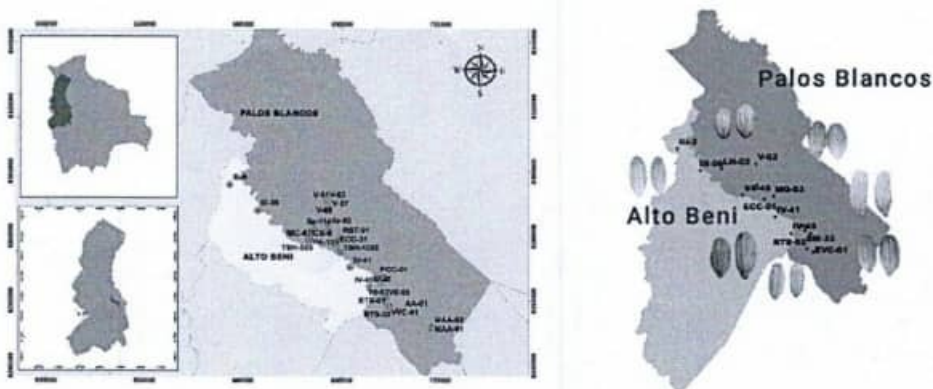
6.1 Ubicación geográfica

La región del Alto Beni ubicada al Noreste de la Ciudad de La Paz a una distancia de 270 Km, Abarca una superficie de 270.000 has, en las provincias de Sud Yungas, Caranavi, Larecaja. Oscilan entre 393 y 1900 m.s.n.m., respectivamente. Constituyéndose así, el Municipio de Alto Beni parte de la región Amazónica de los Yungas, se halla ubicado entre las coordenadas 15° 27' y 16° 15' Latitud Sur , 68° 0' y 67° 37' Longitud Oeste (PDM ALTOBENI,2011). Está dividido geográficamente en siete áreas de colonización I, IIa, IIb, III, IV, V, VI y VII. En las siete áreas existen 93 comunidades que están distribuidos unos 2000 productores cacaoteros. La región incluye la cuarta Sección Municipal Palos Blancos de la Provincia Sud Yungas (El Ceibo, 2004).



Ing. Eucobio
TÉCNICO REG.
E INVEST.

Figura 1 Mapa de ubicación de la selección de plantas madres



7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Materiales

Experimental

La investigación se desarrollará en dos municipios: Alto Beni y Palos Blancos, con 35 ecotipos de cacao con alta productividad, tolerancia a las plagas del cacao. Entre ellos se tiene las:

- Ecotipos de la región (I, II, III, IV, V, VI, VII)
- Complejos genéticos introducidos como (ICS, TSH, PA, IMC, EET, CCN, etc.)

Material de campo

Para el trabajo de campo se utilizará los siguientes materiales:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Cámara fotográfica • Sobres manila • Etiquetas o marbetes • Libreta de campo • Marcadores • Tela para fondo de fotografía • Machete • GPS • Cintas de nylon de color • Bolsitas de malla | <ul style="list-style-type: none"> • Cajas de cartón • Bolsas plásticas • Planillas • Lápices • Cintas adhesiva • Tijera de podar • Navaja de injertar • Balanza portátil • Regla metálica • Envase colector de plasto formó |
|---|--|



Material de laboratorio

Para el trabajo de laboratorio se utilizara los siguientes materiales:

- Estereoscopio
- Caja Petri
- Calibrador (vernier)
- Pinzas
- Aguja histológica
- Bisturí
- Libreta de anotaciones
- Lupa

Material de gabinete

- Portátil
- Bolígrafos
- Marcadores indelebles
- Hojas Bond
- Planillas
- Memoria digital externa

7.2 Metodología

La siguiente metodología se describe los pasos para seleccionar las plantas madres de acuerdo a criterios técnicos:

Reunión y socialización (paso 1)

Se debe sostener reuniones con productores de cacao; en lo cual se socializará el objetivo de la selección de plantas madres para resguardar el material genético.

Preparación de materiales y equipos para la selección (paso 2)

Se debe tener en orden los materiales y equipos para la selección de plantas madres:

- Tablero con sus respectivos planillas
- Cinta plástica de color azul
- Pintura Spray de color azul



Ing. Eusebio Ruiz
TÉCNICO RECURSOS
E INVESTIGACIÓN



- GPS
- Cámara fotográfica
- Navaja y machete

Visita a las parcelas de los productores y recorrido (paso 3)

Programar visitas a las parcelas de cacao y su recorrido se debe realizar con los mismos productores para ir con dirección a las plantas madres.

Identificación y marcado de plantas (paso 4)

Una vez encontrado la planta madre, se procederá a:

- Cuantificar el número de frutos en el árbol; es una medida relativamente confiable para estimar la capacidad de producción de un material vegetal identificado.
- Presencia de plagas en el fruto y en los brotes
- Marcar con una cinta de color azul visible
- Pintar un punto en el árbol de color azul y/o marcar con una navaja en el tronco el código.
- Tomar las coordenadas respectivas y la altitud

Toma de datos de plantas madres (paso 5)

De acuerdo a los criterios de evaluación se tomará las siguientes variables:

- Cosechar 10 mazorcas de cacao maduros
- mazorcas de tamaño grande
- mazorcas de tamaño mediano
- mazorcas de tamaño pequeños
- Registro de peso de las 10 mazorcas; El peso promedio de las mazorcas depende del tamaño y forma de las mismas. Usualmente, el peso de la mazorca tiene una correlación directa con el peso y número de semillas presentes en el fruto.
- Registro de peso de las semillas húmedas
- Registro de peso de numero de semillas



Ing. Eusebio Peña
TÉCNICO RECURSOS
E INVESTIGACIÓN



- Registro del grosor de la cascara

Índices de rendimiento e incidencia (paso 6)

- Índice de semilla
- Índice de mazorca
- Índice de rendimiento

Variables y criterios de selección de plantas madres (paso 7)

Tabla 1

Criterios de selección de plantas madres

N°	Variables	Parámetros
1	Número de mazorcas/árbol/año	≥ a 45 mazorcas
2	Número de semillas por mazorcas	≥ a 23 semillas
3	Índice de mazorca (para 1 kilogramo de cacao seco)	12 a 25 mazorcas/planta
4	Índice de semilla/grano seco	0,8 a 2,5 gramos/semilla promedio
5	Rendimiento de cacao seco Kg/árbol/año mayor a 1 Kg.	≥ 0,41 kilogramo/ planta
6	Grado de reacción a Moniliasis	Tolerante (1 a 10 %)
7	Grado de reacción a Escoba de bruja	Tolerante (1 a 10 %)
8	Grado de reacción a Mazorca Negra	Tolerante (1 a 10 %)
9	Tipo de material genético	Hibrido o clon
10	Épocas de producción	Tempranera (Febrero a Abril) Intermedia (Mayo a Julio) Tardía (Agosto a Octubre) Plantas de producción anual

Origen: Subproyecto Selección de material genético de cacao con alto rendimiento y tolerante a la monilia en los municipios de Alto Beni y Palos Blancos, 2016.



Ing. Eusebio Ríos
TÉCNICO RECURSOS
E INVESTIGACIÓN



Otros criterios para la selección de plantas madres

7.2.1.1 6,14.1 Selección de árboles de cacaos mayores a 9 años (paso 8)

Una planta de cacao se constituye en su máximo rendimiento a los 9 años en adelante ya que la planta demuestra su máximo rendimiento, sanidad y buen tamaño de mazorcas (IBCE, 2009).

Prueba local In-situ (paso 9)

En esta fase se evalúa por lapso de 3 a 5 años, lo cual nos permite conocer los rendimientos e índices de productividad, incidencia de las plagas y compatibilidad.

7.2.1.2 Nudos de Cojines flores (paso 10)

Se debe observar los nudos de los cojines florales, lo que representa una planta autocompatible.

7.2.1.3 Hojas y varetas (paso 11)

Las plantas productivas demuestran poca presencia de hojas en el árbol y varetas; ya que estas plantas se dedican en producir frutos.

7.2.1.4 Arquitectura perfecta y cero de chupones basales (paso 12)

Un árbol madre seleccionado debe tener un tallo principal delgado y una arquitectura perfecta equilibrada y cero de presencia de chupones basales. Los chupones basales son una competencia en los nutrientes.

7.2.1.5 Incidencia de plagas (paso 13)

Se consideró a las tres que más presencia se tiene en la región (Monilia, Mazorca negra y escoba de bruja), en los siguientes grados de tolerancia: 1 Tolerante, 3 Moderadamente Tolerante, 5 Moderadamente susceptible y 7 Susceptible.

7.2.1.6 Compatibilidad (paso 14)

La selección de plantas madres deben ser autocompatibles (factor genético recesivo), y por lo general producen más que el resto de plantas.

Determinación de índices de productividad

Para cada selección de cacao se determinó, el índice de semilla es el peso de cada semilla fermentada y seca; el índice de mazorca es la cantidad de mazorcas necesarias para obtener 1





kg de cacao fermentado y seco (IPGRI, 2000). Se determinó los índices de semilla y mazorca aplicando las siguientes ecuaciones (Cuadro 3).

Índice de Semilla (IS): Se define como el peso promedio en gramos de 100 semillas secas y fermentadas (IPGRI 2000). Dentro de estos existe una variabilidad de genotipos de tipo Trinitario y Forastero en tamaño de semillas.

$$IS = \frac{\text{Peso Seco 100 semillas}}{100}$$

Dónde:

IS = Índice de semilla
Ps 100 semillas = Peso seco de 100 semillas
100 = Cantidad de semillas pesadas

Índice de Mazorca (IM): Se define como el número de mazorcas necesarias para obtener un kilogramo de cacao seco y fermentado (IPGRI 2000). Este índice es una medida indirecta del tamaño de las mazorcas en función de su peso seco y es una variable de tipo cuantitativo. El índice de mazorca está influenciado por factores genéticos y ambientales. Como la edad del árbol, suelo y fertilidad.

$$IM = \frac{1000/IS}{\text{Cantidad Semillas fruto}}$$

Dónde:

I.M. = Índice de mazorca
1000 = 1000 gramos conforman un kg
I.S. = Índice de semilla
Sem. Fruto = Cantidad de semillas en cada fruto



Ing. Eusebio P. E. TÉCNICO RECURSO E INVESTIGACIÓN



Índice de Rendimiento (IR): Es el resultado del peso seco (%) sobre el total del peso húmedo de las pepas.

$$IR = \frac{NFS (\text{árbol})}{IM}$$

Dónde:

R= Rendimiento

NFS (árbol) = Numero de Frutos Sanos por árbol

IM = Índice de Mazorca Grado de reacción a enfermedades fungosas del cacao

El cacao tiene varias enfermedades, principalmente está causado por hongos que van dañando distintas partes de la planta (raíz, hoja, ramas, flores, frutos), y van atacando desde el vivero hasta que son adultos, estas enfermedades reducen notablemente la producción, más aún cuando ataca al fruto y disminuye la calidad del grano citado por (Molina 2012).

Se considera a las tres que más presencia tienen en la región (Monilia, Mazorca negra y Escoba de bruja). La incidencia es el porcentaje de frutos enfermos en relación al total de frutos existentes. (2016) INIAF.

Tabla 2

Grados de Tolerancia a plagas del cacao

7	Tolerante	01 a 10 %
5	Moderadamente Tolerante	11 a 40 %
3	Moderadamente Susceptible	41 a 60 %
1	Susceptible	61 a 100 %

Fuente: Lloza, J. M. (2012)



Ing. Eusebio R. Lla...
TÉCNICO RECURSOS GEN...
E INVESTIGACIÓN CACA...



8. Metodología del análisis estadístico

Se realizó el análisis de estadística descriptiva, para variables cuantitativas, medidas de tendencia central y de dispersión. Para variables cualitativas se emplearon tablas de frecuencia y diagramas de sectores.

El análisis tiene el propósito de reducir el volumen de información característico en trabajos de esta magnitud. Mediante la aplicación de este método sobre la MBD es posible obtener conclusiones acerca de la variabilidad y la utilidad del germoplasma, por lo cual, los datos deben representar las características y el comportamiento de las accesiones (Franco e Hidalgo 2003).

Análisis multivariado

Para (Franco y Hidalgo 2003) citado por (Mamani J. 2018) en la caracterización de recursos filogenéticos el análisis se puede definir como un conjunto de metoditos de análisis de datos que tratan un gran número de mediciones sobre cada accesión del germoplasma, que permite la descripción de las accesiones tomado en cuenta simultáneamente varias características sin dejar de considerar la relación existente entre ellas.

Según (Hair 1999) citado por (Molina 2012), el análisis clúster es la denominación de un grupo de técnicas multivariantes cuyo principal propósito es agrupar objetos basándose en la caracterización que poseen.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde se pueden explicar los términos:

Y_{ijk} = Es la respuesta del i-ésimo tratamiento en la j-ésima repetición y K-ésima interacción

μ = Media general

α_j = Efecto fijo del j-ésimo repetición

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de interacción de Riesgo

ϵ_{ijk} = Error aleatorio



Ing. Eusebio Pérez
TÉCNICO RECURSOS
E INVESTIGACIÓN



Análisis de conglomerados o cluster

Se empleó el análisis de conglomerados jerárquico mediante la distancia Euclídea y método de Ward, el cual se expresará en un dendrograma de aglomeración.

$$x_{ij} = \mu + X_i + X_j + X_n + X_p + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

X_{ij} = El valor de la variable

μ = Media general

X_{ij} = En el i -ésimo objeto

X_n = n -ésimo individuo

X_p = p -ésimo variable

ϵ_{ijk} = Error aleatorio

9. Resultados esperados

El tiempo de duración de investigación será de 12 meses del calendario, es decir de enero a diciembre del 2022.

Una vez analizados estadísticamente los datos de la investigación científica se valorará los siguientes resultados:

- SPSF Peso de semilla fresco (gr)
- SNSF Número de semillas por fruto
- SNSVF Número de semillas vanas por fruto
- SGB Grados Brix (°)
- SLS Longitud de semilla (mm)
- SAS Ancho de semilla (mm)
- SES Espesor de semilla (mm)
- SPSS Peso seco de semilla (gr)

9.1 Metodología estadística

Los descriptores cuantitativos fueron correlacionados (Pearson) con las variables de a semilla a fin de determinar la posible relación de dichos descriptores sobre las de semilla (Steel y Torrie, 1992). Las variables de las semillas fueron sometidos a una presión de selección a $P: 0.05$ en base a la propuesta de Stanfield (1985) citan la ecuación: $\text{Limite} = \bar{y} + (2 * s_y)$.



Ing. Eusebio R. B. G.
TÉCNICO RECURSO
E INVESTIGACIÓN



9.2 Resultados

9.2.1 Asociación de descriptores sobre las de semilla

Tabla 3. Coeficientes de correlación Pearson de descriptores del cacao sobre la de semilla, n = 35 y Probabilidad > |r| de significación.

Probabilidad > 1% de simulación									
	Descriptores	SPSF	SNSF	SNSVF	SGB	SLS	SAS	SES	SPSS
Árbol	ATP	-0.35121 0.0386	-0.16991 0.3292	0.08027 0.6467	-0.3624 0.0324	-0.37377 0.027	-0.26152 0.1291	-0.32607 0.0559	-0.32048 0.0605
	DAP1	-0.32408 0.0575	-0.4218 0.0116	0.21147 0.2227	-0.18656 0.2832	-0.38374 0.0229	-0.33816 0.0469	0.0346 0.8436	-0.09712 0.5789
	ANC	-0.1078 0.5377	0.12931 0.4591	-0.29756 0.0826	-0.23917 0.1664	-0.05367 0.7594	0.05113 0.7705	-0.06612 0.7059	-0.21377 0.2176
	ANN	0.10384 0.5528	0.1631 0.3492	-0.16285 0.3499	-0.20385 0.2402	0.01588 0.9279	0.06651 0.7042	0.18747 0.2808	0.04297 0.8064
	NME	-0.10244 0.5582	0.11537 0.5093	0.3444 0.0428	-0.13394 0.443	-0.04145 0.8131	-0.13393 0.4431	-0.1794 0.3025	-0.25141 0.1452
	AICP	-0.10769 0.538	-0.04333 0.8048	0.08615 0.6227	-0.36311 0.032	-0.51132 0.0017	-0.31491 0.0654	-0.32271 0.0587	-0.15767 0.3657
	LCP	-0.53667 0.0009	-0.29499 0.0854	0.01752 0.9204	-0.38306 0.0231	-0.46788 0.0046	-0.50056 0.0022	-0.27255 0.1132	-0.48873 0.0029
	DCNS	-0.41327 0.0136	-0.48417 0.0032	0.14434 0.4081	-0.27763 0.1064	-0.31837 0.0623	-0.25616 0.1375	0.17987 0.3012	-0.12786 0.4642
	DCEO	-0.50093 0.0022	-0.5497 0.0006	0.15587 0.3713	-0.44215 0.0078	-0.4289 0.0101	-0.38786 0.0213	0.16566 0.3416	-0.20178 0.2451
	AIRP	-0.4956 0.0025	-0.34557 0.042	0.17752 0.3076	-0.43889 0.0084	-0.62295 0.0001	-0.57014 0.0003	-0.19554 0.2603	-0.42764 0.0104
Hoja	HLH	0.40713 0.0152	0.41082 0.0142	0.02149 0.9025	0.36033 0.0335	0.29868 0.0814	0.23481 0.1745	-0.20743 0.2318	0.16301 0.3495
	HAH	0.5139 0.0016	0.37083 0.0283	0.07354 0.6746	0.21165 0.2222	0.52462 0.0012	0.51054 0.0017	0.09192 0.5995	0.39731 0.0181
	HRLA	-0.14183 0.4164	0.01875 0.9149	-0.04619 0.7922	0.11039 0.5278	-0.26587 0.1227	-0.32432 0.0573	-0.33306 0.0506	-0.26339 0.1263
	HLBA	0.39359 0.0193	0.19871 0.2525	-0.21169 0.2222	0.3555 0.0361	0.33523 0.049	0.33113 0.052	0.15499 0.374	0.35169 0.0383
Flor	LPF	0.33141 0.0518	0.19384 0.2645	-0.05057 0.773	0.2202 0.2037	0.18285 0.2931	0.17173 0.3239	-0.05117 0.7703	0.2851 0.0969
	FLS	0.17794 0.3065	0.09543 0.5855	-0.11664 0.5046	0.26835 0.1191	0.02536 0.885	0.047 0.7886	-0.2701 0.1166	0.12591 0.4711
	FAS	-0.23185 0.1802	-0.11278 0.5189	0.12957 0.4582	-0.43902 0.0083	-0.1749 0.3149	-0.05011 0.775	-0.08351 0.6334	-0.18535 0.2864
	FRLA	0.3023 0.0776	0.22142 0.2011	-0.24621 0.1539	0.53692 0.0009	0.16075 0.3563	0.0801 0.6474	-0.07366 0.6741	0.18355 0.2912
	PLL	0.2021 0.2443	0.06031 0.7307	-0.01649 0.9251	-0.04256 0.8082	0.03073 0.8609	-0.01792 0.9186	0.03904 0.8238	0.21099 0.2237
	PLLM	0.19834 0.2534	0.06874 0.6948	0 1	-0.04767 0.7857	0.02582 0.883	-0.02705 0.8774	0.03435 0.8447	0.1972 0.2562
	PALM	-0.25973 0.1319	-0.39168 0.02	0.09705 0.5792	-0.24405 0.1577	-0.19201 0.2692	-0.28732 0.0942	0.32182 0.0594	-0.00619 0.9719
	FLAF	-0.1511	-0.15673	0.00695	-0.3226	0.08607	-0.01047	-0.0119	-0.06805

NACIONAL DE INNOVACIÓN
VºBº
Jesus Willy
Gonzalez
Gutierrez
INIAF

Ing. Eusebio P. F. R.
TECNICO RECURSOS
E INVESTIGACION



Descriptores	SPSF	SNSF	SNSVF	SGB	SLS	SAS	SES	SPSS
	0.3862	0.3686	0.9684	0.0587	0.623	0.9524	0.9459	0.6977
FLE	-0.28189	-0.3941	0.57537	-0.22303	-0.22315	-0.20515	0.33863	-0.05431
	0.1009	0.0192	0.0003	0.1978	0.1976	0.2371	0.0466	0.7567
FLO	0.27887	0.04784	0.00082	0.00747	0.14504	0.36819	0.07936	0.35249
	0.1047	0.7849	0.9963	0.966	0.4058	0.0295	0.6504	0.0378
FAO	0.01743	-0.22734	-0.03406	-0.18104	-0.14879	0.12464	-0.00911	0.21887
	0.9208	0.189	0.846	0.298	0.3936	0.4756	0.9586	0.2065
NODO	0.03141	-0.04817	-0.18704	-0.03229	-0.09229	0.11057	-0.21031	0.07847
	0.8578	0.7835	0.282	0.8539	0.598	0.5272	0.2253	0.6541
NFC	-0.18724	-0.15061	0.23821	-0.06943	-0.07625	-0.27994	0.0949	-0.14806
	0.2814	0.3878	0.1682	0.6919	0.6633	0.1034	0.5876	0.396
FFM	0.00927	-0.11282	-0.10307	-0.22797	-0.02765	-0.05261	0.07146	0.15838
	0.9578	0.5187	0.5557	0.1878	0.8747	0.764	0.6833	0.3635
CPF	0.66809	0.29778	-0.17906	0.39905	0.50352	0.42371	0.14471	0.65535
	0.0001	0.0823	0.3034	0.0176	0.002	0.0112	0.4069	0.0001
CLF	0.60456	0.30483	-0.21615	0.19818	0.44812	0.35021	0.41994	0.60595
	0.0001	0.075	0.2123	0.2538	0.0069	0.0392	0.012	0.0001
CDF	0.16312	0.22262	-0.01394	0.13755	0.05697	0.12381	-0.07206	0.03909
	0.3491	0.1986	0.9367	0.4307	0.7452	0.4786	0.6808	0.8236
CGE	0.10272	-0.20861	-0.02754	0.19558	-0.0701	-0.10978	-0.20885	0.25031
	0.5571	0.2291	0.8752	0.2602	0.689	0.5302	0.2286	0.147
CEM	-0.2655	-0.23945	0.00384	0.24398	-0.30759	-0.31743	-0.40036	-0.23432
	0.1232	0.1659	0.9826	0.1578	0.0723	0.0631	0.0172	0.1755
CPSP	0.08325	-0.27597	-0.09977	-0.0015	-0.01272	-0.09393	0.22401	0.35512
	0.6345	0.1086	0.5685	0.9932	0.9422	0.5915	0.1958	0.0363
CPSS	-0.33995	-0.27624	-0.1822	-0.09615	-0.39076	-0.35212	-0.11403	-0.23876
	0.0457	0.1082	0.2948	0.5827	0.0203	0.038	0.5142	0.1672
SPSF		0.70674	-0.22398	0.43595	0.79037	0.74918	0.26898	0.81119
		0.0001	0.1958	0.0088	0.0001	0.0001	0.1182	0.0001
SNSF			-0.26331	0.22288	0.54663	0.54943	-0.0603	0.17838
			0.1264	0.1981	0.0007	0.0006	0.7308	0.3053
SNSVF				-0.24247	-0.23215	-0.37873	0.02868	-0.15627
				0.1605	0.1796	0.0249	0.8701	0.37
SGB					0.40513	0.33862	-0.13412	0.36604
					0.0158	0.0466	0.4424	0.0306
SLS						0.79325	0.45724	0.6914
						0.0001	0.0058	0.0001
SAS							0.41696	0.66029
							0.0127	0.0001
SES								0.5184
								0.0014

Probabilidades con número rojo presenta significación estadística a P: 0.05 y/o 0.01 de las 43 variables del árbol, hoja, flor, fruto y semilla.

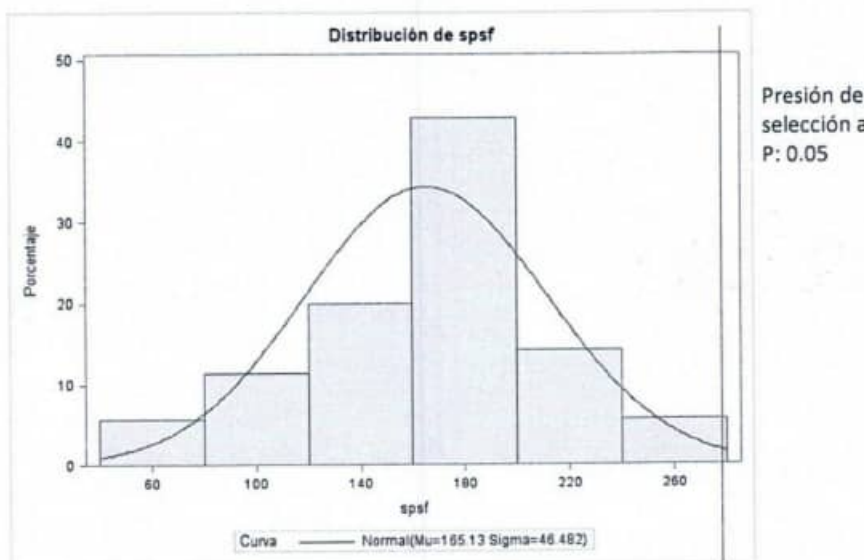
9.2.2 Material genético con potencial productivo sobresaliente



A continuación, se muestra las 8 variables cuantitativos que definen los para metros agronómicos para la selección de plantas madres de cacao cultivado:

9.2.2.1 Peso de semilla fresco (SPSF) (gr)

Figura 2. Histograma, curva normal y límite de presión de selección a P: 0.05 de Peso de semilla fresco (gr) (Sistema de Punto entendido de función)



Según la figura 2, refleja el máximo de 165,13 gr de peso de la semilla fresca y un porcentaje de 46,482 a la Presión de selección a la P:0.005. de 258.1 peso de semilla fresca.

Cuadro 4 Datos auxiliares peso de la semilla húmeda (gr)

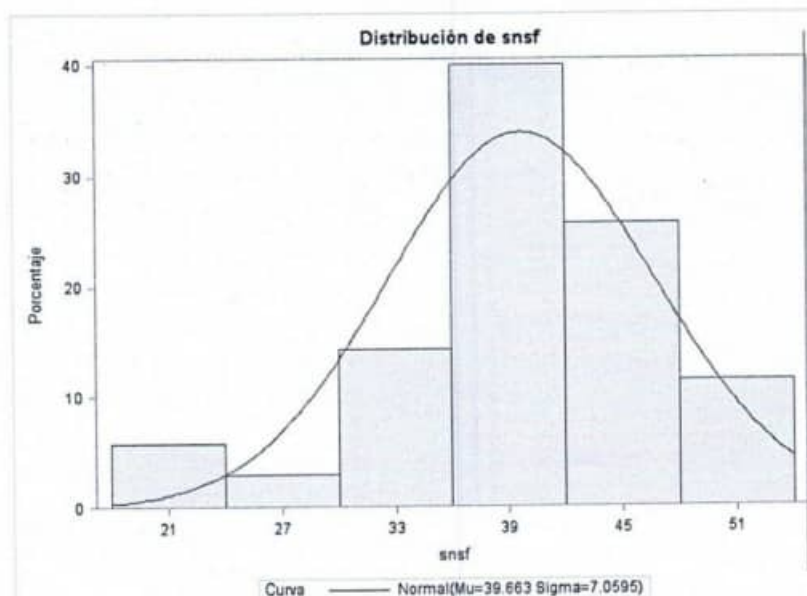
Observaciones extremas							
Inferior				Superior			
Valor	Nº árbol	código	Observación	Valor	Nº árbol	Código	Observación
48.8	21	MAA-01	21	216.8	31	III-A	31
78.1	19	POUND-7	19	216.9	34	IV-41	34
98.6	22	MAA-02	22	218.8	11	ASM-02	11
107.3	17	PA-121	17	242.8	29	SAC-01	29
113	9	RGG-01	9	261.4	32	IV-45	32

Según el cuadro 4, se observa que el código IV-45 es superior en Peso fresco de la semilla con un valor de 261.4 gr en comparación a otros.



9.2.2.2 Número de semillas por fruto (SNSF)

Figura 3. Histograma, curva normal y límite de presión de selección a P: 0.05 de Número de semillas por fruto



Según la figura 3, se muestra una distribución de frecuencias y punto medio refleja y el parámetro para distribución normal con una media 39.663 y Desviación std de 7.0595 y una Presión de selección a la P:0.005 de valores máximos de 53.8 se identifica sin probabilidad.

Cuadro 5 Datos auxiliares Numero de semillas por fruto

Observaciones extremas

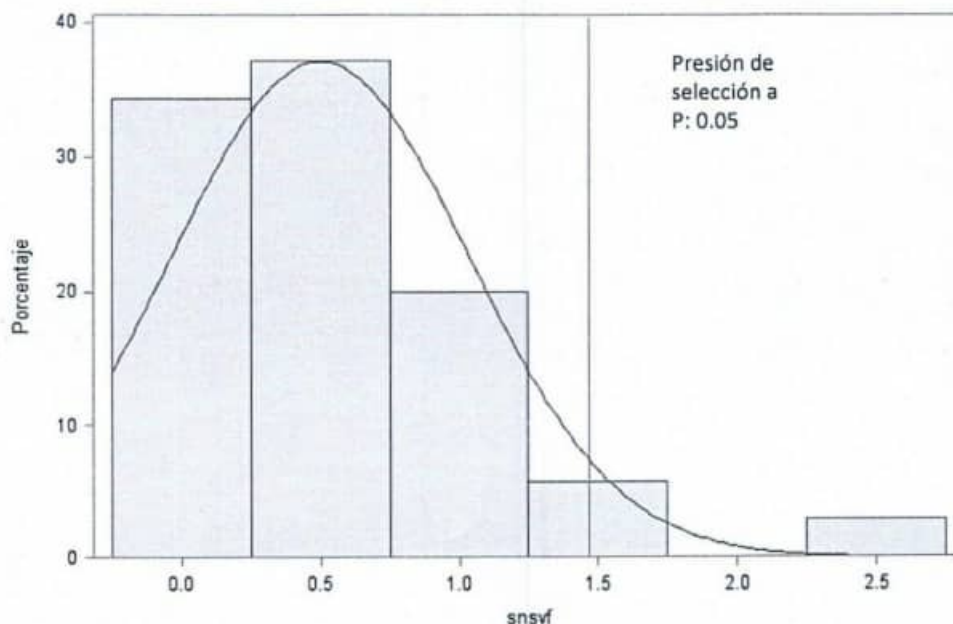
Inferior				Superior			
Valor	narb	Codigo	Observación	Valor	narb	codigo	Observación
20	21	MAA-01	21	45.2	32	IV-45	32
23.9	19	POUND-7	19	48.1	3	ECC-01	3
27.1	17	PA-121	17	48.2	30	SAC-02	30
30.1	4	V-01	4	50.5	2	V-07	2
32.1	15	Ila-90	15	53.5	29	SAC-01	29

Según el cuadro 5, se observa que el código SAC-01 es superior en número de semillas por fruto con un valor de 53.5 semillas/fruto en comparación a otros.

9.2.2.3 Número de semillas vanas por fruto (SNSVF)



Figura 4. Histograma, curva normal y límite de presión de selección a P: 0.05 de Numero de semillas vanas por fruto.



Según la figura 4, se muestra una distribución de frecuencias y punto medio refleja y el parámetro para distribución normal con una media 0.5 y Desviación std de 0.538 y una Presión de selección a la P:0.005 de valores máximos de 1.6 se identifica sin probabilidad.

Cuadro 6. Datos auxiliares Numero de semillas vanas por fruto

Observaciones extremas

Inferior				Superior			
Valor	Nº árbol	Código	Observación	Valor	Nº árbol	Código	Observación
0	35	III-06	35	1.1	25	VII-93	25
0	28	RST-01	28	1.2	19	POUND-7	19
0	23	Ila-114	23	1.3	21	MAA-01	21
0	22	MAA-02	22	1.3	31	III-A	31
0	16	ICS-6	16	2.5	4	V-01	4



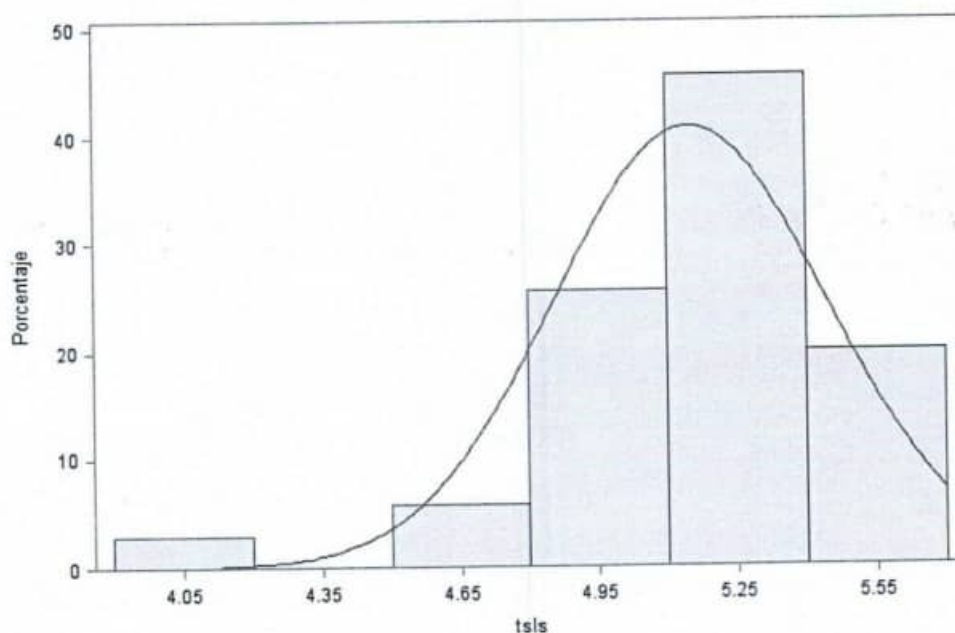
Ing. EUGENIO PÉREZ
TÉCNICO RECURSOS
E INVESTIGACIÓN



Según el cuadro 6, se observa que el código V-01 es superior en número de semillas vanas por fruto con un valor de 2.5 semillas vanas/fruto en comparación a otros.

9.2.2.4 Longitud de semilla (mm) SLS

Figura 5. Histograma, curva normal y límite de presión de selección a P: 0.05 de Longitud de la semilla



Según la figura 5, se muestra una distribución de frecuencias y punto medio refleja y el parámetro para distribución normal con una media 5.14 y Desviación std de 0.292 y una Presión de selección a la P:0.005 de valores máximos de 5.7 se identifica sin probabilidad.

Cuadro 7. Datos auxiliares Longitud de la semilla

Observaciones extremas

Inferior				Superior			
Valor	Nº árbol	Código	Observación	Valor	Nº árbol	Código	Observación
4.00749	21	MAA-01	21	5.41664	1	V-06	1
4.74868	22	MAA-02	22	5.42586	5	V-03	5
4.77179	9	RGG-01	9	5.42586	32	IV-45	32
4.85283	13	RTB-01	13	5.50454	12	PCC-01	12
4.85695	17	PA-121	17	5.57584	29	SAC-01	29



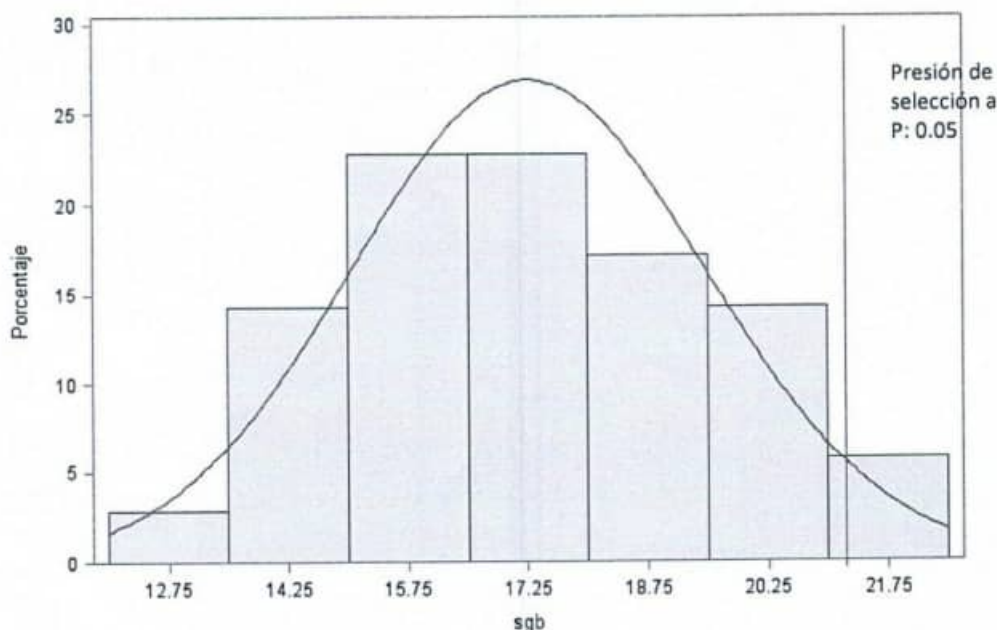
Ing. Eusebio Ruiz
TÉCNICO DE CURSOS
E INVESTIGACIÓN



Según el cuadro 7, Valor inferior al límite depresión SAC-01 en 5.575 en comparación a la longitud de la semilla de 32.29 mm en comparación a otros.

9.2.2.5 Grados Brix (°) SGB

Figura 6. Histograma, curva normal y límite de presión de selección a P: 0.05 de grados brix (°)



Según la figura 6, se muestra una distribución de frecuencias y punto medio refleja y el parámetro para distribución normal con una media 17.25 y Desviación std de 2.225 y una Presión de selección a la P:0.005 de valores máximos de 21.7 se identifica sin probabilidad.

Cuadro 8. Datos auxiliares de Grados Brix (°)

Observaciones extremas							
Inferior				Superior			
Valor	Nº árbol	Código	Observación	Valor	Nº árbol	Código	Observación
13	26	VII-95	26	19.7	18	IMC-67	18
13.6	4	V-01	4	19.8	5	V-03	5
14	25	VII-93	25	20.5	29	SAC-01	29
14.3	23	Ila-114	23	21.2	32	IV-45	32
14.7	11	ASM-02	11	21.9	33	IV-46	33



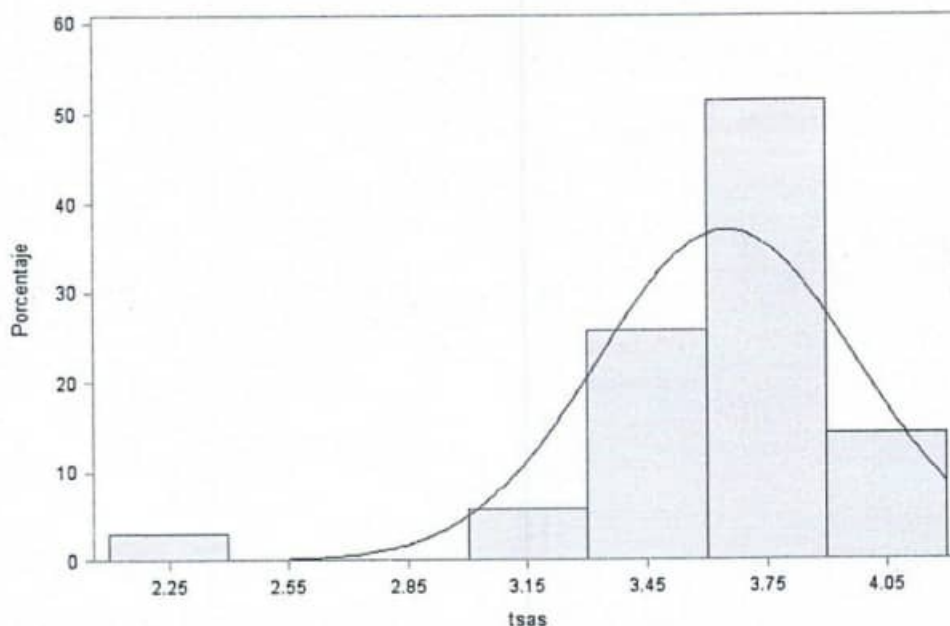
Ing. Eusebio Feitez
TECNICO RECURSOS
E INVESTIGACION



Según el cuadro 8, Valor inferior al límite depresión IV-46 es superior con 21.9 de dulzor en comparación a otros.

9.2.2.6 Ancho de semilla (mm) SAS

Figura 7. Histograma, curva normal y límite de presión de selección a P: 0.05 de ancho de la semilla



Según la figura 7, se muestra una distribución de frecuencias y punto medio refleja y el parámetro para distribución normal con una media 3.65 y Desviación std de 0.32 y una Presión de selección a la P:0.005 de valores máximos de 4.3 se identifica sin probabilidad.

Cuadro 9. Datos auxiliares de ancho de la semilla en (mm)

Observaciones extremas							
Inferior				Superior			
Valor	Nº árbol	Código	Observación	Valor	Nº árbol	Código	Observación
2.17256	21	MAA-01	21	3.91408	12	PCC-01	12
3.27872	22	MAA-02	22	3.91918	29	SAC-01	29
3.29393	4	V-01	4	3.92173	27	AA-01	27
3.35708	23	Ila-114	23	3.98372	16	ICS-6	16
3.40881	26	VII-95	26	4.07185	32	IV-45	32



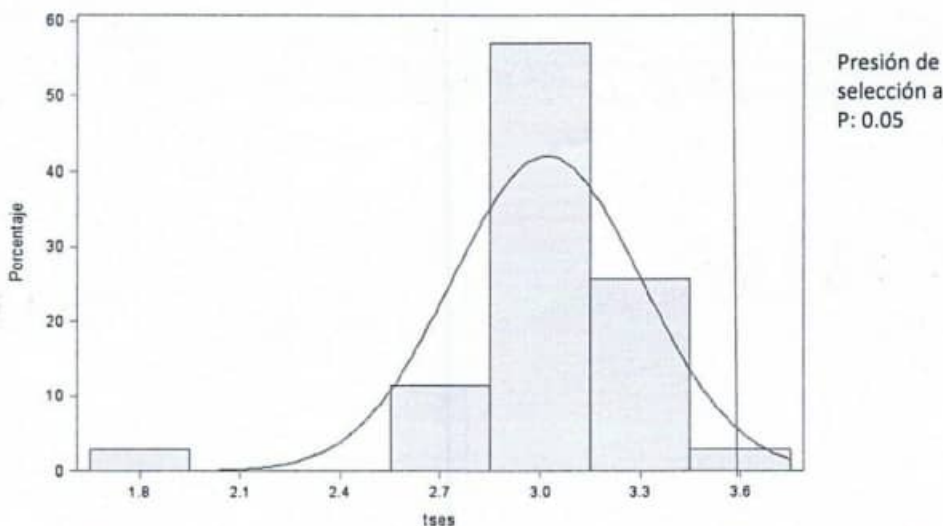
Ing. Eusebio Pérez C.
TÉCNICO RECURSOS
E INVESTIGACIÓN



Según el cuadro 9, Valor inferior al límite depresión IV-45 es superior con 4.07 mm de ancho de la semilla en comparación a otros.

9.2.2.7 Espesor de semilla (mm) SES

Figura 8. Histograma, curva normal y límite de presión de selección a P: 0.05 de espesor de la semilla en (mm)



Según la figura 8, se muestra una distribución de frecuencias y punto medio refleja y el parámetro para distribución normal con una media 3.01 y Desviación std de 0.284 y una Presión de selección a la P:0.005 de valores máximos de 3.6 se identifica sin probabilidad.

Cuadro 10. Datos auxiliares de Espesor de semilla (mm)

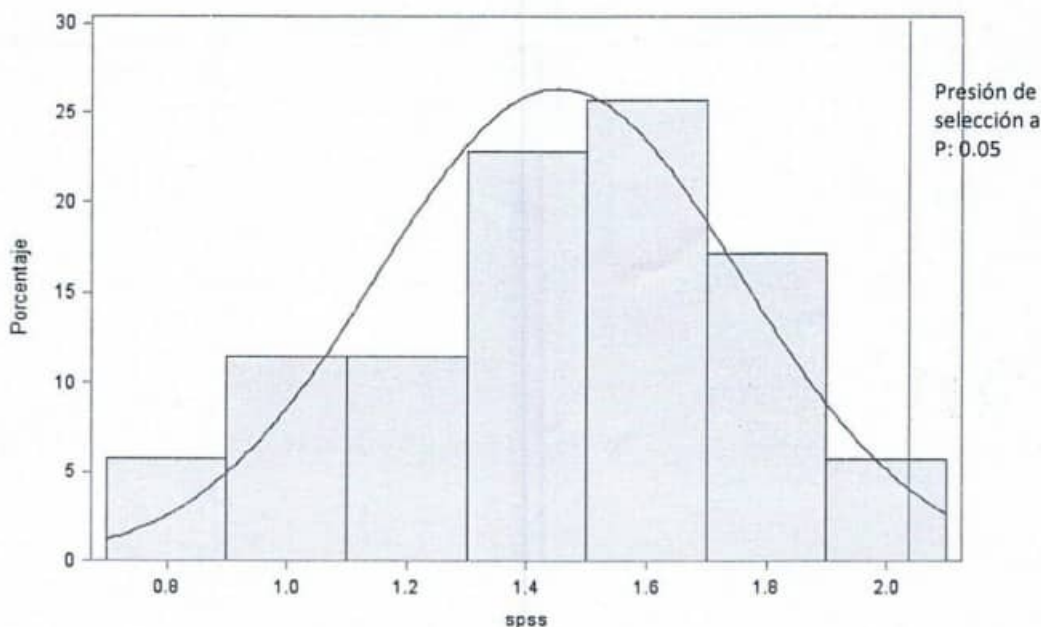
Observaciones extremas							
Inferior				Superior			
Valor	Nº árbol	Código	Observación	Valor	Nº árbol	Código	Observación
1.86548	21	MAA-01	21	3.24191	13	RTB-01	13
2.55734	30	SAC-02	30	3.2909	20	TSH-565	20
2.81425	22	MAA-02	22	3.30303	1	V-06	1
2.82135	28	RST-01	28	3.4176	15	Ila-90	15
2.83196	29	SAC-01	29	3.66333	4	V-01	4

Según el cuadro 10, Valor inferior al límite depresión V-01 es superior con 3.66 mm de espesor de la semilla en comparación a otros.



9.2.2.8 Peso seco de semilla (gr) SPSS

Figura 9. Histograma, curva normal y límite de presión de selección a P: 0.05 de peso seco de la semilla



Según la figura 9, se muestra una distribución de frecuencias y punto medio refleja y el parámetro para distribución normal con una media 1.45 y Desviación std de 0.302 y una Presión de selección a la P:0.005 de valores máximos de 2.1 se identifica sin probabilidad.

Cuadro 11. Datos auxiliares de peso de la semilla seca (gr)

Observaciones extremas

Inferior				Superior			
Valor	Nº árbol	Código	Observación	Valor	Nº árbol	Código	Observación
0.82	22	MAA-02	22	1.77	14	RTB-02	14
0.89	21	MAA-01	21	1.79	15	Ila-90	15
1	25	VII-93	25	1.87	20	TSH-565	20
1.02	26	VII-95	26	1.91	16	ICS-6	16
1.05	9	RGG-01	9	2.03	32	IV-45	32

Según el cuadro 11, Valor inferior al límite depresión V-01 es superior con 2.02 gr de peso seco se la semilla en comparación a otros.



10. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

- En la variable de peso seco de la semilla, nos define los parámetros agronómicos para la selección de plantas madres, bajo la presión de selección a $P:0.05$ de 2:1 al ecotipo IV-45 con un peso de semilla seca de 2.03 gr y con menor peso los otros RTB-02, Ila-90, TSH-565 y ICS-6.
- En índice de mazorca (IM) presenta ecotipo IV-45 con 11 mazorcas/Kg/peso seco, lo que representa en la selección de plantas madres de cacao cultivado, mientras con mayor número de mazorcas se encuentran los ecotipos SAC-01, III-A, IV-41 y TSH-565 respectivamente.

11. RECOMENDACIONES

Al concluir el presente trabajo de investigación se propone las siguientes recomendaciones:

- Realizar la propagación vegetativa con cinco ecotipos IV-45, RTB-02, Ila-90, TSH-565 y ICS-6 que han mostrado un índice de semillas arriba de 1.77 a 2.03 gr de semilla seca.
- Se recomienda realizar seguimiento a estos ecotipos por lapso de 3 a 5 años para corroborar la estabilidad de la productividad.
- Se recomienda continuar con otros ecotipos de cacao para evaluar los parámetros agronómicos de nuevas plantas madres de cacao cultivado.



J.
Ing. Eusebio Ruiz Cal
TÉCNICO RECURSOS GENÉTICOS
E INVESTIGACIÓN CACAO



12. REFERENCIAS

- ICCO, (International Cocoa Organization) Quarterly Bulletin of Cocoa Statistic 2015, Recuperado el 9 de noviembre de 2016 Programa Nacional de Fortalecimiento Productivo del Cacao, 2016.
- MOTAMAYOR, J. C.; RISTERUCCI, A. M.; HEATH, M.; LANAUD, C. 2008. Cacao domestication II: Progenitor germplasm of the Trinitario cacao cultivar. *Heredity* (2008), 91(3), 322-330.
- TORRES, M. 2010. Progreso temporal y manejo integrado de la moniliasis [*Moniliophthora roreri* (Cif y Par.) Evans et al.] del cacao (*Theobroma cacao* L) en Tabasco, México. Tesis para optar por el título de Doctor en ciencias, especialista en Fitopatología. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Montecillo, Texcoco, México.
- MALDONADO Y CRUZ, 2015 Manual de prevención, manejo y control de la moniliasis del cacao, La Paz – Bolivia.
- TRUJILLO G., 2007 Estudio de evaluación de clones foráneos y caracterización de plantas superiores de cacao por el ceibo en el Alto Beni, TOPAZ, La Paz, Bolivia.
- Mamani J. (2012). Caracterización de plantas superiores de cacao híbrido (*Theobroma cacao* L.) con cualidades de alta productividad en Alto Beni- La Paz. La Paz.
- APG II. Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. 2003. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141 (4): 399-436 p.
- ENRÍQUEZ, G. 2004. Cacao orgánico. Guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual No. 54. Quito, Ecuador.
- ENRÍQUEZ, G. 1966. Selección y estudio de los caracteres de la flor, la hoja y la mazorca, útiles para la identificación y descripción de cultivares de cacao. IICA (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, CR) OEA, CATIE, Turrialba CR.
- JULY, W. 2007. Caracterización morfológica y molecular del cacao nacional boliviano y del alto de Beni, Bolivia Tesis Magíster Scientiae. Turrialba Costa Rica, CATIE.
- PAREDES, N. 2009. Manual de cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana. Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias estación experimental central de la



- Amazonía DENAREF - unidad de recursos fitogenéticos. Manual No. 76. INIAP, Quito-Ecuador.
- CEIBO. 2013. Reportes de producción gestión 2012, 2013 (PIAF).
- CORPOICA, (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). 2010. Manejo de las enfermedades del cacao en Colombia. Programa nacional de investigación para incrementar la sostenibilidad y competitividad del cacao cultura en Colombia. Colombia.
- PAREDES, N. 2009. Manual de cultivo de cacao para la Amazonía ecuatoriana. Instituto nacional autónomo de investigaciones agropecuarias estación experimental central de la Amazonía DENAREF - unidad de recursos filogenéticos. Manual No. 76. INIAP, Quito-Ecuador.
- PHILLIPS W .1986. Evaluación de la resistencia de cultivares de cacao (*Theobromacacao* L.) a *Moniliophthora roreri* (Cif. Y Par.) Evans et al. Tesis M.Sc. Turrialba. Costa Rica. CATIE.
- PORRAS, V. y SÁNCHEZ, J. 1991. Enfermedades del cacao. Características de las enfermedades del cacao. Mazorca negra. Lima.
- PÉREZ Z. JI., 2009 Evaluación y caracterización de selecciones clonales de cacao (*Theobroma cacao* L.) del Programa de Mejoramiento del CATIE Tesis Mag. Sc. en Agricultura Ecológica Turrialba, Costa Rica.
- QUIROZ V., ELIZALDE M., 2014, Guía técnica del cultivo de cacao para la amazonia norte del ecuador, recuperado de <https://www.feedingknowledge.net>.
- Arciniegas, A. (2005). Caracterización de Árboles Superiores de Cacao (*Theobromacacao* L.) Seleccionados por el Programa de Mejoramiento genético del CATIE. *CATIE*, 1-144.
- IBCE. (Septiembre de 2009). Cacao Silvestre Boliviano: Oportunidad 'para el desarrollo. Santa Cruz, Bolivia.
- Copa, B. A. (2017). Caracterización morfológica de árboles de cacao (*Theobroma cacao* L.) con potencial productivo y tolerancia a monilia (*Moniliophthora roreri* Cif & Par. evans et al.) en el area IIB y VI, de la región Alto Beni-Bolivia. Viacha, La Paz, Bolivia.
- Molina, E. (2012). Caracterización Agromorfológica del Cacao (*Theoroma cacao* L.) en la Parcela Internacional de la Estación Experimental de Sapecho Alto Beni - La Paz. *UMSA*, 1-90.



Ing. EUCALIPPE
TÉCNICO RECURSOS
INVESTIGACIÓN



INIAF. (2016). Genotipos de Cacao en Alto Beni - Bolivia. *Catálogo de Selecciones Locales de Cacao*, 19.

MOLINA T. E. 2012. Caracterización Agromorfológica del Cacao (*Theobroma cacao* L.), en la parcela internacional de la Estación Experimental de Sapecho Alto Beni La Paz, Tesis de Facultad de Agronomía U.M.S.A.



Ing. Eusebio R.
TÉCNICO RECURSOS
INVESTIGACIÓN



ANEXOS

Fotografía 1. Parámetros de agronómicos para la selección de plantas madres



Fotografía 2. Identificación de la plantas madre en parcelas de los productores de cacao



NACIONAL DE INNOVACIÓN
VOTOS
Jesús Willy
García
García

Ing. Eusebio
TECNICOS RECURSOS
E INVESTIGACIÓN



Fotografía 3. Marcado con una cinta visible la plantas madre en parcelas de los productores de cacao



Fotografía 4. Cosecha de los frutos de 10 mazorcas para medir los índices de productividad



Ing. Eusebio R. Ortiz
TÉCNICO RECURSOS
E INVESTIGACIÓN C



Fotografía 5. Cosecha de los frutos de 10 mazorcas para medir los índices de productividad



Ing. Eusebio S. Cárdena
TÉCNICO RECURSOS GENÉTICOS
E INVESTIGACIÓN CACAO IN