



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



## MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

### INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACION AGROPECUARIA Y FORESTAL DIRECCIÓN NACIONAL DE INNOVACIÓN

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

#### INFORME DE INVESTIGACIÓN

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

La Paz, junio 2022

**“2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES”**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



## AGRADECIMIENTO

Al “Proyecto Cacao” que mediante el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), viene ejecutando las diferentes actividades dentro el marco del proyecto cacao. Como responsable nacional del proyecto cacao Ing. Jesús Willy Quispe Gutiérrez, al equipo técnico: Ing. Melvy Arana, Fanor Siacara y apoyo incondicional a la Ing. María Cristina Bautista y Mayra Quispe Gutiérrez durante el proceso de la investigación.

Al Ing. Roberto butrón jefe de investigación del instituto de innovación agropecuaria y forestal INIAF, 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 INIAF, por el apoyo y motivación para su culminación del tema de investigación.

Al Ing. Félix Terceros - Director general del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF, por el seguimiento a las diferentes actividades que realiza el proyecto cacao.

Al Gobierno Central, presidente del Estado Plurinacional Luis Arce Catacora por fomentar los diferentes proyectos que está ejecutando la institución INIAF, que gracias al proyecto cacao se ejecutó la investigación.

***“2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES”***



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



## INDICE

|                                                                            |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>                                               | <b>6</b>                             |
| 1.1 GENERALIDADES .....                                                    | 6                                    |
| 1.2 ANTECEDENTES.....                                                      | 6                                    |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN.....                                                     | 7                                    |
| <b>2. OBJETIVOS.....</b>                                                   | <b>8</b>                             |
| 2.1. OBJETIVO GENERAL.....                                                 | 8                                    |
| 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                           | 8                                    |
| <b>3. ESTADO DE ARTE DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>                          | <b>9</b>                             |
| 3.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE CACAO SEGÚN EL APG II, 2003 .....          | 9                                    |
| 3.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL CACAO .....                                   | 9                                    |
| <b>4. PARÁMETROS DE RENDIMIENTO.....</b>                                   | <b>10</b>                            |
| 4.1 NUMERO DE FRUTOS POR ÁRBOL .....                                       | 10                                   |
| 4.2 COMPATIBILIDAD.....                                                    | 10                                   |
| 4.3 PESO DEL FRUTO .....                                                   | 10                                   |
| 4.4 ÍNDICE DE MAZORCA .....                                                | 11                                   |
| 4.5 ÍNDICE DE SEMILLA .....                                                | 11                                   |
| 4.6 CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA.....                                       | 11                                   |
| 4.7 ESTADOS DEL DESCRIPTOR.....                                            | 13                                   |
| <b>5. LOCALIZACIÓN .....</b>                                               | <b>15</b>                            |
| 5.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA .....                                             | 15                                   |
| <b>6. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                                       | <b>15</b>                            |
| 6.1 MATERIALES .....                                                       | 15                                   |
| 6.1.1 Experimental.....                                                    | 15                                   |
| 6.1.2 Material de campo.....                                               | 16                                   |
| 6.2 Material de laboratorio .....                                          | 16                                   |
| 6.3 Material de gabinete .....                                             | 16                                   |
| 6.4 METODOLOGÍA .....                                                      | 17                                   |
| 6.4.1 Reunión y socialización (paso 1) .....                               | 17                                   |
| 6.4.2 Preparación de materiales y equipos para la selección (paso 2) ..... | 17                                   |
| 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).....                        | 18                                   |
| 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.....                         | 20                                   |
| <b>7. RESULTADOS ESPERADOS .....</b>                                       | <b>22</b>                            |
| <b>8. PRESUPUESTO .....</b>                                                | <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b> |

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



|     |                          |                               |
|-----|--------------------------|-------------------------------|
| 9.  | <b>CRONOGRAMA</b> .....  | ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO. |
| 10. | <b>REFERENCIAS</b> ..... | <b>34</b>                     |

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF  
Dirección: Calle Cañada Strongest, Esquina Otero de la Vega, N° 1573/ Zona San Pedro Centro  
Teléfonos: (591-2) - 22124404 – 2 2124411 Web: iniaf.gob.bo  
La Paz – Bolivia



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



## RESUMEN

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.

**“2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES”**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



## 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).

**“2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES”**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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.

#### A QUE SEGMENTO DE LA POBLACION BENEFICIARA EL ESTUDIO

***“2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES”***



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



La investigación beneficiará 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).

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



- 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

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

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



## 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

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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 que para discriminar clones de origen amazónico es

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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).

### 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

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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 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

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



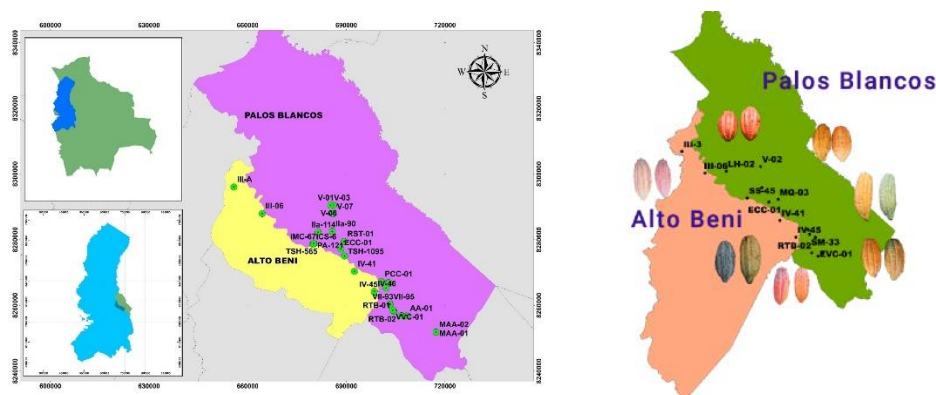
variables cuantitativas más discriminatorias para limitar el número de mediciones en caracterizaciones posteriores (Hidalgo, 2003).

## 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).

**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:

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCAIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



- 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:

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| • Cámara fotográfica            | Cajas de cartón                 |
| • Sobres manila                 | Bolsas plásticas                |
| • Etiquetas o marbetes          | Planillas                       |
| • Libreta de campo              | Lápices                         |
| • Marcadores                    | Cintas adhesiva                 |
| • Tela para fondo de fotografía | Tijera de podar                 |
| • Machete                       | Navaja de injertar              |
| • GPS                           | Balanza portátil                |
| • Cintas de nylon de color      | Regla metálica                  |
| • Bolsitas de malla             | Envase colector de plasto formó |

### Material de laboratorio

Para el trabajo de laboratorio se utilizara los siguientes materiales:

- Estereoscopio
- Caja Petri
- Calibrador (vernier)
- Pinzas
- Agujas histológicas
- Bisturís
- Libreta de anotaciones
- Lupa

### Material de gabinete

- Portátil
- Bolígrafos
- Marcadores indelebles

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



- 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
- 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

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



### 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
- 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                                  | Tolerante (1 a 10 %)              |

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



|                 |                                   |                                                                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Escoba de bruja |                                   |                                                                                                                       |
| 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)<br>Intermedia (Mayo a Julio)<br>Tardía (Agosto a Octubre)<br>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.

### 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.

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



### 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

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Sem. Fruto = Cantidad de semillas en cada fruto

**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**

|          |                           |                   |
|----------|---------------------------|-------------------|
| <b>7</b> | <b>Tolerante</b>          | <b>01 a 10 %</b>  |
| <b>5</b> | Moderadamente Tolerante   | 11 a 40 %         |
| <b>3</b> | Moderadamente Susceptible | 41 a 60 %         |
| <b>1</b> | Susceptible               | <b>61 a 100 %</b> |

**Fuente:** Lloza, J. M. (2012)

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



## 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

**$\mu$**  = Media general

**$\alpha_j$**  = Efecto fijo del j-ésimo repetición

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

**$\epsilon_{ijk}$**  = Error aleatorio

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



### **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

$\mu$  = Media general

$X_{ij}$  = En el  $i$ -ésimo objeto

$X_n$  =  $n$ -ésimo individuo

$X_p$  =  $p$ -ésimo variable

$\epsilon_{ijk}$  = 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:  $\text{Limite} = \bar{y} + (2 * s_y)$ .

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



## 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.

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

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCAIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



|         | Descriptores | SPSF                      | SNSF                     | SNSVF                    | SGB                      | SLS                       | SAS                       | SES                       | SPSS                     |
|---------|--------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Fruto   | FLAF         | -0.1511<br>0.3862         | -0.15673<br>0.3686       | 0.00695<br>0.9684        | -0.3226<br>0.0587        | 0.08607<br>0.623          | -0.01047<br>0.9524        | -0.0119<br>0.9459         | -0.06805<br>0.6977       |
|         | FLE          | -0.28189<br>0.1009        | -0.3941<br><b>0.0192</b> | 0.57537<br><b>0.0003</b> | -0.22303<br>0.1978       | -0.22315<br>0.1976        | -0.20515<br>0.2371        | 0.33863<br><b>0.0466</b>  | -0.05431<br>0.7567       |
|         | FLO          | 0.27887<br>0.1047         | 0.04784<br>0.7849        | 0.00082<br>0.9963        | 0.00747<br>0.966         | 0.14504<br>0.4058         | 0.36819<br><b>0.0295</b>  | 0.07936<br>0.6504         | 0.35249<br><b>0.0378</b> |
|         | FAO          | 0.01743<br>0.9208         | -0.22734<br>0.189        | -0.03406<br>0.846        | -0.18104<br>0.298        | -0.14879<br>0.3936        | 0.12464<br>0.4756         | -0.00911<br>0.9586        | 0.21887<br>0.2065        |
|         | NODO         | 0.03141<br>0.8578         | -0.04817<br>0.7835       | -0.18704<br>0.282        | -0.03229<br>0.8539       | -0.09229<br>0.598         | 0.11057<br>0.5272         | -0.21031<br>0.2253        | 0.07847<br>0.6541        |
|         | NFC          | -0.18724<br>0.2814        | -0.15061<br>0.3878       | 0.23821<br>0.1682        | -0.06943<br>0.6919       | -0.07625<br>0.6633        | -0.27994<br>0.1034        | 0.0949<br>0.5876          | -0.14806<br>0.396        |
|         | FFM          | 0.00927<br>0.9578         | -0.11282<br>0.5187       | -0.10307<br>0.5557       | -0.22797<br>0.1878       | -0.02765<br>0.8747        | -0.05261<br>0.764         | 0.07146<br>0.6833         | 0.15838<br>0.3635        |
|         | CPF          | 0.66809<br><b>0.0001</b>  | 0.29778<br>0.0823        | -0.17906<br>0.3034       | 0.39905<br><b>0.0176</b> | 0.50352<br><b>0.002</b>   | 0.42371<br><b>0.0112</b>  | 0.14471<br>0.4069         | 0.65535<br><b>0.0001</b> |
|         | CLF          | 0.60456<br><b>0.0001</b>  | 0.30483<br>0.075         | -0.21615<br>0.2123       | 0.19818<br>0.2538        | 0.44812<br><b>0.0069</b>  | 0.35021<br><b>0.0392</b>  | 0.41994<br><b>0.012</b>   | 0.60595<br><b>0.0001</b> |
|         | CDF          | 0.16312<br>0.3491         | 0.22262<br>0.1986        | -0.01394<br>0.9367       | 0.13755<br>0.4307        | 0.05697<br>0.7452         | 0.12381<br>0.4786         | -0.07206<br>0.6808        | 0.03909<br>0.8236        |
|         | CGE          | 0.10272<br>0.5571         | -0.20861<br>0.2291       | -0.02754<br>0.8752       | 0.19558<br>0.2602        | -0.0701<br>0.689          | -0.10978<br>0.5302        | -0.20885<br>0.2286        | 0.25031<br>0.147         |
|         | CEM          | -0.2655<br>0.1232         | -0.23945<br>0.1659       | 0.00384<br>0.9826        | 0.24398<br>0.1578        | -0.30759<br>0.0723        | -0.31743<br>0.0631        | -0.40036<br><b>0.0172</b> | -0.23432<br>0.1755       |
|         | CPSP         | 0.08325<br>0.6345         | -0.27597<br>0.1086       | -0.09977<br>0.5685       | -0.0015<br>0.9932        | -0.01272<br>0.9422        | -0.09393<br>0.5915        | 0.22401<br>0.1958         | 0.35512<br><b>0.0363</b> |
|         | CPSS         | -0.33995<br><b>0.0457</b> | -0.27624<br>0.1082       | -0.1822<br>0.2948        | -0.09615<br>0.5827       | -0.39076<br><b>0.0203</b> | -0.35212<br><b>0.038</b>  | -0.11403<br>0.5142        | -0.23876<br>0.1672       |
| Semilla | SPSF         |                           | 0.70674<br><b>0.0001</b> | -0.22398<br>0.1958       | 0.43595<br><b>0.0088</b> | 0.79037<br><b>0.0001</b>  | 0.74918<br><b>0.0001</b>  | 0.26898<br>0.1182         | 0.81119<br><b>0.0001</b> |
|         | SNSF         |                           |                          | -0.26331<br>0.1264       | 0.22288<br>0.1981        | 0.54663<br><b>0.0007</b>  | 0.54943<br><b>0.0006</b>  | -0.0603<br>0.7308         | 0.17838<br>0.3053        |
|         | SNSVF        |                           |                          |                          | -0.24247<br>0.1605       | -0.23215<br>0.1796        | -0.37873<br><b>0.0249</b> | 0.02868<br>0.8701         | -0.15627<br>0.37         |
|         | SGB          |                           |                          |                          |                          | 0.40513<br><b>0.0158</b>  | 0.33862<br><b>0.0466</b>  | -0.13412<br>0.4424        | 0.36604<br><b>0.0306</b> |
|         | SLS          |                           |                          |                          |                          |                           | 0.79325<br><b>0.0001</b>  | 0.45724<br><b>0.0058</b>  | 0.6914<br><b>0.0001</b>  |
|         | SAS          |                           |                          |                          |                          |                           |                           | 0.41696<br><b>0.0127</b>  | 0.66029<br><b>0.0001</b> |
|         | SES          |                           |                          |                          |                          |                           |                           |                           | 0.5184<br><b>0.0014</b>  |

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.

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

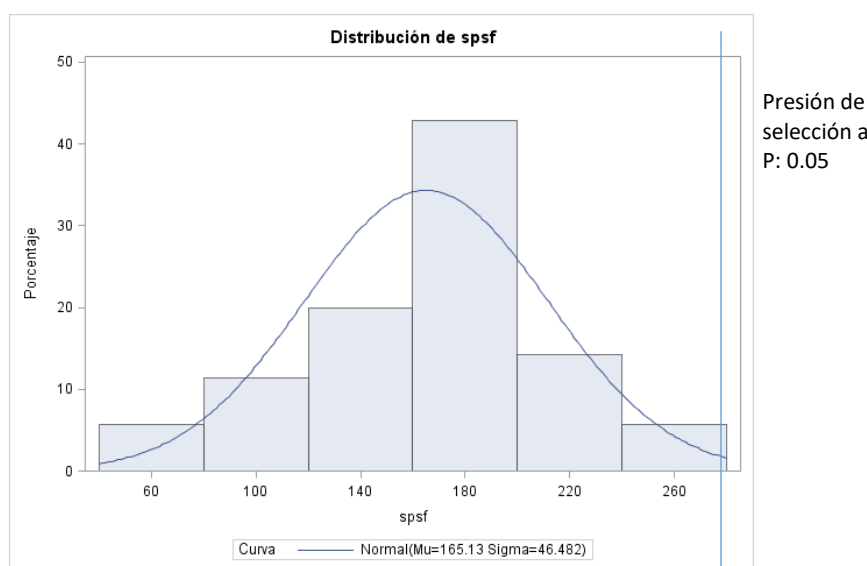


## 9.2.2 Material genético con potencial productivo sobresaliente

A continuación, se muestra las 8 variables cuantitativas que definen los parámetros 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          |

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCAIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

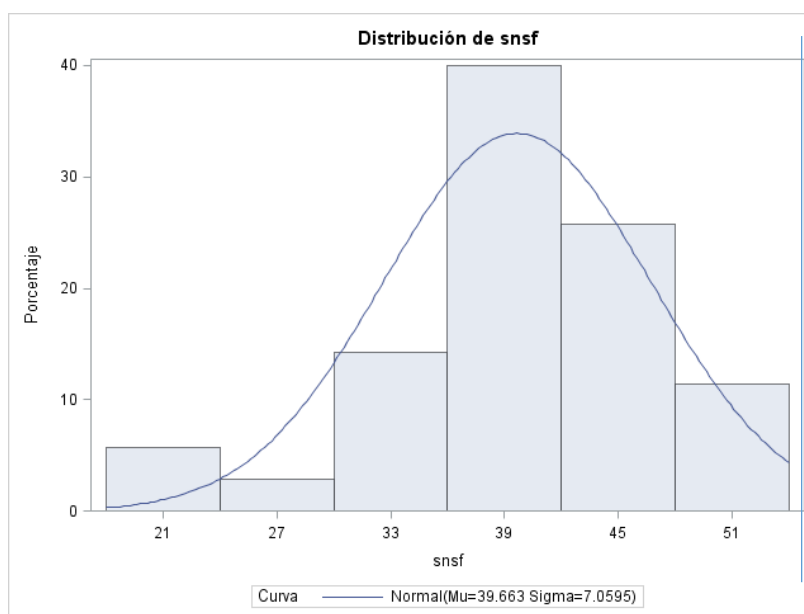
MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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

| Valor | Inferior |         |             | Superior |      |        |             |
|-------|----------|---------|-------------|----------|------|--------|-------------|
|       | 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          |

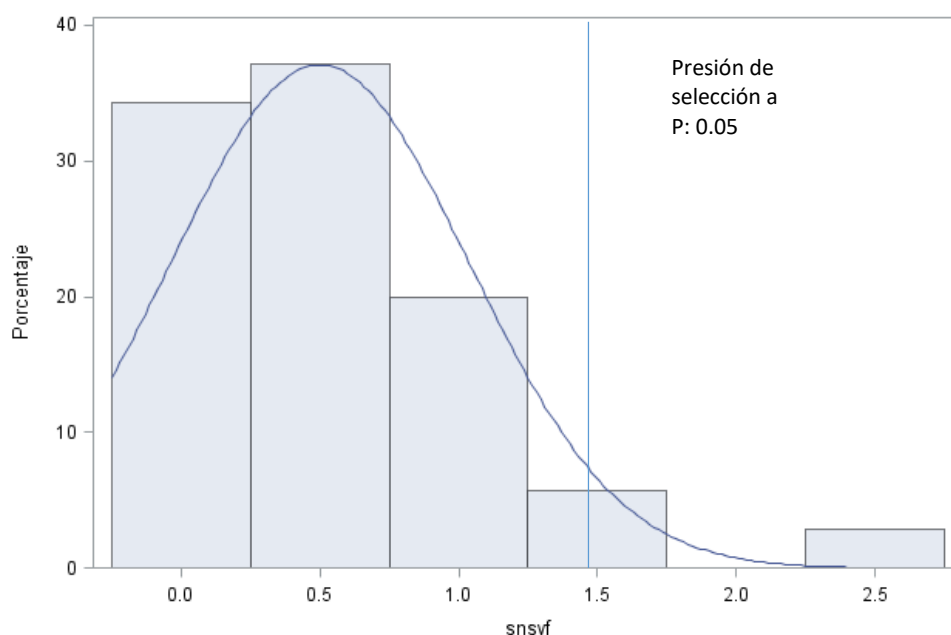
Según el cuadro 5, se observa que el código SAC-01 es superior en número de semillas por fruto con un valor de 53.5 semillas/fruto en comparación a otros.

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



### 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*

| Valor | Inferior |         |             | Superior |          |         |             |
|-------|----------|---------|-------------|----------|----------|---------|-------------|
|       | 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           |

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

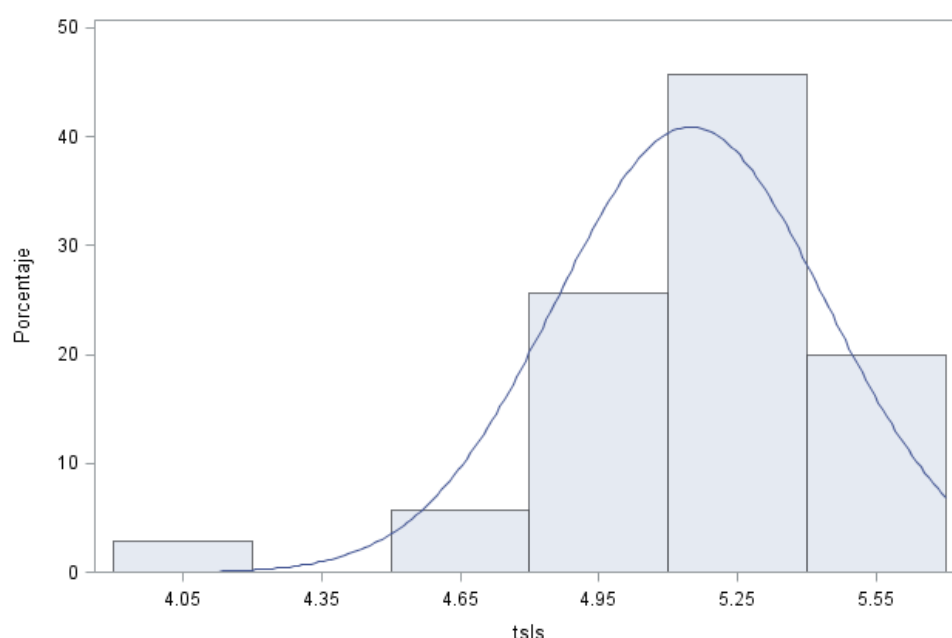
MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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*

| Valor   | Inferior |        |             | Superior |          |        |             |
|---------|----------|--------|-------------|----------|----------|--------|-------------|
|         | 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          |

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



4.85695

17

PA-121

17

5.57584

29

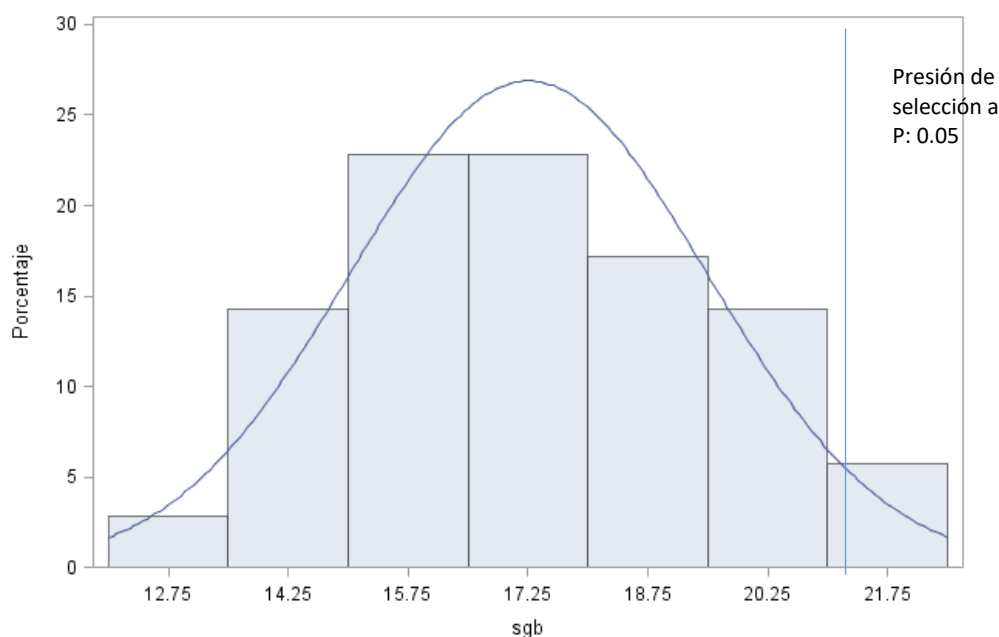
SAC-01

29

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 (°)

| <b>Observaciones extremas</b> |                 |               |                    |                 |                 |               |                    |
|-------------------------------|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|
| <b>Inferior</b>               |                 |               |                    | <b>Superior</b> |                 |               |                    |
| <b>Valor</b>                  | <b>Nº árbol</b> | <b>Código</b> | <b>Observación</b> | <b>Valor</b>    | <b>Nº árbol</b> | <b>Código</b> | <b>Observación</b> |
| 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                 |

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

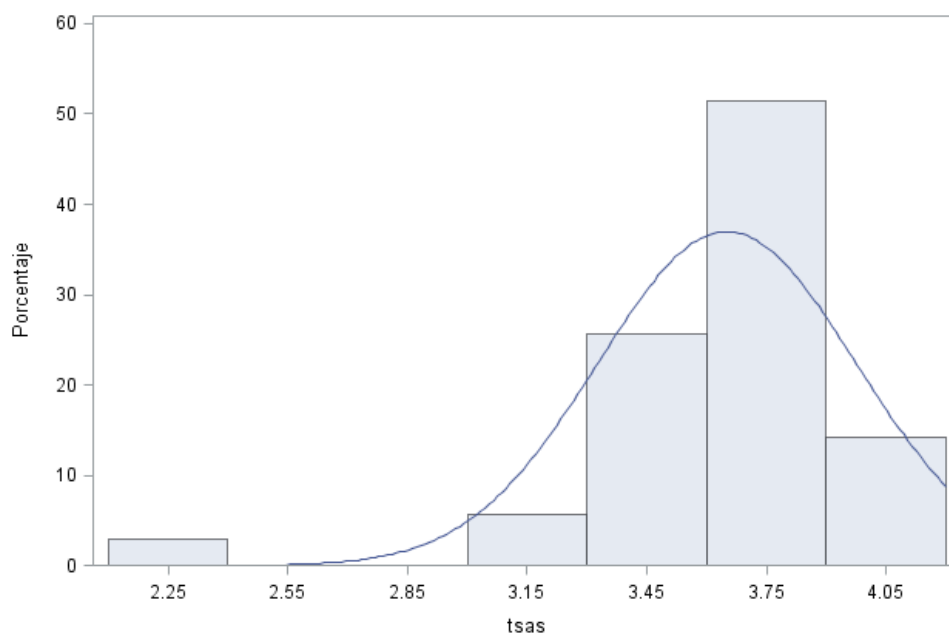
MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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          |

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

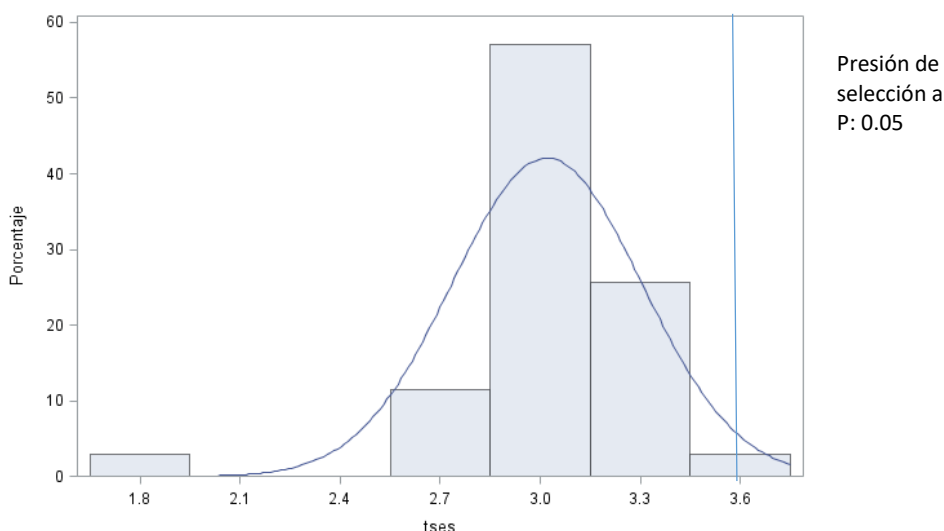
MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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)

| <b>Observaciones extremas</b> |                 |               |                    |                 |                 |               |                    |
|-------------------------------|-----------------|---------------|--------------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|
| <b>Inferior</b>               |                 |               |                    | <b>Superior</b> |                 |               |                    |
| <b>Valor</b>                  | <b>Nº árbol</b> | <b>Código</b> | <b>Observación</b> | <b>Valor</b>    | <b>Nº árbol</b> | <b>Código</b> | <b>Observación</b> |
| 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

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCAIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**

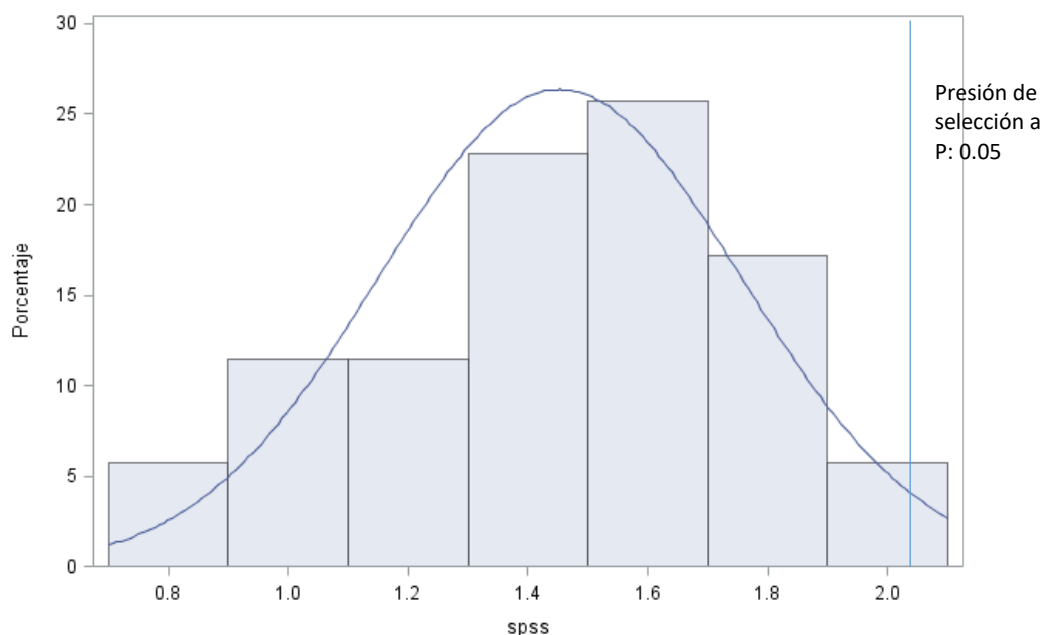


ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



**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**

| <i>Inferior</i> |          |        |             | <i>Superior</i> |          |         |             |
|-----------------|----------|--------|-------------|-----------------|----------|---------|-------------|
| 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.

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



## 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 de 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.

## 12. REFERENCIAS

ICCO, (International Cocoa Organization) Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics 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.

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



- 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.

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



- 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.
- 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.

**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCAIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



Instituto Nacional de Innovación  
Agropecuaria y Forestal

## ANEXO 1

### 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



**"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



**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**



***"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"***



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO DE  
DESARROLLO RURAL Y TIERRAS



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



***"2022 AÑO DE LA REVOLUCIÓN CULTURAL PARA LA DESPATRIARCALIZACIÓN:  
POR UNA VIDA LIBRE DE VIOLENCIA CONTRA LAS MUJERES"***

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal – INIAF  
Dirección: Calle Cañada Strongest, Esquina Otero de la Vega, N° 1573/ Zona San Pedro Centro  
Teléfonos: (591-2) - 22124404 – 2 2124411 Web: [iniaf.gob.bo](http://iniaf.gob.bo)  
La Paz – Bolivia