

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AGROPECUARIA



TESIS DE GRADO
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE SEIS CLONES DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN FASE DE ESTABLECIMIENTO EN LAS
LOCALIDADES DE TUMUPASA, ESMERALDA E IXIAMAS EN LA PROVINCIA
ABEL ITURRALDE

Presentado por:
PETRONA LAYME HUASCO

La Paz – Bolivia

2023

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN
AGROPECUARIA
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE SEIS CLONES DE
CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN FASE DE ESTABLECIMIENTO EN LAS
LOCALIDADES DE TUMUPASA, ESMERALDA E IXIAMAS EN LA PROVINCIA
ABEL ITURRALDE

*Tesis de grado presentado como requisito
parcial para optar el título de Ingeniero en
Producción y Comercialización Agropecuaria*

PETRONA LAYME HUASCO

TUTOR (ES):

Ing. M.Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez

Ing. Casto Maldonado Fuentes

Ing. Juan José Aparicio Porres

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. M.Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales

Ing. M.Sc. Brígido Moisés Quiroga Sossa

Ing. M.Sc. Windson July Martínez

APROBADA

Presidente Tribunal Examinador:



DEDICATORIA



A mis padres Sabino Layme Quispe y Gregoria Huasco Flores QEPD (+) por darme la fuerza necesaria y por creer en mí a pesar de las situaciones difíciles que atravesaron, por sus palabras de aliento que me inspiraban cada momento que sentía desfallecer, quienes me inculcaron por el camino del bien y me apoyaron incondicionalmente en la parte económica y moral.

Este trabajo es un pequeño homenaje a su amor, sacrificio y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más profundo agradecimiento:

A Dios, por regalarme salud y vida para alcanzar mi tan anhelado objetivo.

A la Carrera de Ingeniería en Producción y Comercialización Agropecuaria Facultad Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés por la enseñanza impartida y ser pilar fundamental en mi formación profesional.

Al instituto de investigaciones agropecuarias y recursos naturales IIAREN instituto de desarrollo regional IDR-DU división de apoyo al norte amazónico DANA por darme la oportunidad de realizar mi investigación.

A mi tutor Ing. M.Sc. Mario Wilfredo Peñafiel Rodríguez por sus contribuciones en la elaboración del presente documento, pero más que todo por el apoyo incondicional brindado.

A mi tutor Ing. Juan José Aparicio Porres e Ing. Casto Maldonado Fuentes por la orientación y los consejos acertados en las correcciones, observaciones y recomendaciones al trabajo de investigación.

Al Tribunal revisor: Ing. M.Sc. Ramiro Augusto Mendoza Nogales, Ing. M.Sc Brígido Moisés Quiroga Sossa e Ing. M.Sc Windson July Martínez, por su dedicación de tiempo en las observaciones y sugerencias realizadas para la culminación de este trabajo.

A mis hermanos Felipe Layme, Pablo Layme, Amalia Layme QEPD (+) y Abraham Layme, por su cariño y apoyo incondicional durante el proceso de mi formación.

CONTENIDO GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE TABLAS	V
ÍNDICE DE GRÁFICAS	VI
INDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE ANEXOS	VIII
RESUMEN	IX
SUMMARY	IX

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1 El cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.).....	4
3.2 Origen del cacao	4
3.3 Clasificación taxonómica de cacao	4
3.4 Clon	5
3.5 Morfología de cacao.....	6
3.5.1 La raíz.....	6

3.5.2	Tallo	6
3.5.3	La hoja.....	7
3.5.4	Flores	7
3.4	Enfermedades de cacao	8
3.4.1	Escoba de bruja (<i>Moniliophthora perniciosa</i>)	8
3.4.2	Phytophthora	8
3.4.3	Antracnosis.....	9
3.4.4	Mal de machete.....	9
3.4.5	Mal rosado	9
3.5	Plagas de cacao	10
3.5.1	Hormigas (<i>Atta</i> spp).	10
3.5.2	Chinche	10
3.5.3	Gusanos medidores	10
4	LOCALIZACIÓN	11
4.1	Ubicación geográfica	11
4.2	Características ecológicas	12
4.2.1	Clima	12
4.2.2	Suelo	13
4.2.3	Vegetación	13
5	MATERIALES Y METODOS	14
5.1	Materiales.....	14

5.1.1	Material biológico	14
5.1.2	Material de gabinete	14
5.1.3	Material de campo	14
5.2	Métodos	14
5.2.1	Procedimiento experimental.....	15
5.2.1.1	Identificación de las parcelas experimentales.....	15
5.2.1.2	Deshierbe de las parcelas	15
5.2.1.3	Selección de clones al azar.....	15
5.2.1.4	Poceado de plantas	15
5.2.1.5	Registro de datos	16
5.2.2	Diseño experimental.....	16
5.2.2.1	Factor de estudio	16
5.2.2.2	Modelo lineal	17
5.2.2.3	Croquis del área experimental.....	17
5.2.3	Variables de respuesta evaluadas.....	18
5.2.3.1	Variables agronómicas.....	18
5.2.3.1.1	Altura de planta	18
5.2.3.1.2	Diámetro de patrón	19
5.2.3.1.3	Diámetro del tallo.....	19
5.2.3.1.4	Numero de hojas.....	20
5.2.3.1.5	Longitud de hoja	20

5.2.3.1.6	Número de brotes	21
5.2.3.1.7	Diámetro de brotes	21
6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
6.1	Variables agronómicas de los clones de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	22
6.1.1	Altura de la planta (cm)	22
6.1.2	Diámetro de patrón (cm)	25
6.1.3	Diámetro de tallo (cm)	27
6.1.4	Número de hojas	29
6.1.5	Longitud de hojas (cm)	32
6.1.6	Número de brotes	34
6.1.7	Diámetro de brotes	36
7	CONCLUSIONES	39
8	RECOMENDACIONES	40
9	BIBLIOGRAFIA	41
10	ANEXOS	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Taxonomía del cacao	5
Tabla 2	Localización y coordenadas de puntos de investigación.....	11
Tabla 3	Factores de estudio.....	16
Tabla 4	Análisis de efectos fijos de altura de la planta	22
Tabla 5	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en altura de planta	23
Tabla 6	Promedio y error estándar de seis clones en altura de planta	24
Tabla 7	Análisis de efectos fijos de diámetro de patrón.....	25
Tabla 8	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en Diámetro de patrón. .	25
Tabla 9	Promedio y error estándar de seis clones en diámetro de patrón	26
Tabla 10	Análisis de efectos fijos de diámetro de tallo	27
Tabla 11	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en diámetro de tallo.....	27
Tabla 12	Promedio y error estándar de seis clones en diámetro de tallo.....	28
Tabla 13	Análisis de efectos fijos de numero de hojas.....	30
Tabla 14	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en número de hojas	30
Tabla 15	Promedio y error estándar de seis clones en número de hojas	31
Tabla 16	Análisis de efectos fijos de longitud de hojas.....	32
Tabla 17	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en longitud de hojas	33
Tabla 18	Promedio y error estándar de seis clones en longitud de hojas	33
Tabla 19	Análisis de efectos fijos de numero de brotes.....	35
Tabla 20	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en número de brotes ...	35
Tabla 21	Promedio y error estándar de seis clones en número de brotes.....	36
Tabla 22	Análisis de efectos fijos de diámetro de brotes.....	37
Tabla 23	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades diámetro de brotes	37
Tabla 24	Promedio y error estándar de seis clones en diámetro de brotes	38

ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en altura de planta	24
Grafica 2	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades del diámetro de tallo...	28
Grafica 3	Promedio y error estándar de seis clones en diámetro de tallo	29
Grafica 4	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en número de hojas ...	31
Grafica 5	Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en longitud de las hojas	33

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Obtención de dato en altura de planta	18
Figura 2	Obtención de dato en diámetro de patrón.....	19
Figura 3	Obtención de datos en diámetro de tallo	19
Figura 4	Obtención de datos en número de hojas	20
Figura 5	Obtención de datos en longitud de hoja	20
Figura 6	Obtención de datos en número de brotes.....	21
Figura 7	Obtención de datos en diámetro de brotes	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Planilla de datos de seis clones de cacao	46
Anexo 2	Resultados de (MLGM) de altura de planta de clones de cacao	47
Anexo 3	Gráfico de error estándar de altura de planta	48
Anexo 4	Gráfico de error estándar de altura de planta de seis clones	48
Anexo 5	Resultados de (MLGM) de diámetro de patrón de clones de cacao.....	49
Anexo 6	Gráfico de error estándar de diámetro de patrón	50
Anexo 7	Gráfico de error estándar de diámetro de patrón de seis clones.....	50
Anexo 8	Resultados de (MLGM) de diámetro de tallo de clones de cacao	51
Anexo 9	Gráfico de error estándar de diámetro de planta	52
Anexo 10	Gráfico de error estándar de diámetro de planta de seis clones	52
Anexo 11	Resultados de (MLGM) de numero de hojas de clones de cacao	53
Anexo 12	Gráfico de error estándar de numero de hojas	54
Anexo 13	Gráfico de error estándar de numero de hojas de seis clones	54
Anexo 14	Resultados de (MLGM) de longitud de hojas de clones de cacao.....	55
Anexo 15	Gráfico de error estándar de longitud de hojas	56
Anexo 16	Gráfico de error estándar de longitud de hojas de seis clones.....	56
Anexo 17	Resultados de (MLGM) de numero de brotes de clones de cacao.....	57
Anexo 18	Gráfico de error estándar de numero de brotes de seis clones.....	57
Anexo 19	Resultados de (MLGM) de diámetro de brotes de clones de cacao.....	58
Anexo 20	Gráfico de error estándar de diámetro de brotes	59
Anexo 21	Clones de cacao.....	59
Anexo 22	Registro de datos	60
Anexo 23	Identificación de la parcela	60

RESUMEN

El problema de la investigación se centró en ver el comportamiento de clones de cacao en diferentes locaciones. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento agronómico de seis clones de cacao con alto potencial productivo en las localidades de Tumupasa, Ixiamas y Esmeralda. La metodología consistió en trabajar con 6 tipos de clones, en parcelas con 625 plantas/ha por localidad (clon ICS 95; 104 plantas, clon III 06; 104 plantas, clon IMC 67; 104 plantas, clon ICS 06; 104 plantas, clon III 13; 104 plantas, clon ICS 01; 104 plantas) de las cuales se tomaron 5 plantas de muestra para la toma de datos. El lugar de estudio se realizó en las localidades Esmeralda, Tumupasa e Ixiamas de los municipios San Buenaventura e Ixiamas del Provincia Abel Iturralde del norte de La Paz, en el segundo semestre del 2022. Los mejores resultados fueron en la localidad de Esmeralda (44,85 cm. altura de planta; 1,07 cm. diámetro patrón; 0,61 cm. diámetro de tallo y 13,18 hojas) e Ixiamas (19,48 cm. longitud de hojas y 2,55 brotes). En relación a los clones evaluados ICS-95 (42,07 cm de altura), IMC-67 (1,03 cm. diámetro de patrón), III-13 (0,63 cm diámetro de tallo); ICS-01 (12 hojas y 3,38 brotes), ICS-06 (19,07 cm longitud de hoja) y III-06 (0,43 cm diámetro de brotes). Como conclusión, los 6 clones seleccionados por la Estación Experimental de Sapecho han demostrado características de adaptación en las 3 localidades

SUMMARY

The research problem focused on the behaviour of cocoa clones in different locations. The objective of the research is to evaluate the agronomic performance of six cocoa clones with high productive potential in the localities of Tumupasa, Ixiamas and Esmeralda. The methodology consisted of working with 6 types of clones, in plots with 625 plants/ha per location (clone ICS 95; 104 plants, clone III 06; 104 plants, clone IMC 67; 104 plants, clone ICS 06; 104 plants, clone III 13; 104 plants, clone ICS 01; 104 plants) from which 5 sample plants were taken for data collection. The study was carried out in the localities of Esmeralda, Tumupasa and Ixiamas in the municipalities of San Buenaventura and Ixiamas of Abel Iturralde Province in the north of La Paz, in the second half of 2022. The best results were in the locality of Esmeralda (44.85 cm. plant height; 1.07 cm. rootstock diameter; 0.61 cm. stem diameter and 13.18 leaves) and Ixiamas (19.48 cm. leaf length and 2.55 shoots). In relation to the evaluated clones ICS-95 (42.07 cm height), IMC-67 (1.03 cm diameter of rootstock), III-13 (0.63 cm stem diameter); ICS-01 (12 leaves and 3.38 shoots), ICS-06 (19.07 cm leaf length) and III-06 (0.43 cm diameter of shoots). In conclusion, the 6 clones selected by the Sapecho Experimental Station have demonstrated adaptation characteristics in the 3 locations.

1 INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los cultivos más importantes del trópico boliviano y es una de las principales fuentes de ingresos económicos. Se produce en diferentes sistemas de producción como sistemas agroforestales. Muchos factores como el clima, el suelo, las especies, etc. deben ser considerados en el proceso de trasplante del cacao. Para una buena producción de cacao, uno de los factores decisivos son las plántulas con excelentes características morfológicas y variedades adaptadas a las condiciones climáticas del suelo.

En los municipios de San Buenaventura e Ixiamas de la provincia Abel Iturralde del norte de La Paz Bolivia, una región geográficamente aislada con estructuras municipales débiles. Sin embargo, por sus características económicas, ecológicas y sociales, la región está cada vez más conectada con el resto del país. En el año de 1990, con el inicio del auge de la conservación en Bolivia y los proyectos para promover el cultivo de cacao en sistemas agroforestales, las personas que vivían cerca del Parque Nacional Madidi dependían de la agricultura para su sustento y buscaban mejores fuentes de ingresos. El cacao es uno de los muchos intentos de mejorar la combinación de producción de la región mediante la introducción del cacao como cultivo.

El sector cacaotero es muy importante en el país porque refleja el desarrollo de la Abel Iturralde, La Paz, sobre todo al momento de agregar valor (industrialización), no solo como materia prima (grano de cacao), sino actualmente el cacao como materia prima, proporciona a los que lo cultivan ingresos apenas suficientes como para satisfacer en cierta medida sus necesidades de alimentación y vestimenta (Castro, 2012)

El cacao es uno de los productos agrícolas más importantes en el comercio del país. Se cultiva en zonas cálidas y húmedas de más de 50 países de cuatro continentes (África, América, Asia, Oceanía) 23 de estos países son de las Américas, donde el cacao se produce comercialmente, lo que hace del cacao un cultivo económicamente viable. Importancia social, ambiental y sobre

todo cultural en la región donde se produce. Según (Huito , 2018) En Bolivia, la cosecha y el cultivo del cacao es una parte importante de los ingresos de muchas familias preservan las tradiciones y prácticas locales. Esta es una gran oportunidad para que Bolivia suministre productos de cacao al mercado internacional (Arvelo, 2017)

Estas iniciativas poco a poco se van dando a conocer en otras provincias y territorios, como Cochabambino, Riberalta, en Urubicha y Ascensión de Guarayos en Santa Cruz, el norte Paceño Carmen del Emero, así como Rurrenabaque, San Ignacio de Moxos y Baures en Beni (Espinoza & Ledezma, 2014)

El presente trabajo de investigación se realizó bajo el Diseño Experimental Completamente al Azar con el Modelo Lineal general y Mixto, con el comportamiento agronómico de seis clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) en fase de establecimiento en las localidades de Tumupasa, Esmeralda e Ixiamas de la provincia Abel Iturralde. La producción de plantines de clones de cacao fue trasplantada a una edad de 1 año.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento agronómico de seis clones de cacao (*Theobroma cacao L.*) en fase de establecimiento en las localidades de Tumupasa, Ixiamas y Esmeralda.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Comparar el comportamiento agronómico de plántulas de seis clones de cacao en las localidades de Tumupasa, Ixiamas y Esmeralda.
- ✓ Determinar el comportamiento agronómico de plántulas en tres localidades donde se muestren las mejores condiciones de establecimiento de los clones de cacao.
- ✓ Determinar la interacción de seis clones de cacao y tres de localidades en el comportamiento agronómico

3 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 El cacao (*Theobroma cacao* L.)

El cacao es un árbol tropical perenne de la familia Malvácea su nombre científico es *Theobroma cacao* L., que significa "alimento de los dioses" en griego. El cacao es originario de América del Sur, y se cultiva en las regiones tropicales de todo el mundo.

Según Yopez & Villegas, (2012) indica que, el árbol del cacao es una planta tropical que crece en climas cálidos y húmedos. Su uso más familiar es la principal materia prima del chocolate son en realidad cuatro productos intermedios derivado de granos de cacao: masa de cacao, manteca de cacao, torta de cacao y cacao en polvo. Se cree que el árbol del cacao se originó en el Amazonas y solo se cultivó más tarde. Se expandió a Centroamérica, especialmente a México. Los granos de cacao los aztecas los usaban como moneda y también les encantaba como bebida.

3.2 Origen del cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L) se originó en la región del Amazonas en el noroeste de América del Sur y desde allí se extendió a África y el suroeste de Asia. Según Fins (2013) el cacao se produce en los tramos superiores de los principales afluentes del río Amazonas, estas son las regiones de la selva amazónica al pie de la Cordillera de los Andes, actualmente parte de Perú, Ecuador y Colombia en América del Sur; donde el árbol del cacao crece de forma natural, además se cree que los indígenas de las amazonas no conocían el chocolate, solo comían pulpa semillas de cubierta blanca de las que se extrae una bebida alcohólica llamada chicha, con eso en mente debieron empezar a recoger la fruta por esta razón, se les otorgan deseables cualidades de domesticación.

3.3 Clasificación taxonómica de cacao

La taxonomía del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L), Lopez, (2023) indica que se clasifica de la siguiente manera.

Tabla 1

Taxonomía del cacao

Reino	Plantae – plantas
División	Magnoliophyta – plantas con flores
Clases	Magnoliopsida – dicotiledóneas
Familia	Malvaceae
Genero	<i>Theobroma</i>
Especie	Cacao L.
Nombre científico	<i>Theobroma cacao</i> L.

Fuente: Lopez, (2023)

3.4 Clon

Un clon de cacao es un conjunto de plantas genéticamente idénticas, reproducidas en forma asexual a través de la injertación, por acodos, o por enraizamiento de estacas y ramillas. Los clones se utilizan para la producción comercial de cacao porque son más uniformes y resistentes a las plagas y enfermedades que las plantas de semillas.

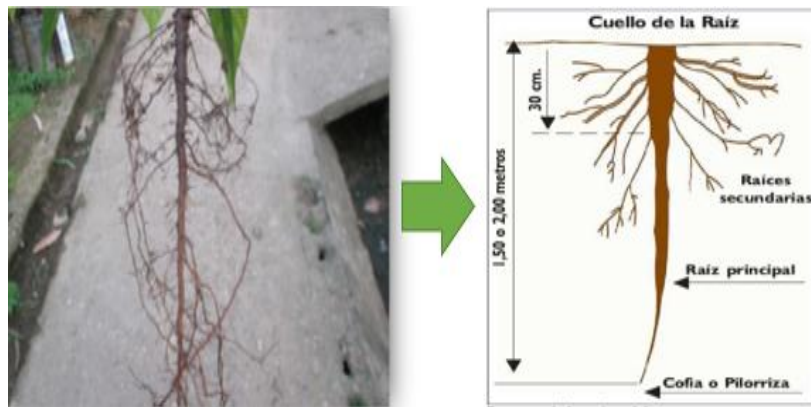
Según Arvelo, (2017) los clones requieren de conocimiento y práctica en técnicas de propagación asexual. Son más precoces en producir. Las plantas son iguales entre ellas e iguales a los individuos inicialmente seleccionados. Debido a la heterogeneidad del material obtenido por semilla, el mejoramiento de cacao se ha focalizado en la selección de clones; sin embargo, se debe tener en cuenta que el desarrollo de la cacaocultura basada en un solo clon es altamente peligroso. El cultivo de un solo clon en una gran área constituye un caldo de cultivo para el desarrollo de nuevas plagas y enfermedades. La uniformidad genética de los cultivares en Latinoamérica contribuyó de manera importante al desarrollo devastador de la Escoba de Bruja y de la monilia a principios del siglo XX en Ecuador y, recientemente, en Brasil. Plantaciones en grandes superficies del mismo clon proporcionan la uniformidad ideal

para que nuevos organismos se conviertan en plagas devastadoras. En Venezuela una nueva plaga, “Perforador de Mazorca” apareció en la costa norte central causando pérdidas de 80% de las mazorcas.

3.5 Morfología de cacao

3.5.1 La raíz

La raíz principal que puede alcanzar 1,20 -1,50 m en suelo suelto. hasta 2 m. el tipo de raíz del cacao es pivotante y tiene muchas raíces secundarias, se encuentra en los primeros 0,25 a 0,30 m de suelo alrededor de los árboles y posiblemente longitudes horizontales hasta 5 - 6 m. (Dostert, 2012)



Fuente: Rivera, (2018)

3.5.2 Tallo

El tallo es ortótropo (vertical) en la primera etapa de crecimiento, en longitud 12-15 meses. Este crecimiento luego se detiene, lo que resulta en la formación de 4 - 5 ramas secundarias "ramas" que crecen en diagonal (horizontalmente). Debajo de la horqueta aparece con frecuencia brotes ortotrópicos o “chupones” que darán lugar a una nueva horqueta y este evento, puede repetirse por 3 a 4 veces consecutivas. (Dostert, 2012)

3.5.3 La hoja

Las hojas son coriáceas (o cartáceas) simples, enteras (o ligera e irregularmente sinuadas), angostamente ovadas a obovado-elípticas, ligeramente asimétricas, 17- 48-60 cm de largo y 7-10-14 cm de ancho, alternas y glabras o laxamente pubescentes en ambas caras. La base de las hojas es redondeada a ligeramente cordada, ápice largamente apiculado. El pecíolo es de 14-27 mm de largo, de las hojas laterales es pequeño y el de la hoja del tronco es normalmente largo con un pulvinus bien marcado. (Dostert, 2012).



Fuente: Sánchez, (2023)

3.5.4 Flores

Las flores aparecen en el tronco en forma solitaria o en grupos (cojinetes florares), su diámetro oscila entre 1-1,5 cm. Las flores son pentámeras, hermafroditas, actinomorfas, y 5-10-20 mm de diámetro; el pedúnculo floral es de 1-3 cm de largo. Los sépalos son (verdosos) blancos o rosas claros, 5-8 mm de largo, 1.5-2 mm de ancho, angostamente lanceolados, persistentes y fusionados en la base. Los pétalos son un poco más largos que los sépalos, 6-9 mm de largo, libres, amarillentos, con dos (tres) nervios violetas adentro, glabros, con la parte inferior redondeada o abruptamente atenuada, recurvos y apiculados. Los estambres son 10 y

lineares; cinco estambres fértiles se alternan con cinco estaminodios; todos los estambres están fusionados en la base formando un tubo; los estambres fértiles son de 2,5-3 mm de largo y están dispuestos frente a los pétalos; los estaminodios son violeta y 6,5-7,5 mm de largo. 9 el ovario es de 2-3 mm de largo, anguloso-ovado, ligeramente pentagonal y pentámero. Los óvulos se disponen en dos filas con 6-12-16 óvulos por fila (Dostert, 2012)

3.4 Enfermedades de cacao

3.4.1 Escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Según Phillips & Cerda, (2011) la escoba de bruja es una de las enfermedades más dañinas del cacao y es causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa* (antes *Crinipellis perniciosa*). Ataca todas las plantas de cacao, produciendo crecimientos anormales y lesiones en los brotes, las ramas, los cojines florales y los frutos. También ataca a las plántulas de vivero. Algunos de los síntomas en frutos podrían ser confundidos con la moniliasis. La escoba de bruja está presente en Suramérica, algunos países del Caribe y al sur del canal de Panamá, lo que constituye una amenaza permanente para los cacaotales centroamericanos. La identificación temprana de la escoba de bruja es esencial para alertar a las autoridades correspondientes y evitar su dispersión en la región. El hongo puede propagarse por medio de cualquier tipo de tejido como semillas, plantas enteras, varetas, mazorcas, etc.

3.4.2 *Phytophthora*

Según Phillips & Cerda, (2011) menciona que la *Phytophthora* produce la muerte de arriba hacia abajo de los brotes tiernos de las plantas adultas (chupones) y de las plántulas de vivero. Causa el cáncer del tronco que se caracteriza por la aparición de lesiones circulares que al remover la corteza tienen una coloración rojiza y pueden eventualmente producir la muerte del árbol. En la raíz, produce lesiones marrones y trastornos en la absorción del agua y de nutrientes, lo cual puede matar al árbol.

3.4.3 Antracnosis

Según Phillips & Cerda, (2011) menciona que esta enfermedad Antracnosis ataca los brotes tiernos, las hojas y los tallos más expuestos al sol, particularmente los que se encuentran en la copa del árbol, disminuyendo el desarrollo y la producción de las plantas. Causa lesiones secas con borde amarillo que normalmente avanzan del borde hacia adentro de las hojas hasta dañarlas completamente, tras lo cual las hojas se caen dejando las ramas desnudas. Esto estimula la emisión de nuevas ramas que también son infectadas, dando finalmente la apariencia de pequeñas escobas. En el vivero causa lesiones similares y defoliación, así como lesiones hundidas en el tallo. Los daños en mazorcas no son económicamente importantes y se distinguen por la aparición de lesiones de color café hundidas en mazorcas de distintas edades. Sobre las lesiones aparece un micelio blanco que se vuelve rosado al producirse las esporas del hongo. Las mazorcas enfermas se ennegrecen y mueren.

3.4.4 Mal de machete

Según Phillips & Cerda, (2011) menciona que el mal de machete crece como hongo en los tejidos conductores internos del tronco y de las ramas, obstruyendo el paso del agua y de los nutrientes. Consecuentemente, el árbol se marchita y muere. La enfermedad se presenta en forma esporádica y dispersa en la plantación, pero puede convertirse en un problema muy serio cuando el material sembrado es muy uniforme genéticamente o no está injertado sobre patrones resistentes a enfermedades del suelo.

3.4.5 Mal rosado

Según Phillips & Cerda, (2011) menciona que el mal rosado crece como hongo (*Corticium salmonicolor*) y que ataca a las ramas, ramillas y el tronco del cacao, cubriéndolos con una costra blanca que luego se vuelve rosada. Produce defoliación y secamiento de las ramas y, en muy pocos casos, la muerte del árbol. Generalmente se da en árboles jóvenes dispersos en la plantación, lo que limita su importancia económica. El hongo se propaga por esporas

llevadas por el viento y sobrevive en las lesiones viejas. El combate de la enfermedad es similar al descrito para el mal de hilachas

3.5 Plagas de cacao

3.5.1 Hormigas (*Atta spp*).

Causan fuertes daños en el follaje, tanto en vivero como en plantaciones menores de tres años. Atacan también plantas adultas, pero ya el daño no es tan grave por la cantidad de follaje que han desarrollado. (Paredes, 2009)

3.5.2 Chinche

Hay varios tipos de chinches. Pueden transmitir enfermedades y en algunos lugares se los considera como transmisores de la Moniliasis. Viven en colonias, en el pedúnculo de la mazorca, provocando lesiones parecidas a chancros o llagas oscuras de poca profundidad. Se pueden combatir con Metasystox-R. (Cerrón, 2012)

3.5.3 Gusanos medidores

Son larvas de Lepidópteros que atacan generalmente el follaje tierno y causan mucha destrucción en éste. Su daño es parecido al de la hormiga, pero se puede identificar por la forma del corte (Cerrón, 2012).

4 LOCALIZACIÓN

4.1 Ubicación geográfica

El presente trabajo de investigación se realizó en la provincia Abel Iturralde que se encuentra ubicada en el departamento de La Paz, Bolivia. Limita al norte con el departamento de Pando, al este con el departamento del Beni, al sur con la provincia de Franz Tamayo y al oeste con la República del Perú.

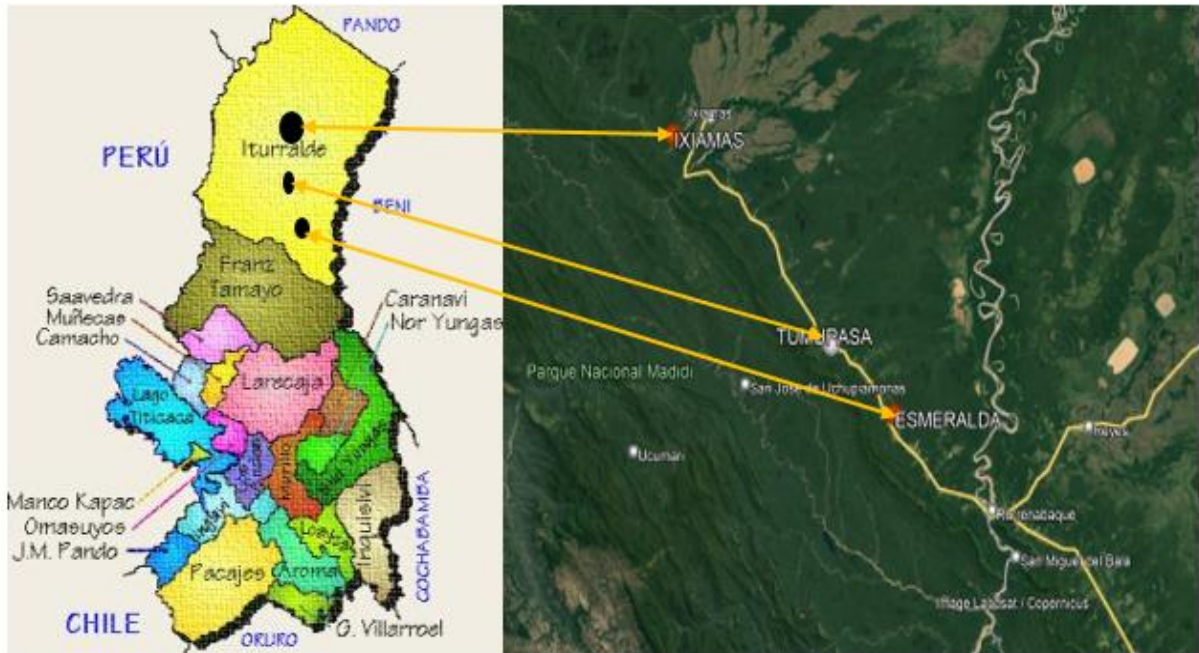
Las tres localidades se encuentran ubicadas en la región norte del departamento de La Paz, en la frontera con Perú y Brasil. Tumupasa y Esmeralda se encuentran en la parte media de la provincia Abel Iturralde, mientras que Ixiamas se encuentra en la parte alta.

Tabla 2

Localización y coordenadas de puntos de investigación

Etiqueta	Ubicación	Municipio	Coordenadas
Parcela demostrativa	Distrito Tumupasa		Long. 622725
Tumupasa		San Buenaventura	Lat. 8435434
Parcela demostrativa	Comunidad		Long. 636858
Esmeralda	“Esmeralda”	San Buenaventura	Lat. 8422368
Parcela demostrativa	Aledaño a arroyo		Long. 586963
Ixiamas	Satariapo	Ixiamas	Lat. 8474670

Fuente: Calle, (2021)



Fuente: DINA/PIBT-JB (2020)

**Parcela demostrativa
Esmeralda**



**Parcela demostrativa
Tumupasa**



**Parcela demostrativa
Ixiamas**



Fuente: Google Earth Pro (2023)

4.2 Características ecológicas

4.2.1 Clima

El clima de los municipios de la provincia Abel Iturralde pertenece al cálido tropical monzónico, el cual presenta relativa homogeneidad en el espacio y cierta estacionalidad.

Según Chino, (2018) indica que el clima es cálido, con poca humedad en otoño y con un clima cálido para primavera y verano. Según (GMI, 2009) Las máximas temperaturas se presentan

entre octubre y diciembre ($>27^{\circ}\text{C}$), mientras que las mínimas se dan en julio ($<23^{\circ}\text{C}$), lo que significa una oscilación térmica anual de $\pm 4^{\circ}\text{C}$. Existe una relativa variación espacial de la temperatura, influida directamente por las serranías.

4.2.2 Suelo

Los suelos de la provincia Abel Iturralde son de origen aluvial, formados por la acumulación de sedimentos transportados por los ríos. Son suelos jóvenes, poco evolucionados, de textura arcillosa o franco arcillosa. La profundidad de los suelos es variable, siendo generalmente menor en las zonas más altas y mayor en las zonas más bajas.

Según Calle, (2021) menciona que el nutriente para el cultivo de cacao en la PD Ixiamas, se puede concluir que los nutrientes deficientes son el nitrógeno, fósforo y potasio requiriendo 873.78 kg N/ha, 88.29 kg P/ha y 622.68 kg K/ha (873.78 kg N, 202.26 kg P_2O_5 y 750.33 kg K_2O en su forma comercial). De acuerdo al diagnóstico de acidez del suelo se evidencia que los suelos se encuentran en el rango muy alto al presentar 59.01 % de saturación de acidez valor por encima del porcentaje de saturación del cultivo de cacao (20%).

4.2.3 Vegetación

La vegetación de la provincia Abel Iturralde es muy diversa, ya que la región abarca una amplia gama de altitudes, desde las tierras bajas tropicales hasta las tierras altas andinas.

Según SERNAP, (2006) menciona la amplia diversidad de ecosistemas y paisajes del Madidi da como resultado una variedad de tipos de vegetación y una gran cantidad de especies de plantas, con 1.868 especies de plantas vasculares de las especies registradas hasta el momento, 31 son exclusivas de Madidi y 92 son endémicas de Bolivia.

5 MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Material biológico

En el presente trabajo de investigación se utilizó seis clones de cacao que fueron:

ICS 95	ICS 06
III 06	III 13
IMC 67	ICS 01

Las cuales fueron establecidos en las Localidades Esmeralda, Tumupasa e Ixiamas de los municipios San Buenaventura e Ixiamas del Provincia Abel Iturralde del norte de La Paz.

5.1.2 Material de gabinete

- | | |
|---------------|-------------------------------|
| ✓ Laptop | ✓ Hojas bon (tamaño carta) |
| ✓ Impresora | ✓ Sobre manila (tamaño carta) |
| ✓ Calculadora | ✓ Bolígrafos |
| ✓ Marcadores | ✓ Lápiz |

5.1.3 Material de campo

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| ✓ Botas | ✓ Formulario de registro |
| ✓ Daga | ✓ Machete |
| ✓ Celular con cámara fotográfica | ✓ Vernier |
| ✓ Flexómetro | ✓ Cintas plásticas |
| ✓ Tablero | ✓ Bolígrafo |

5.2 Métodos

El trabajo de investigación de campo fue realizado en los Municipios de San Buenaventura e Ixiamas de Provincia Abel Iturralde y se realizó el monitoreo en las parcelas de las tres localidades.

Las parcelas donde se realizaron el trabajo de investigación se encontraron ya establecidas con plantines de clones de cacao en desarrollo de aproximadamente de 1 años bajo un diseño de plantación en marco real de 4 x 4 m y de una superficie de 10000 m² (una hectárea).

5.2.1 Procedimiento experimental

El trabajo de investigación se llevó a cabo de acuerdo con los siguientes procedimientos

5.2.1.1 Identificación de las parcelas experimentales

Inicialmente se realizó la coordinación con las regionales de UMSA (San buenaventura e Ixiamas) y autoridades comunales, donde se programó las visitas de campo y la obtención de las parcelas para el presente trabajo de investigación.

5.2.1.2 Deshierbe de las parcelas

Una vez que se inspecciona la parcela, se desmaleza toda el área y se despeja para la medición. Los campos se deshieron y se limpiaron con equipos como motosierras y machetes, lo que ayudó a completar todo el deshierbe en el menor tiempo posible.

5.2.1.3 Selección de clones al azar

Una vez realizado la limpieza se procedió con seleccionar al azar los clones en toda el área de las parcelas implementados, los plantines que fueron seleccionados son de 1 año de edad, los clones fueron seleccionados 5 plantines por clones una vez seleccionado los plantines se realizaron la marcación con seis diferentes colores y amarres.

5.2.1.4 Poceado de plantas

Una vez realizado la selección por clones se procedió con el poceado alrededor de las plántulas con un machete, manteniendo todas las plántulas dentro de un metro. Se realiza el poceado para tener una mejor obtención de datos de los clones implementados en las localidades

5.2.1.5 Registro de datos

Se registró los datos de los 30 plantines de seis clones que fueron seleccionados al azar, durante la obtención de datos se pudo observar que estaban en un crecimiento estable.

5.2.2 Diseño experimental

El presente trabajo de investigación se realizó bajo el Diseño Experimental Completamente al Azar repetidas en el espacio. El análisis estadístico que se trabajó fue con el programa InfoStat versión estudiantil (Peñañiel, 2020).

Se trabajó con 6 tipos de clones, en una parcela se tenía establecido un total de 625 plantas/ha por localidad (clon ICS 95; 104 plantas, clon III 06; 104 plantas, clon IMC 67; 104 plantas, clon ICS 06; 104 plantas, clon III 13; 104 plantas, clon ICS 01; 104 plantas) de las cuales se tomaron 5 plantas de muestra para la toma de datos.

Se realizó el análisis bajo un modelo lineal generalizado mixto (MLGM) por tener seguido repeticiones.

5.2.2.1 Factor de estudio

Tabla 3

Factores de estudio

Factor A		Factor B	
Clones		Localidades	
✓	ICS 95	✓	Esmeralda
✓	III 06	✓	Tumupasa
✓	IMC 67	✓	Ixiamas
✓	ICS 06		
✓	III 13		
✓	ICS 01		

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 Modelo lineal

Según Peñafiel (2020) indica que el Modelo Lineal Generalizado Mixto (MLGM) para un diseño completamente al azar, es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_l + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera.

μ = media poblacional.

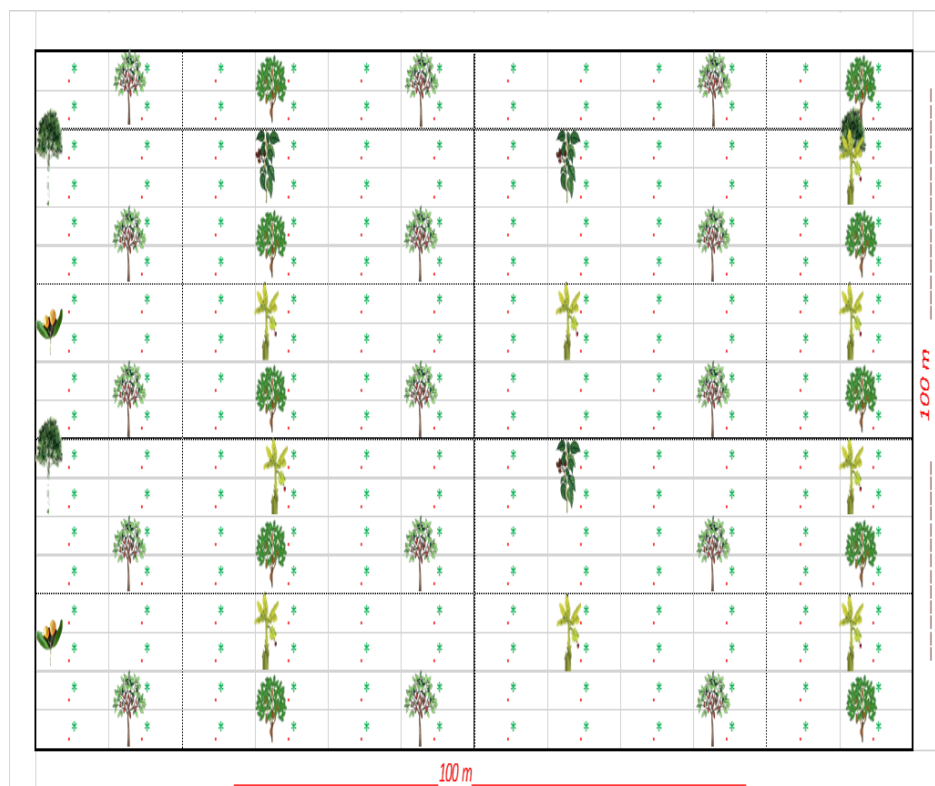
α_i = efecto del i-esima variedad.

β_j = efecto de bloque por localidad.






α_l = efecto del l-esimo por localidad.

e_{ijk} = error experimental

5.2.2.3 Croquis del área experimental



Fuente: Elaboración propia

Cacao		4x4 m
Copazu		4x4 m
Plátano		4x4 m
Achiote		8x8 m
Achachairú		8x8 m

5.2.3 Variables de respuesta evaluadas

Las variables de respuesta evaluadas en el estudio se describen a continuación:

5.2.3.1 Variables agronómicas

Las variables agronómicas se registraron mensualmente durante 6 meses considerando 6 clones de cacao por hectárea, con 5 repeticiones por clon donde se seleccionaron 5 plantas por clon de cacao para la toma de datos.

5.2.3.1.1 Altura de planta

Esta variable de altura de planta se obtiene midiendo desde la base del suelo hasta la parte del ápice de la planta empleando un flexómetro, obteniendo datos en centímetros (cm), este trabajo se evaluó cada dos meses por un tiempo de seis meses.



Figura 1 Obtención de dato en altura de planta

5.2.3.1.2 Diámetro de patrón

Esta variable de diámetro de patrón se midió en la base cuello de principal de tallo con un calibrador expresado en centímetros (cm) se evaluó cada dos meses durante seis meses.



Figura 2 Obtención de dato en diámetro de patrón

5.2.3.1.3 Diámetro del tallo

Esta variable de diámetro de tallo se midió en altura de la cicatriz del cotiledón con un calibrador expresado en centímetros (cm) se evaluó cada dos meses durante seis meses.



Figura 3 Obtención de datos en diámetro de tallo

5.2.3.1.4 Numero de hojas

Esta variable de número de hojas se consistió en el conteo de las hojas por planta para un total de las lecturas expresadas en unidades, se evaluó cada dos meses durante seis meses.



Figura 4 Obtención de datos en número de hojas

5.2.3.1.5 Longitud de hoja

Esta variable de longitud de hojas se midió (largo y ancho) para un total de lectura expresada en centímetros (cm) se evaluó cada dos meses durante seis meses.



Figura 5 Obtención de datos en longitud de hoja

5.2.3.1.6 Número de brotes

Esta variable de número de brotes consistió en el conteo de los brotes por planta para un total de las lecturas expresadas en unidades.



Figura 6 Obtención de datos en número de brotes

5.2.3.1.7 Diámetro de brotes

Esta variable de diámetro de brotes se evaluó con la ayuda de un calibrador, se hizo la medición para los seis clones de cacao para un total de lectura expresada en centímetros (cm).



Figura 7 Obtención de datos en diámetro de brotes

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los objetivos y métodos propuestos, para una mejor interpretación, los resultados se presentan según variables de investigación.

Los resultados se presentan en cada subtítulo teniendo en cuenta tres objetivos específicos.

6.1 Variables agronómicas de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.)

6.1.1 Altura de la planta (cm)

Para determinar esta variable se midió la altura de las plantas clones de cacao en las localidades según el método descrito anteriormente. Los resultados obtenidos se presentan en detalle a continuación.

Tabla 4

Análisis de efectos fijos de altura de la planta

F V	GL	F - valor	Pr > valor	Significancia
Localidades	2	7,25	0,016	*
Clon	5	1,12	0,423	NS

FV= Fuente de variación; GL=Grados de Libertad; Pr>F= Probabilidad de F; **= Altamente significativo; *= Significativo; NS= No significativo.

En la tabla 4, se puede apreciar en análisis de efectos fijos del Altura de planta del cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en el factor Localidades con un valor (Pr <0,05) (n=0,016) es significativo lo cual nos indica que hay diferencia significativa en la altura de la planta en cada localidad, en cuanto al factor Clon con valor (Pr>0,05) (n=0,423) nos indica que no hay significancia entre clones con respecto a la altura de la planta en cada localidad.

Tabla 5

Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en altura de planta

Localidades	Medias (cm) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
Esmeralda	44,85	2,94	A
Ixiamas	35,68	2,22	B
Tumupasa	30,82	2,22	B

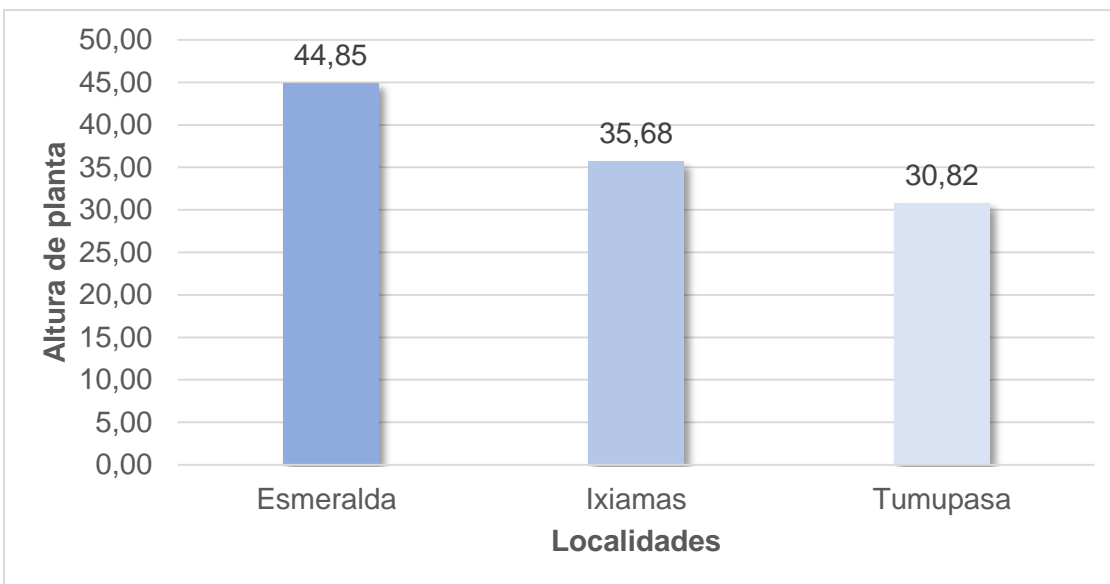
E.E. Error estándar

En la tabla 5 y grafica 1, se observa la comparación de medias donde existe diferencias significativas en altura de planta en la localidad de Esmeralda con un promedio de 44,85 cm ($\pm 2,94$), superior a la media alcanzada en las localidades de Ixiamas y Tumupasa que son estadísticamente similares con 35,68 ($\pm 2,22$) y 30,82 cm ($\pm 2,22$) respectivamente.

Según Rosillo, (2022) indica que, la altura de planta varía de 14 a 23 cm, con una alta respuesta a la dosis de biol de 50 y 25 ml.

Por otra parte Alarcón, (2019) reporta datos de altura de planta de los meses de octubre 2018 a marzo 2019, los cuales no presentan diferencias estadísticas a nivel de altura, sin embargo (Salinas & Tomala, 2014) señala diferencia significativa entre los tratamientos a los 3 meses de adaptación, por el contrario a los 6, 9 y 12 meses existe alta diferencia significativa, al término del primer año, el tratamiento con promedio mayor en altura de planta es EET-95 con 104,25 cm y el de menor valor fue EET-575 con 41,05 cm. El resultado obtenido en altura de planta de Esmeralda 44,85 cm se aproxima a 41,05 cm EET-575, sin embargo, es menor a 104,25 cm EET95.

Estas diferencias significativas sobre los datos de altura de planta, según (Calle, 2021) indica e identifica en las 3 localidades (Esmeralda, Tumupasa e Ixiamas) realizado el análisis de la fertilidad de nutrientes de suelo para el cultivo de cacao, identifica que los nutrientes deficientes son el nitrógeno, fosforo y potasio, los cuales son esenciales para el crecimiento de la planta.



Grafica 1 Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en altura de planta

Tabla 6

Promedio y error estándar de seis clones en altura de planta

Clon	Medias (cm) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
ICS - 95	42,07	3,14	A
ICS - 06	38,32	4,01	A
IMC - 67	37,73	3,14	A
ICS - 01	37,52	4,01	A
III - 13	34,90	3,14	A
III - 06	32,17	3,14	A

E. E= Error estándar

En la tabla 6, se observa el promedio de datos de altura de planta en clones, el clon ICS -95 presenta 42,07 cm de altura, seguido por el clon ICS – 06 con 38,32 cm y con el menor promedio el clon III – 06 con 32,17 cm.

Según las investigaciones de Rosillo, (2022) encontró un promedio de 22,49 y 20,83 cm en altura de planta en los clones TSH-565*50 ml y UF-613*50 ml evaluado con dosis de biol, son valores semejantes, sin embargo (Alarcón, 2019) menciona que los resultados alcanzados en

el análisis de varianza como se indicó no expresaron diferencia estadística a nivel de altura de planta, sin embargo se decidió realizar un análisis de tendencia lineal, en el que se determinó un mejor comportamiento del tratamiento ETT-103 con la interacción distanciamiento 3, que corresponde a 4 x 2,5 m.

6.1.2 Diámetro de patrón (cm)

Para determinar esta variable se realizó la medición del diámetro de patrón de los clones de cacao en las localidades, los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Tabla 7

Análisis de efectos fijos de diámetro de patrón

F V	GL	F - valor	Pr > valor	Significancia
Localidades	2	1,59	0,2622	NS
Clon	5	0,19	0,9577	NS

FV= Fuente de variación; GL=Grados de Libertad; Pr>F= Probabilidad de F; **= Altamente significativo; *= Significativo; NS= No significativo.

En la tabla 7, se puede apreciar que no existen diferencias estadísticas en el diámetro del patrón, esto podría estar atribuido a que los patrones de las plantas se encuentran en condiciones ambientales similares de la misma manera el manejo de los patrones es similar.

Tabla 8

Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en Diámetro de patrón.

Localidades	Medias (cm) x̄	E. E.	Prueba DMS
Esmeralda	1,07	0,08	A
Ixiamas	0,97	0,06	A
Tumupasa	0,90	0,06	A

E. E= Error estándar

En la tabla 8, se observa que Esmeralda tiene un promedio mayor de 1,07 cm ($\pm 0,08$) en diámetro de patrón y con el menor promedio esta Tumupasa con 0,90 cm ($\pm 0,06$).

Según Moran & Vera (2012) el diámetro de patrón a los 150 días obtuvo un 0.81 cm de diámetro y no se encontraron diferencias estadísticas, asimismo (Aldana & Rodríguez, 2019) reporta los resultados de los análisis estadísticos que la variable de diámetro de patrón tuvo un mejor comportamiento en las fincas de Guayabal, Daz del rio y La roca - Ecuador.

Tabla 9

Promedio y error estándar de seis clones en diámetro de patrón

Clon	Medias (cm) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
IMC – 67	1,03	0,08	A
III – 06	1,00	0,08	A
ICS – 06	1,00	0,10	A
ICS – 95	0,97	0,08	A
ICS – 01	0,95	0,10	A
III – 13	0,93	0,08	A

E.E. Error estándar

En la tabla 9, se observa los datos de diámetro de patrón en clones, el clon IMC-67 presenta el 1,03 cm de diámetro, seguido por el clon III – 06 con 1,00 cm, y el clon III – 13 con un 0,93 cm siendo con menor diámetro, y no presenta diferencias significativas los clones.

Según los estudios del Moran & Vera (2012) mencionan que, a los 150 días no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos y por lo tanto son iguales entre sí. No obstante el tratamiento que obtuvo un mejor comportamiento es el cacao EET-575 con un promedio de 0,81 cm de diámetro y el menor promedio fue EET-576 y EET-103 con un 0,79 cm de diámetro de patrón, sin embargo (Aldana & Rodríguez, 2019) menciona que no existe diferencias significativas en diámetro de patrón.

6.1.3 Diámetro de tallo (cm)

Para determinar esta variable se realizó la medición del diámetro de tallo de los clones de cacao en las localidades, según la metodología descrita anteriormente, los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Tabla 10

Análisis de efectos fijos de diámetro de tallo

F V	GL	F - valor	Pr>valor	Significancia
Localidades	2	3,71	0,0725	NS
Clon	5	1,62	0,2591	NS

FV= Fuente de variación; GL=Grados de Libertad; Pr>F= Probabilidad de F; **= Altamente significativo; *= Significativo; NS= No significativo.

En la tabla 10 se puede apreciar en análisis de efectos fijos del diámetro de tallo del cultivo de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en el factor Localidades no existen diferencias estadísticas y en el factor Clon de igual manera no existen diferencias estadísticas (Pr >0,05).

Tabla 11

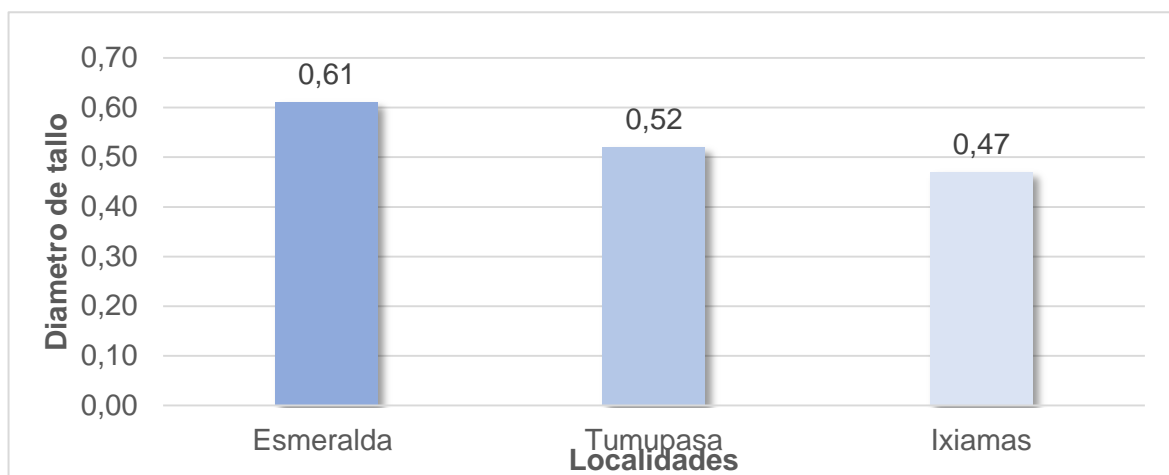
Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en diámetro de tallo

Localidades	Medias (cm) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
Esmeralda	0,61	0,04	A
Tumupasa	0,52	0,03	A B
Ixiamas	0,47	0,03	B

E.E. = Error estándar

En la tabla 11 y grafica 2 se observa la comparación de medias donde existe una diferencia significativa en diámetro de tallo en la localidad de Esmeralda 0,61(\pm 0,04), superior a la media alcanzada en las localidades de Tumupasa e Ixiamas que son estadísticamente similares con 0,52 (\pm 0,03) y 0,47 cm (\pm 0,03) respectivamente.

Según Alarcón, (2019) señala que desde octubre de 2018 a marzo de 2019, el diámetro de tallo no presenta diferencia estadística por otra parte Salinas & Tomala, (2014) encontró en análisis de varianza alta diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al diámetro de tallo entre los meses 3, 6 y 9, además indica que a los 12 meses no existe diferencia significativa.



Grafica 2 Prueba de promedio y error estándar de tres localidades del diámetro de tallo

Tabla 12

Promedio y error estándar de seis clones en diámetro de tallo

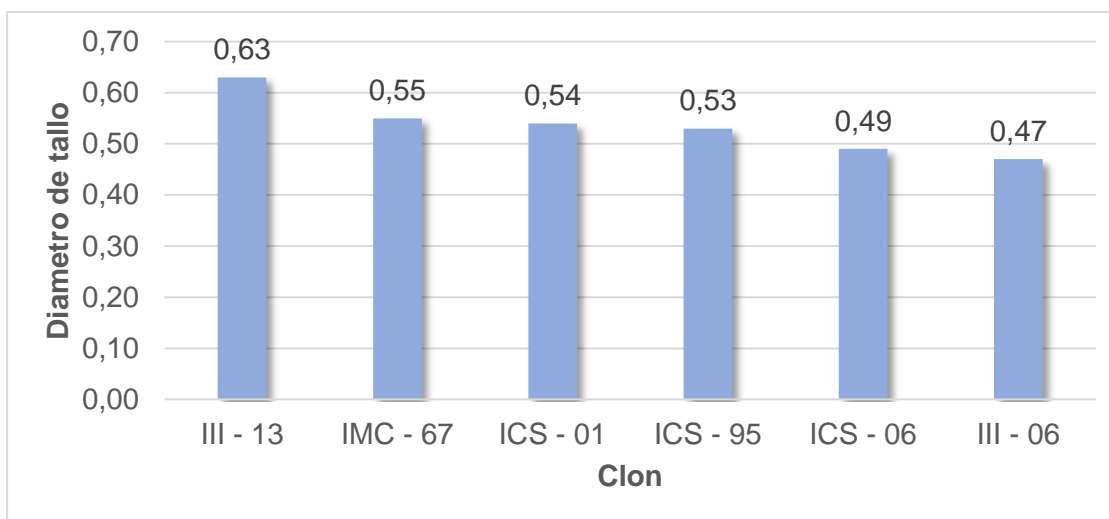
Clon	Medias (cm) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
III – 13	0,63	0,04	A
IMC – 67	0,55	0,04	AB
ICS – 01	0,54	0,06	AB
ICS – 95	0,53	0,04	AB
ICS – 06	0,49	0,06	AB
III – 06	0,47	0,04	B

E.E. = Error estándar

En la tabla 12 y grafica 3, se observa la variable de diámetro de tallo, se puede observar que existen diferencias significativas entre los clones, siendo el clon III – 13 con mayor promedio de 0,63 cm y con menor promedio de diámetro de tallo está el clon III – 06 con 0,47 cm.

Según los estudios de Alarcón, (2019) indica que los resultados alcanzados en el análisis de varianza como se indicó no expresaron diferencia estadística a nivel de diámetro de tallo, sin embargo se decidió realizar un análisis de tendencia lineal, en el que se determinó un mejor comportamiento ambiental del tratamiento ETT095 con la interacción distanciamiento 1, que corresponde a 3 x 3 m, aunque su diferencia estadística no sea significativa frente al resto de tratamientos, sin embargo, (Salinas & Tomala, 2014) señalan que, en diámetro de tallo, con un mayor promedio de 5,23 cm está el clon EET-103 a los 12 meses desde su adaptación y el menor valor fue el clon CCN-51 con 3,92 cm, sin embargo estos datos son mayores a los datos de diámetro de tallo de la presente investigación.

Estas diferencias significativas respecto al diámetro de tallo podrían deberse a una combinación de factores, incluyendo el genotipo, las condiciones ambientales y la presencia de enfermedades y plagas.



Grafica 3 Promedio y error estándar de seis clones en diámetro de tallo

6.1.4 Número de hojas

Para determinar esta variable de número de hojas, se realizó el conteo del total de hojas de los clones de cacao en las localidades, según la metodología descrita anteriormente, los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Tabla 13

Análisis de efectos fijos de número de hojas

F V	GL	F - valor	Pr>valor	Significancia
Localidades	2	12,12	0,0038	**
Clon	5	1,27	0,3622	NS

FV= Fuente de variación; GL=Grados de Libertad; Pr>F= Probabilidad de F; **= Altamente significativo; *= Significativo; NS= No significativo.

En la tabla 13, se aprecia el análisis de efectos fijos del número de hojas del cultivo de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en el factor Localidades existe altamente diferencias estadísticas y en el factor Clon se observa que no existe diferencias estadísticas (Pr >0,05).

Tabla 14

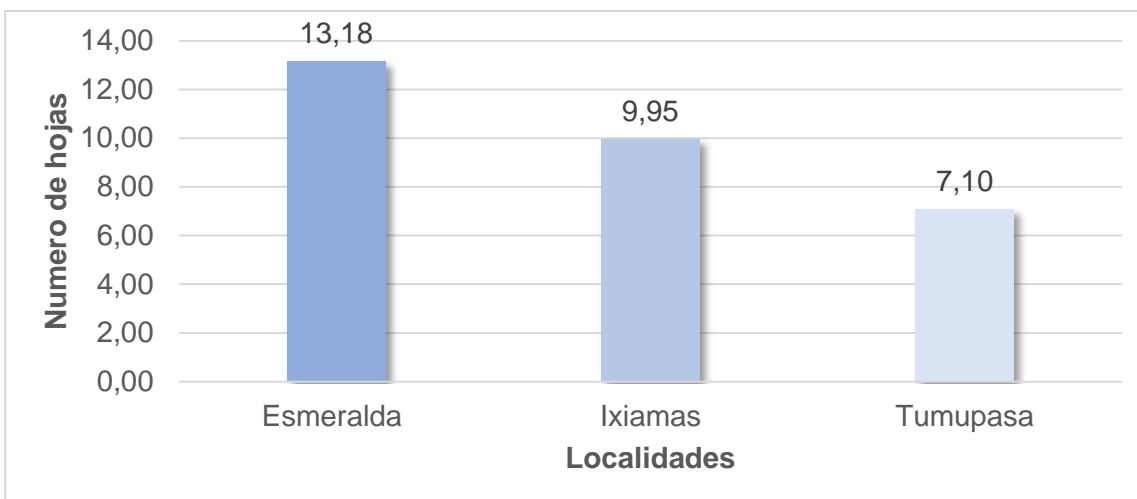
Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en número de hojas

Localidades	Medias (Un.) x̄	E. E.	Prueba DMS
Esmeralda	13,18	0,99	A
Ixiamas	9,95	0,75	B
Tumupasa	7,10	0,75	C

É.E. = Error estándar

En la tabla 14 y grafica 4, se observa la comparación de medias donde existe una diferencia significativa en número de hojas en las localidades, siendo Esmeralda con mayor número de hojas de 13,18 ($\pm 0,99$), e Ixiamas y Tumupasa con datos similares de 9,95 ($\pm 0,75$) y 7,10 cm ($\pm 0,75$) respectivamente.

Según Rosillo, (2022) indica que el número de hojas varía de 12,5 a 18,5, con una alta respuesta a una dosis de biol de 50 ml y con 25 ml de dosis de biol y desde el punto de vista de (Alarcón, 2019) señala que desde octubre de 2018 al marzo de 2019, el número de hojas no presenta diferencia estadística.



Grafica 4 Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en número de hojas

Tabla 15

Promedio y error estándar de seis clones en número de hojas

Clon	Medias \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
ICS – 01	12,00	1,35	A
III – 13	11,07	1,06	A
IMC – 67	10,33	1,06	A
ICS – 95	9,67	1,06	A
ICS – 06	8,95	1,35	A
III – 06	8,43	1,06	A

E.E. = Error estándar

En la tabla 15, se observa los datos de numero de hojas en clones donde el clon ICS -01 presenta el mejor valor en cuanto a número de hojas, y el clon III – 06 presenta el menor valor para el numero de hojas, además estadísticamente no presentan diferencias significativas.

Al no presentar diferencias significativas en cuanto al número de hojas, esto podría deberse a que las plantas fueron cultivadas en las mismas condiciones ambientales por tanto se tendría un número similar de hojas.

Según los estudios de Rosillo, (2022) en cuanto al número de hojas, las interacciones que tuvieron los valores más altos en esta variable son: TSH-565* 50 ml y UF-613* 50 ml. con 18,06 y 16,22 unidades en número de hojas respectivamente, esto muestra que los efectos combinados de los clones y las dosis tiene una fuerte influencia para el desarrollo de las hojas, sin embargo (Alarcón, 2019) en los resultados alcanzados en el análisis de varianza no expresaron diferencia estadística a nivel de número de hoja, sin embargo se decidió realizar un análisis de tendencia lineal, en el que se determinó un mejor comportamiento ambiental del tratamiento ETT576 con la interacción distanciamiento 2, que corresponde a 3 x 3.5 m, aunque su diferencia estadística no sea significativa frente al resto de tratamientos.

6.1.5 Longitud de hojas (cm)

Para determinar esta variable se realizó la medición de la longitud de hojas de los clones de cacao en las localidades, según la metodología descrita anteriormente, los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Tabla 16

Análisis de efectos fijos de longitud de hojas

F V	GL	F - valor	Pr>valor	Significancia
Localidades	2	6,15	0,0241	*
Clon	5	0,62	0,6908	NS

FV= Fuente de variación; GL=Grados de Libertad; Pr>F= Probabilidad de F; **= Altamente significativo; *= Significativo; NS= No significativo.

En la tabla 16, se puede apreciar en análisis de efectos fijos de la longitud de hojas del cultivo de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en el factor Localidades existen diferencias estadísticas y en el factor Clon se observa que no existen diferencias estadísticas (Pr >0,05).

Tabla 17

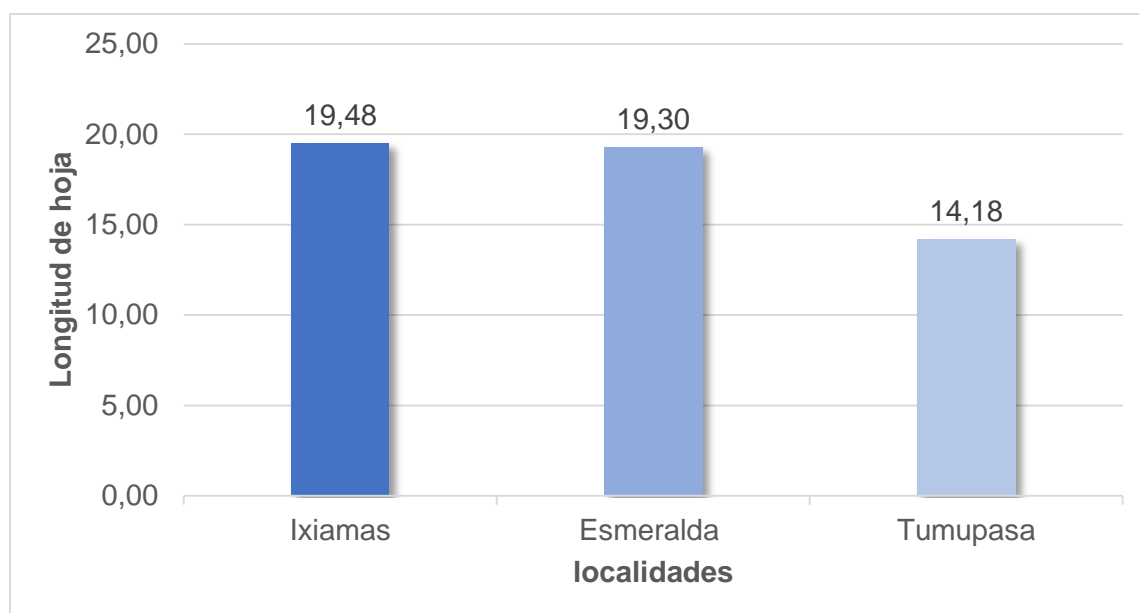
Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en longitud de hojas

Localidades	Medias (cm) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
Ixiamas	19,48	1,17	A
Esmeralda	19,30	1,54	A
Tumupasa	14,18	1,17	B

E.E. = Error estándar

En la tabla 17 y grafica 5, se observa la comparación de medias que existe una diferencia significativa en longitud de hojas en la localidad de Ixiamas 19,48 ($\pm 1,17$) un dato superior a la media alcanzada en Tumupasa de 14,18 cm ($\pm 1,17$).

Según Aldana & Rodriguez, (2019) los resultados de los análisis estadísticos de la variable de longitud de hojas, existe diferencias altamente significativa entre localidades, y (Alarcón, 2019) señala que desde octubre 2018 a marzo 2019 la longitud de hoja no presenta diferencia estadística.



Grafica 5 Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en longitud de las hojas

Tabla 18

Promedio y error estándar de seis clones en longitud de hojas

Clon	Medias (cm) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
ICS – 06	19,62	2,10	A
ICS – 01	19,07	2,10	A
IMC – 67	17,80	1,65	A
ICS – 95	17,27	1,65	A
III – 06	16,50	1,65	A
III – 13	15,67	1,65	A

E.E. = Error estándar

En la tabla 18, se observa los datos de longitud de hojas en clones, el clon ICS -06 presenta 19,62 cm de longitud de hoja y el clon III–13 presenta el 15,67 cm siendo un dato menor, como se puede observar en la variable de longitud de hojas no difieren significativamente los clones, lo cual podría estar sujeto a una similitud en cuanto a factores genéticos, ambientales y de cultivo.

Según los estudios de Aldana & Rodríguez, (2019) los resultados de los análisis estadísticos de la variable longitud de hojas, reportan diferencias altamente significativas entre localidades y épocas de evaluación. A nivel de comparación de medias se observa la misma tendencia de variables como longitud de hojas y diámetros de injerto, ya que guardan mucha relación por estar todas en función del desarrollo y la viabilidad del injerto. Se mantiene los incrementos en los índices cualitativos de esta variable en la finca Guayabal, durante todas las épocas de evaluación.

6.1.6 Número de brotes

Para determinar esta variable se realizó la medición del número de brotes de los clones de cacao en las localidades, según la metodología descrita anteriormente, los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Tabla 19

Análisis de efectos fijos de número de brotes

F V	GL	F - valor	Pr>valor	Significancia
Localidades	2	0,79	0,4882	NS
Clon	5	0,72	0,6248	NS

FV= Fuente de variación; GL=Grados de Libertad; Pr>F= Probabilidad de F; **= Altamente significativo; *= Significativo; NS= No significativo.

En la tabla 19, se puede apreciar en análisis de efectos fijos del número de brotes del cultivo de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en el factor Localidades no existen diferencias estadísticas y en el factor Clon se observa que no existen diferencias estadísticas (Pr >0,05).

Tabla 20

Prueba de promedio y error estándar de tres localidades en número de brotes

Localidades	Medias (Un.) x̄	E. E.	Prueba DMS
Ixiamas	2,55	0,39	A
Esmeralda	2,48	0,52	A
Tumupasa	1,9	0,39	A

E.E. = Error estándar

En la tabla 20, se observa la comparación de medias que no existe diferencia significativa en número de brotes, la localidad de Ixiamas tiene un valor mayor con respecto a la localidad de Tumupasa con un valor menor en número de brotes.

Según Rosillo, (2022) encontró el número de brotes que varía de 2,55 a 2,78 brotes con una alta respuesta a una dosis de biol de 50 ml y 25 ml, de la misma manera (Flores, 2019) señala en el Análisis de Varianza ANVA para la variable número de brotes no se observaron variaciones, los promedios son homogéneos.

Tabla 21

Promedio y error estándar de seis clones en número de brotes

Clon	Medias (Un.) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
ICS – 01	3,38	0,70	A
ICS – 95	2,37	0,55	A
III – 13	2,20	0,55	A
III – 06	2,17	0,55	A
IMC – 67	2,00	0,55	A
ICS – 06	1,73	0,70	A

E.E. = Error estándar

En la tabla 21, se observa los datos de número de brotes en clones, el clon ICS -01 presenta un valor mayor con respecto al clon ICS – 06 quien presenta un valor menor en número de brotes. No hay diferencia significativa en el número de brotes en los clones, esto podría estar atribuido a que los clones están en las mismas condiciones climáticas.

Según la investigación de Rosillo, (2022) menciona que la comparación del efecto principal de la media de número de brotes entre clones según la prueba de equidad del 95% de confianza de Tukey, se demostraron que el clon TSH-565 presentó el mejor valor en número de brotes y el clon CCN-51 presentó el valor más bajo, sin embargo, en los estudios de (Flores, 2019) indica que la fuente variabilidad de Clon no se observó diferencias estadísticas en los promedios obtenidos fueron homogéneos.

6.1.7 Diámetro de brotes

Para determinar esta variable se realizó la medición del diámetro de brotes de los clones de cacao en las localidades, según la metodología descrita anteriormente, los resultados obtenidos se detallan a continuación.

Tabla 22

Análisis de efectos fijos de diámetro de brotes

F V	GL	F - valor	Pr>valor	Significancia
Localidades	2	1,88	0,2145	NS
Clon	5	0,66	0,6635	NS

FV= Fuente de variación; GL=Grados de Libertad; Pr>F= Probabilidad de F; **= Altamente significativo; *= Significativo; NS= No significativo.

En la tabla 22, se puede apreciar en análisis de efectos fijos del diámetro de brotes del cultivo de Cacao (*Theobroma cacao L.*) en el factor Localidades no existen diferencias estadísticas y en el factor Clon se observa que no existen diferencias estadísticas (Pr >0,05).

Tabla 23

Prueba de promedio y error estándar de tres localidades diámetro de brotes

Localidades	Medias (cm) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
Ixiamas	0,41	0,08	A
Tumupasa	0,23	0,10	A
Esmeralda	0,20	0,08	A

E.E. = Error estándar

En la tabla 23, se observa la comparación de medias que no existe diferencia significativa en diámetro de brotes, la localidad de Ixiamas tiene un valor superior de 0,41 cm ($\pm 0,08$), con respecto a la localidad de Esmeralda que tiene un valor menor en diámetro de brotes.

La no diferencia estadística en el diámetro de brotes, esto se debería a que los brotes están adaptados en una amplia gama de condiciones ambientales y nutricionales.

Según Alaro, (2014) menciona que en análisis de varianza de diámetro de brotes no existe una descripción de la diferencia en bloques, pero si existe diferencia significativa en tratamiento y

así mismo obtuvo un coeficiente variación con 10,65%, y Gamboa, (2015) menciona que el diámetro de brotes a los 90 días obtuvo un valor de 3,43 mm en cada una de las tres evaluaciones se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Tabla 24

Promedio y error estándar de seis clones en diámetro de brotes

Clon	Medias (cm) \bar{x}	E. E.	Prueba DMS
III - 06	0,43	0,11	A
IMC - 67	0,35	0,11	A
III - 13	0,27	0,11	A
ICS - 95	0,27	0,11	A
ICS - 06	0,21	0,14	A
ICS - 01	0,16	0,14	A

E.E. = Error estándar

En la tabla 24, se observa los datos de diámetro de brotes en clones, el clon III-06 presenta 0,43 cm en diámetro de brotes con respecto al clon ICS – 01 presenta un valor menor de 0,16 cm en diámetro de brotes. Como se puede observar en la variable de diámetro de brotes no difieren significativamente los clones.

Según Alaro (2014) menciona que con la prueba de Medias y Duncan para el diámetro de brotes muestra que el tratamiento T1 ha presentado un diámetro del brote de 1,10 centímetros, con relación a los tratamientos T3 y T2 con 0,97 y 0,90 centímetros respectivamente, y Gamboa, (2015) menciona que existen diferencias significativas entre los tratamientos estudiados y el mayor diámetro del brote, correspondió a los tratamientos VRAE-15/UF-221 (4,67), TSH-565/IMC-67 (4,65), VRAE-15/IMC-67 (4,63), CCN-51/IMC-67 (4,55), VRAE-99/TSH-565 (4,43) y VRAE-15/TSH-565 (4,34)

7 CONCLUSIONES

Con base a los objetivos planteados del presente estudio se concluye que:

- ✓ En relación a los clones evaluados ICS-95 (42,07 cm de altura), IMC-67 (1,03 cm. diámetro de patrón), III-13 (0,63 cm diámetro de tallo); ICS-01 (12 hojas y 3,38 brotes), ICS-06 (19,07 cm longitud de hoja) y III-06 (0,43 cm diámetro de brotes).

Como conclusión, los 6 clones seleccionados por la Estación Experimental de Sapecho con potencial para el norte de La Paz, han demostrado características de adaptación en las 3 localidades (Ixiamas, Tumupasa y Esmeralda) y requieren continuar el seguimiento de su comportamiento agronómico.

- ✓ Los mejores resultados fueron en la localidad de Esmeralda con un promedio de 44,85 cm, en las variables de altura de planta; 1,07 cm. diámetro patrón; 0,61 cm. diámetro de tallo y 13,18 hojas y en la localidad de Ixiamas 19,48 cm de promedio, en variables de longitud de hojas y 2,55 brotes.

Esmeralda resultó ser la localidad con los mejores resultados en cuatro de los parámetros: altura de planta, diámetro patrón, diámetro de tallo y hojas. Ixiamas, por su parte, obtuvo los mejores resultados en el parámetro de longitud de hojas.

8 RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda continuar con el estudio para evaluar el crecimiento de los clones a largo plazo. Además, se sugiere seguir con la evaluación de campo para evaluar el rendimiento y la calidad de los frutos producidos por los clones, y en distintas localidades.
- ✓ Se recomienda realizar estudios adicionales para determinar la causa de las diferencias observadas entre las localidades. Estos estudios pueden incluir; Análisis de las condiciones ambientales en las localidades; Análisis de las técnicas de cultivo utilizadas en las localidades

9 BIBLIOGRAFIA

- Alarcón, G. L. (2019). Evaluación del comportamiento agro morfológico de cuatro clones de *Theobroma cacao* L. (cacao) con tres distanciamientos de siembra. Manabi, Jipijapa, Ecuador : Universidad estatal de sur de Manabi - Facultad de ciencias naturales y de la agricultura.
- Alaro , J. (2014). Efecto del comportamiento del brote de yemas, en varetas injertadas sobre un patrón lignificado de cacao (*theobroma cacao* L.) bajo tres tiempos de desate en la estación experimental de Sapecho. La paz, Bolivia.
- Aldana , E., & Rodriguez , L. F. (2019). Evaluación de 4 niveles de fertilización edáfica, sobre el comportamiento agronómico del Clon de Cacao TCS01 establecido bajo sistema agroforestal, en el Departamento de Sucre. Sucre: universidad de sucre facultad de ingenieria departamento de ingenieria agricola sincelejo - sucre.
- Arvelo, M. A. (2017). Manual Tecnico del Cultivo de Cacao Practicas Latinoamericanas.
- Calle, J. L. (2021). Estudio de fertilidad de suelos en el proyecto 'establecimiento de parcelas demostrativas en sistemas agroforestales multiestratos en la provincia Abel Iturralde'. La Paz - Bolivia: Universidad Mayor de san Andres .
- Castro, W. A. (2012). Industrializcion del cacao de la provincia Abel Iturralde. La Paz - Bolivia.
- Cerrón, G. (2012). Guia tecnica, Asistencia tecnica dirigida en manejo del cultivo de cacao. Peru: UNALM.
- Chino, N. (2018). Distrito Tumupasa del Municipio de San Buenaventura, Trabajo Dirigido. La Paz, Bolivia: Universidad Mayor de San Andres.

- Corrales, D., & Maldonado, C. (2019). Aplicación de biofertilizantes en plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Sapecho -Alto Beni. *Revista Apthapi*, pp. 1646-1651.
- DINA/PIBT-JB. (2020). Ficha de proyecto parcelas demostrativas SAFS. La Paz, Bolivia: UMSA.
- Dostert, N. (Junio de 2012). Hoja botánica: Cacao.
- Espinoza, S., & Ledezma, J. C. (2014). Producción de cacao y del chocolate en Bolivia. Bolivia.
- Fins, L. (2013). La historia del cacao y del chocolate. Serie técnica. Materiales de extensión / CATIE.
- Flores, L. M. (2019). Evaluación de enraizadores en estacas de cacao (*theobroma cacao* L.) con tres diferentes cortes de hoja tolerantes a la monilia en la estación experimental sapecho - alto Beni. La paz, Bolivia : Universidad mayor de san andres.
- Gamboa, R. (2015). Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre diferentes patrones ensatipo. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Gamboa, R. J. (2015). "Comportamiento en vivero de cuatro clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Sobre diferentes patrones en satipo". Lima, Peru.
- GMI. (2002). Ajuste al Plan de Desarrollo Municipal de Ixiamas - Diagnostico Municipal Consolidado. La Paz / Bolivia: Gobierno Municipal de Ixiamas.
- GMI. (2009). Plan Municipal de Ordenamiento Territorial. Ixiamas, La Paz: USAID.
- Google Earth Pro. (23 de Octubre de 2023). Obtenido de <http://www.Google Earth Pro.com>
- Huito, M. N. (2018). La producción y exportación de cacao en el desarrollo productivo de Bolivia: 1998 - 2017. La Paz - Bolivia.

- Lopez, M. A. (2023). Efectos de prácticas agrícolas para el control de *Phytophthora* ssp. EN el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) milagro trabajo experimental. Milagro, Ecuador.
- Moran, & Vera. (2012). Influencia de la edad del patrón de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el prendimiento de los injertos EET - 576 Y EET - 103 ESPAM - MFL. Calceta.
- Moran, E., & Vera, J. (2012). Influencia de la edad del patrón de cacao (*Theobroma cacao* L.) sobre el rendimiento de los injertos EET - 576 y EET - 103 ESPAM - MFL. Tesis de Grado. Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.
- 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. Quito Ecuador: INIAP, Quito-Ecuador.
- Peñañiel, W. (2020). Diseños Experimentales con Evaluaciones Sensoriales y ejemplos en el SAS e InfoStat. La Paz: SENAPI.
- Phillips, W., & Cerda, R. (2011). Catalogo, Enfermedades de cacao en centroamerica (Eduardo Somarriba, Shirley Orozco ed.).
- PTDI. (2016 - 2020). Plan Territorial de Desarrollo Integral. Ixiamas: Gobierno Autonomo Municipal de Ixiamas.
- Rosillo. (2022). "Evaluación del comportamiento agronómico de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), bajo dos dosis de biol a nivel de vivero en nuevo PIURA, Cajaruro - Utcubamba - Amazonas 2020". Chachapoyas - Peru.
- Rosillo, J. (2022). Evaluación del comportamiento agronómico de tres clones de cacao (*Theobroma cacao* L.), bajo dos dosis de biol a nivel de vivero en nuevo Piura, Cajaruro

- Utcubamba - Amazonas 2020. Tesis de Grado. Chachapoyas, Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza Amazonas. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias.

Rivera, J. M. (2018). Raíces saludables significan larga vida productiva para cacao, café y otros perennes leñosos. Lima: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola.

Salina, & Tomala. (2014). Comportamiento agronómico de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) tipo nacional en Manglaralto, cantón Santa Elena”. Libertad - Ecuador .

Salinas, F. E., & Tomala, M. M. (2014). “Comportamiento agronomico de clones de cacao (*Theobroma cacao*) tipo nacional en manglaralto, canton santa elena”. (U. e. agropecuaria, Ed.) La Libertad, Ecuador .

Salinas, F., & Tomala, M. (2014). Comportamiento agronómico de clones de cacao (*Theobroma cacao*) tipo nacional en Manglaralto, Cantón Santa Elena. Trabajo de Titulación. Libertad , Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Ana. Facultad de Ciencias Agrarias.

Sanchez, M. (Martes de Octubre de 2023). Árbol del cacao, planta ideal para los amantes del dulce. Obtenido de <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.jardineriaon.com%2F-arbol-del-cacao-planta-ideal-para-los-amantes-del-dulce.html&psig=AOvVaw07IKoLwtJNif1gVrRpWm5g&ust=1697179595504000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBQQ3YkBahcKEwj4mJXp9O-BAxU>.

SERNAP. (2006). Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. La Paz - Bolivia: Servicio Nacional de Áreas Protegidas.

Yepez, M., & Villegas, E. (2012). Analisis de factibilidad para la creacion de una procesadora de cacao en la ciudad de milagro. Ecuador.

10 ANEXOS

Anexo 1 Planilla de datos de seis clones de cacao

FECHA/...../.....	BLOQUE 1					BLOQUE 2					BLOQUE 3				
		NUMERO DE MUESTRAS					NUMERO DE MUESTRAS					NUMERO DE MUESTRAS				
TRAT.	VARIABLES DE RESPUESTA	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
	Numero de brotes															
	Diametro de brotes															
	Numero de hojas															
	Altura de planta															
	Diametro de tallo															
	Diametro de patron															
	Longitud de hojas															
TRAT.	VARIABLES DE RESPUESTA	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
	Numero de brotes															
	Diametro de brotes															
	Numero de hojas															
	Altura de planta															
	Diametro de tallo															
	Diametro de patron															
	Longitud de hojas															
TRAT.	VARIABLES DE RESPUESTA	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5	M1	M2	M3	M4	M5
	Numero de brotes															
	Diametro de brotes															
	Numero de hojas															
	Altura de planta															
	Diametro de tallo															
	Diametro de patron															
	Longitud de hojas															

Anexo 2 Resultados de (MLGM) de altura de planta de clones de cacao

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.026_Altura.de.planta_REML<-  
glS (Altura.de.planta~1+Localidades+Clon  
,method="REML"  
,na.action=na.omit  
,data=mlm.modeloR.data22)
```

Resultados para el modelo: mlm.modelo.026_Altura.de.planta_REML

Variable dependiente: *Altura.de.planta*

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
16	75.68	76.40	-28.84	5.45	0.72	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	700.98	<0.0001
Localidades	2	7.54	0.0144
Clon	5	1.12	0.4230

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Localidades	2	8	7.25	0.0160
2	Clon	5	8	1.12	0.4230

Altura.de.planta - Medias ajustadas y errores estándares para Localidades

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Localidades	Medias	E.E.	
Esmeralda	44.85	2.94	A
Ixiamas	35.68	2.22	B
Tumupasa	30.82	2.22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Altura.de.planta - Medias ajustadas y errores estándares para Clon

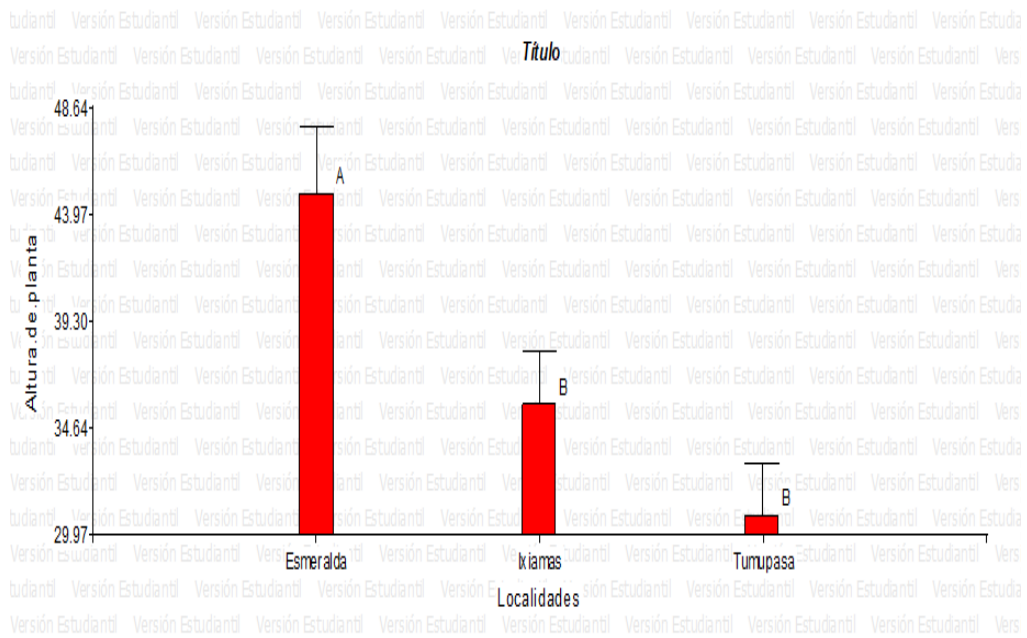
LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

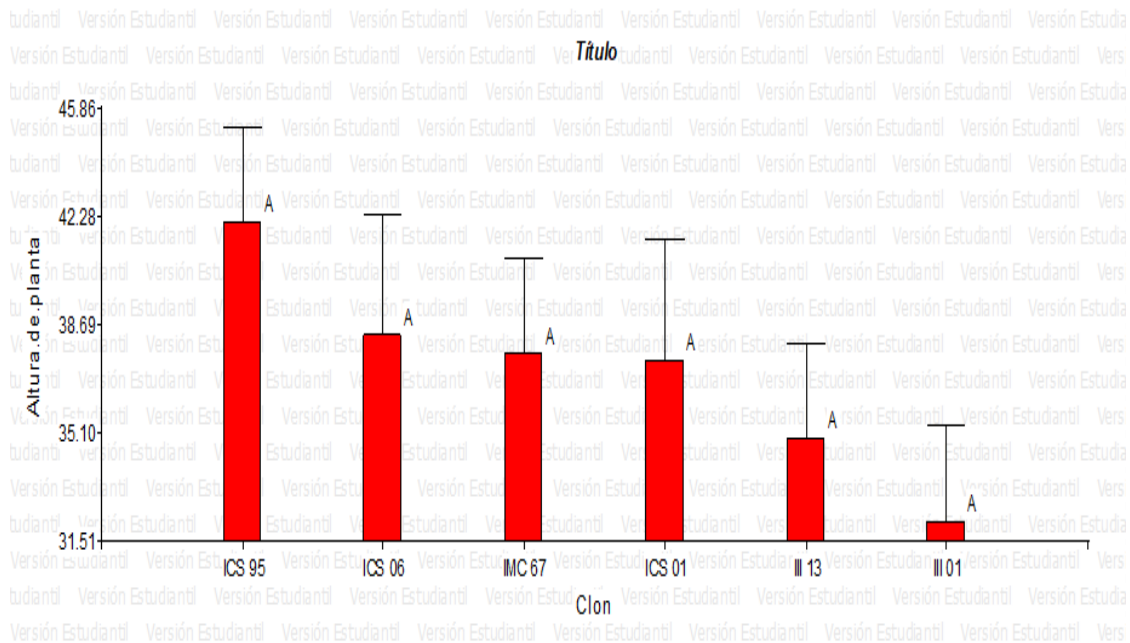
Clon	Medias	E.E.	
ICS 95	42.07	3.14	A
ICS 06	38.32	4.01	A
IMC 67	37.73	3.14	A
ICS 01	37.52	4.01	A
III 13	34.90	3.14	A
III 01	32.17	3.14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 3 Gráfico de error estándar de altura de planta



Anexo 4 Gráfico de error estándar de altura de planta de seis clones



Anexo 5 Resultados de (MLGM) de diámetro de patrón de clones de cacao

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.027_Diametro.de.patron_REML<-  
glS (Diametro.de.patron~1+Localidades+Clon  
,method="REML"  
,na.action=na.omit  
,data=mlm.modeloR.data22)
```

Resultados para el modelo: mlm.modelo.027_Diametro.de.patron_REML

Variable dependiente: Diametro.de.patron

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
16	17.30	18.01	0.35	0.14	0.37	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	747.47	<0.0001
Localidades	2	1.83	0.2213
Clon	5	0.19	0.9577

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Localidades	2	8	1.59	0.2622
2	Clon	5	8	0.19	0.9577

Diametro.de.patron - Medias ajustadas y errores estándares para Localidades

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Localidades	Medias	E.E.	
Esmeralda	1.07	0.08	A
Ixiamas	0.97	0.06	A
Tumupasa	0.90	0.06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Diametro.de.patron - Medias ajustadas y errores estándares para Clon

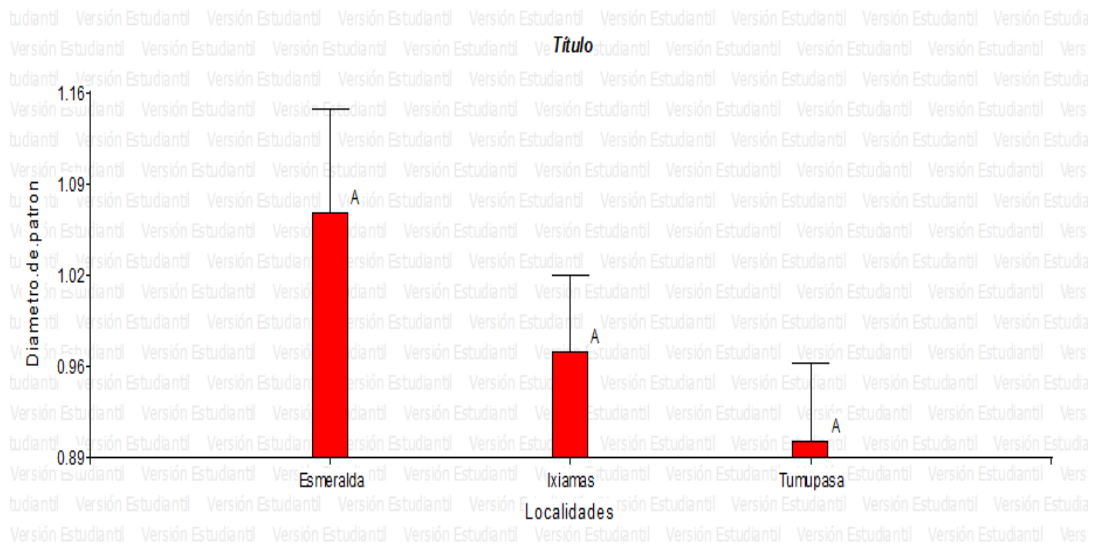
LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

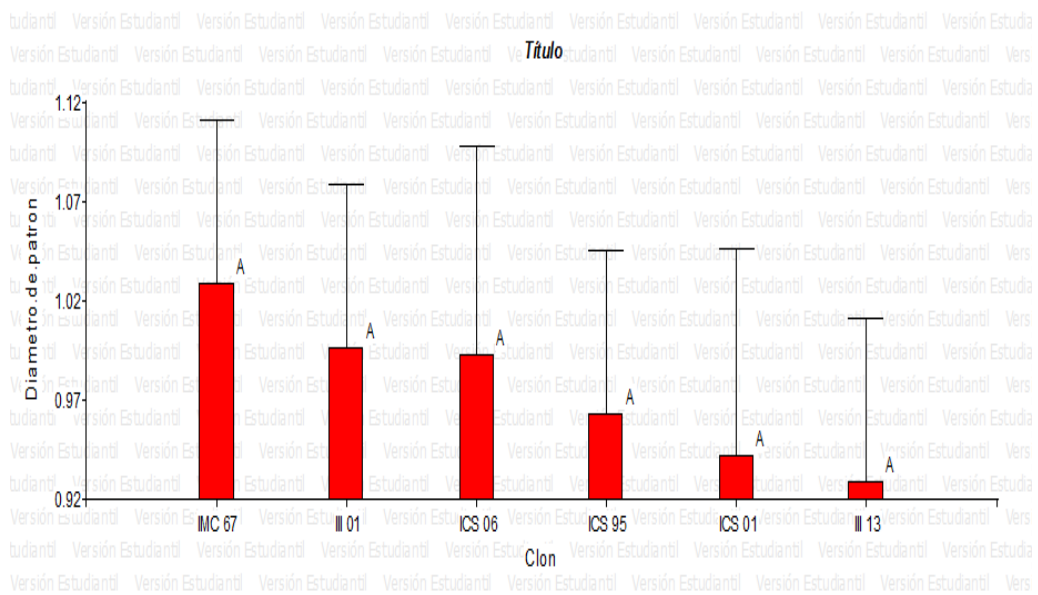
Clon	Medias	E.E.	
IMC 67	1.03	0.08	A
III 01	1.00	0.08	A
ICS 06	1.00	0.10	A
ICS 95	0.97	0.08	A
ICS 01	0.95	0.10	A
III 13	0.93	0.08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 6 Gráfico de error estándar de diámetro de patrón



Anexo 7 Gráfico de error estándar de diámetro de patrón de seis clones



Anexo 8 Resultados de (MLGM) de diámetro de tallo de clones de cacao

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.032_Diametro.de.planta_REML<-  
gls(Diametro.de.planta~1+Localidades+Clon  
,method="REML"  
,na.action=na.omit  
,data=mlm.modeloR.data22)
```

Resultados para el modelo: mlm.modelo.032_Diametro.de.tallo_REML

Variable dependiente: Diametro.de.tallo

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
16	7.42	8.13	5.29	0.08	0.69	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	763.55	<0.0001
Localidades	2	4.77	0.0433
Clon	5	1.62	0.2591

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Localidades	2	8	3.71	0.0725
2	Clon	5	8	1.62	0.2591

Diametro.de.tallo - Medias ajustadas y errores estándares para Localidades

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Localidades	Medias	E.E.		
Esmeralda	0.61	0.04	A	
Tumupasa	0.52	0.03	A	B
Ixiamas	0.47	0.03		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Diametro.de.tallo - Medias ajustadas y errores estándares para Clon

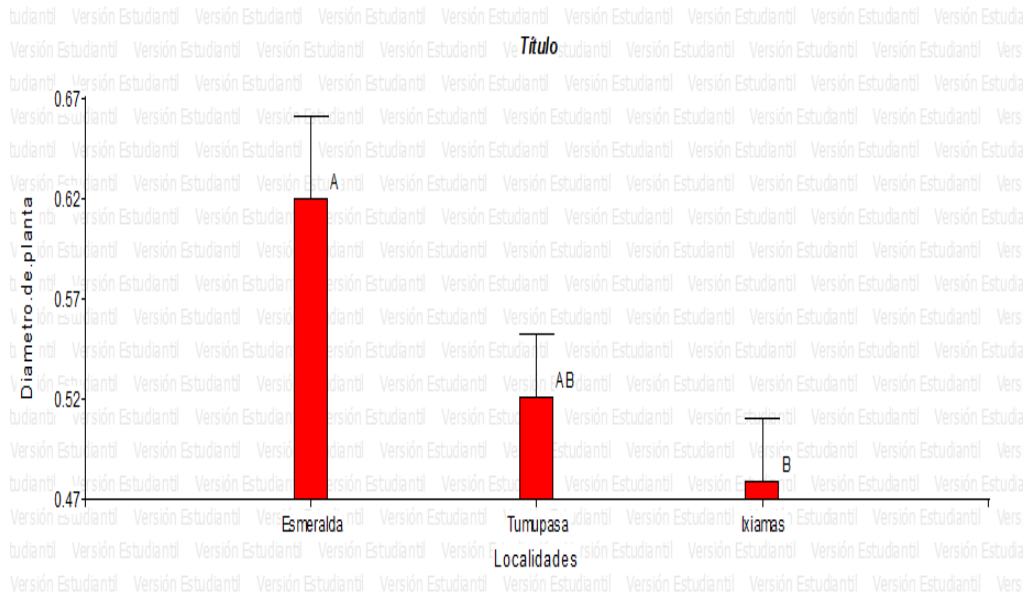
LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

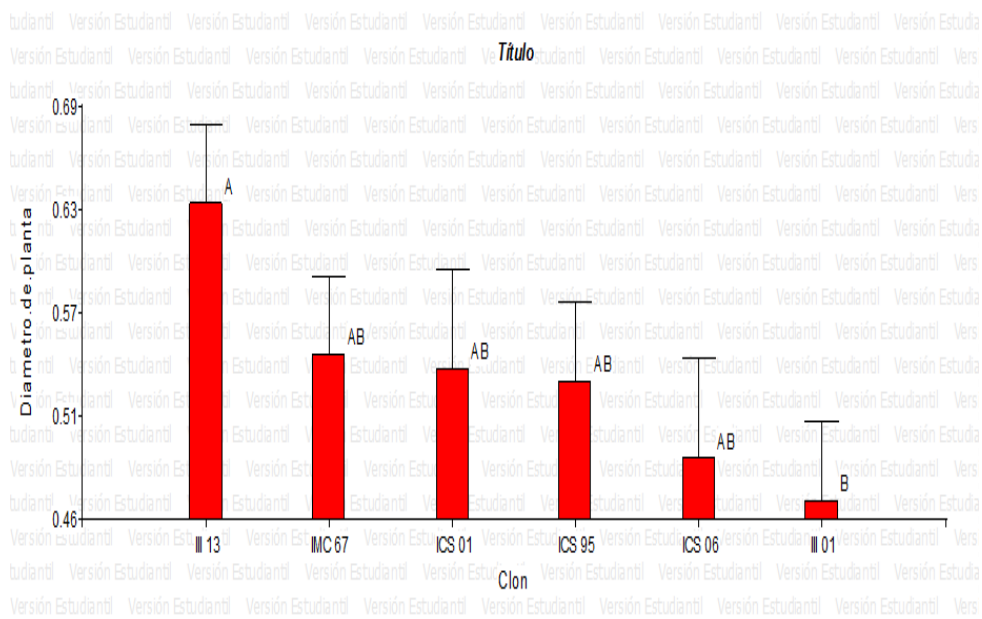
Clon	Medias	E.E.		
III 13	0.63	0.04	A	
IMC 67	0.55	0.04	A	B
ICS 01	0.54	0.06	A	B
ICS 95	0.53	0.04	A	B
ICS 06	0.49	0.06	A	B
III 01	0.47	0.04		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 9 Gráfico de error estándar de diámetro de planta



Anexo 10 Gráfico de error estándar de diámetro de planta de seis clones



Anexo 11 Resultados de (MLGM) de numero de hojas de clones de cacao

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.025_N.de.hojas_REML<-gls(N.de.hojas~1+Localidades+Clon  
,method="REML"  
,na.action=na.omit  
,data=mlm.modeloR.data22)
```

Resultados para el modelo: mlm.modelo.025_N.de.hojas_REML

Variable dependiente: N.de.hojas

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	O
16	58.31	59.03	-20.16	1.84	0.80	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	439.28	<0.0001
Localidades	2	12.38	0.0036
Clon	5	1.27	0.3622

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Localidades	2	8	12.12	0.0038 **
2	Clon	5	8	1.27	0.3622

N.de.hojas - Medias ajustadas y errores estándares para Localidades

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Localidades	Medias	E.E.	
Esmeralda	13.18	0.99	A
Ixiamas	9.95	0.75	B
Tumupasa	7.10	0.75	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

N.de.hojas - Medias ajustadas y errores estándares para Clon

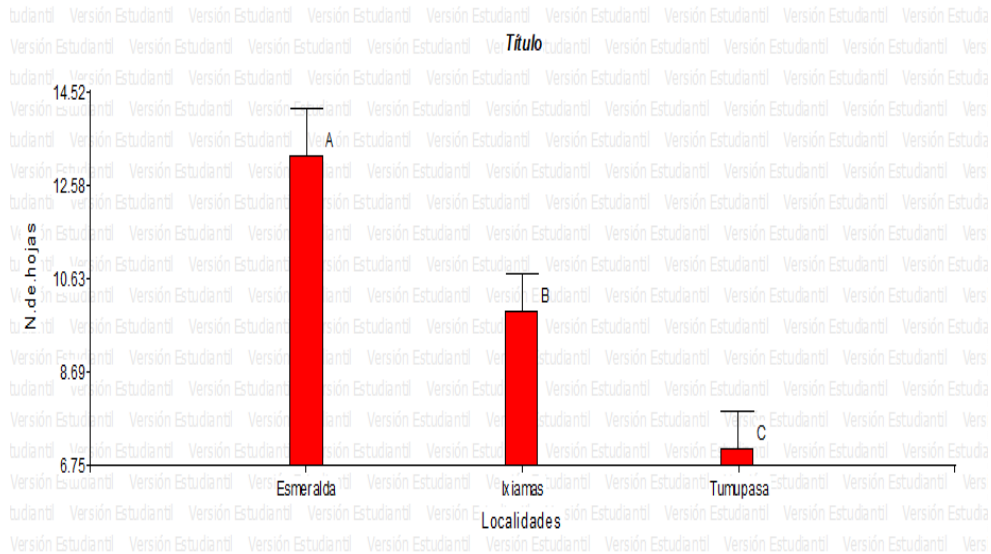
LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

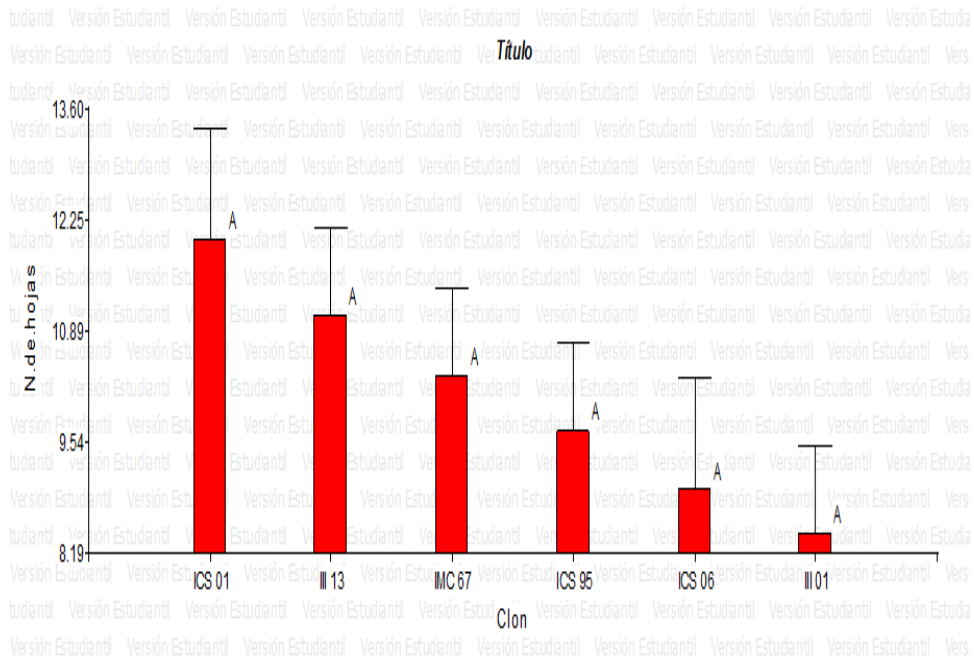
Clon	Medias	E.E.	
ICS 01	12.00	1.35	A
III 13	11.07	1.06	A
IMC 67	10.33	1.06	A
ICS 95	9.67	1.06	A
ICS 06	8.95	1.35	A
III 01	8.43	1.06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 12 Gráfico de error estándar de numero de hojas



Anexo 13 Gráfico de error estándar de numero de hojas de seis clones



Anexo 14 Resultados de (MLGM) de longitud de hojas de clones de cacao

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.029_Longitud.de.hojas_REML<-  
gls(Longitud.de.hojas~1+Localidades+Clon  
,method="REML"  
,na.action=na.omit  
,data=mlm.modeloR.data22)
```

Resultados para el modelo: mlm.modelo.029_Longitud.de.hojas_REML

Variable dependiente: Longitud.de.hojas

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
16	65.37	66.08	-23.68	2.86	0.64	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	581.92	<0.0001
Localidades	2	5.64	0.0297
Clon	5	0.62	0.6908

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Localidades	2	8	6.15	0.0241
2	Clon	5	8	0.62	0.6908

Longitud.de.hojas - Medias ajustadas y errores estándares para Localidades

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Localidades	Medias	E.E.	
Ixiamas	19.48	1.17	A
Esmeralda	19.30	1.54	A
Tumupasa	14.18	1.17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Longitud.de.hojas - Medias ajustadas y errores estándares para Clon

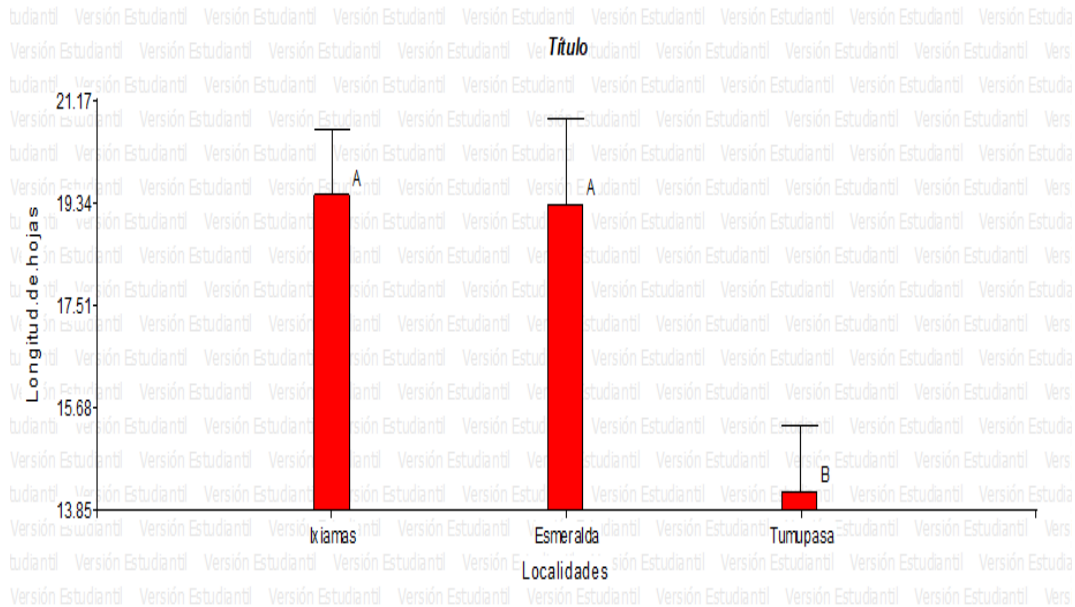
LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

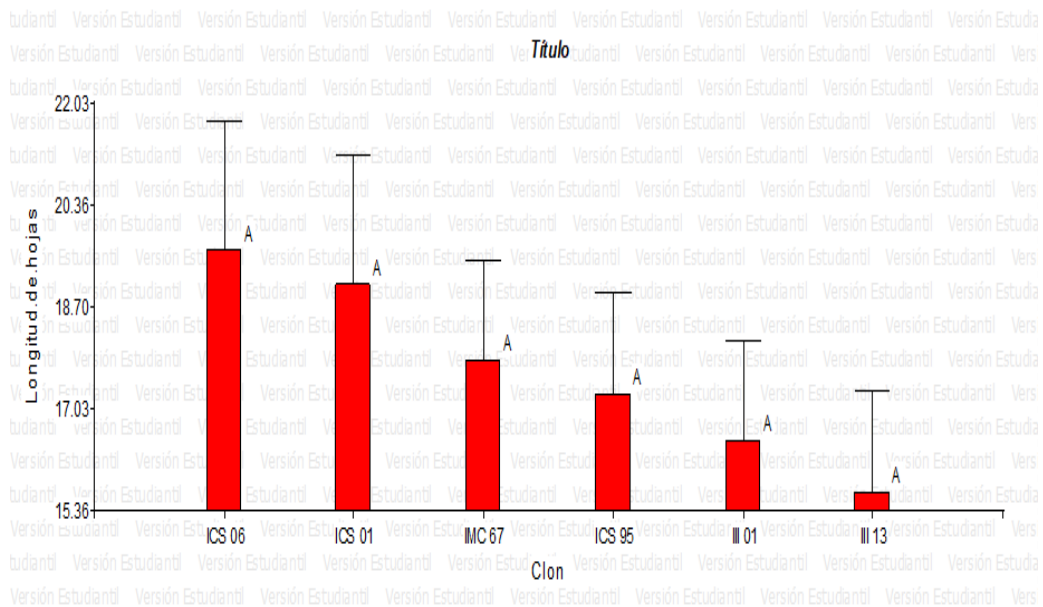
Clon	Medias	E.E.	
ICS 06	19.62	2.10	A
ICS 01	19.07	2.10	A
IMC 67	17.80	1.65	A
ICS 95	17.27	1.65	A
III 01	16.50	1.65	A
III 13	15.67	1.65	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 15 Gráfico de error estándar de longitud de hojas



Anexo 16 Gráfico de error estándar de longitud de hojas de seis clones



Anexo 17 Resultados de (MLGM) de numero de brotes de clones de cacao

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.022_Numero.de.brotes_REML<-
glS(Numero.de.brotes~1+Localidades+Clon
,method="REML"
,na.action=na.omit
,data=mlm.modeloR.data22)
```

Resultados para el modelo: mlm.modelo.022_Numero.de.brotes_REML

Variable dependiente: Numero.de.brotes

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	O
16	47.84	48.55	-14.92	0.96	0.39	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	89.21	<0.0001
Localidades	2	0.72	0.5159
Clon	5	0.72	0.6248

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

Fuentes de variación g.l.

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	localidades	2	8	0.79	0.4882 ns
2	clon	5	8	0.72	0.6248 ns

Numero.de.brotes - Medias ajustadas y errores estándares para Localidades

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Localidades	Medias	E.E.	
Ixiamas	2.55	0.39	A
Esmeralda	2.48	0.52	A
Tumupasa	1.90	0.39	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Numero.de.brotes - Medias ajustadas y errores estándares para Clon

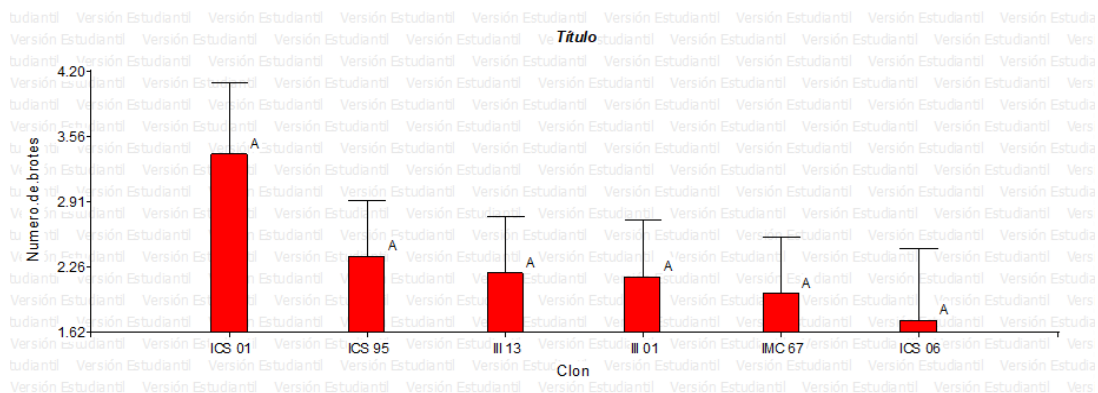
LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Clon	Medias	E.E.	
ICS 01	3.38	0.70	A
ICS 95	2.37	0.55	A
III 13	2.20	0.55	A
III 01	2.17	0.55	A
IMC 67	2.00	0.55	A
ICS 06	1.73	0.70	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Anexo 18 Gráfico de error estándar de numero de brotes de seis clones



Anexo 19 Resultados de (MLGM) de diámetro de brotes de clones de cacao

Especificación del modelo en R

```
mlm.modelo.024_Diametro.de.brotes_REML<-  
gls(Diametro.de.brotes~1+Localidades+Clon  
,method="REML"  
,na.action=na.omit  
,data=mlm.modeloR.data22)
```

Resultados para el modelo: mlm.modelo.024_Diametro.de.brotes_REML

Variable dependiente: Diametro.de.brotes

Medidas de ajuste del modelo

N	AIC	BIC	logLik	Sigma	R2	0
16	21.81	22.53	-1.91	0.19	0.44	

AIC y BIC menores implica mejor

Pruebas de hipótesis secuenciales

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	41.86	0.0002
Localidades	2	1.55	0.2697
Clon	5	0.66	0.6635

Pruebas de hipótesis tipo III - prueba

	Source	numDF	denDF	F-value	p-value
1	Localidades	2	8	1.88	0.2145
2	Clon	5	8	0.66	0.6635

Diametro.de.brotes - Medias ajustadas y errores estándares para Localidades

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Localidades	Medias	E.E.	
Ixiamas	0.41	0.08	A
Tumupasa	0.23	0.08	A
Esmeralda	0.20	0.10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Diametro.de.brotes - Medias ajustadas y errores estándares para Clon

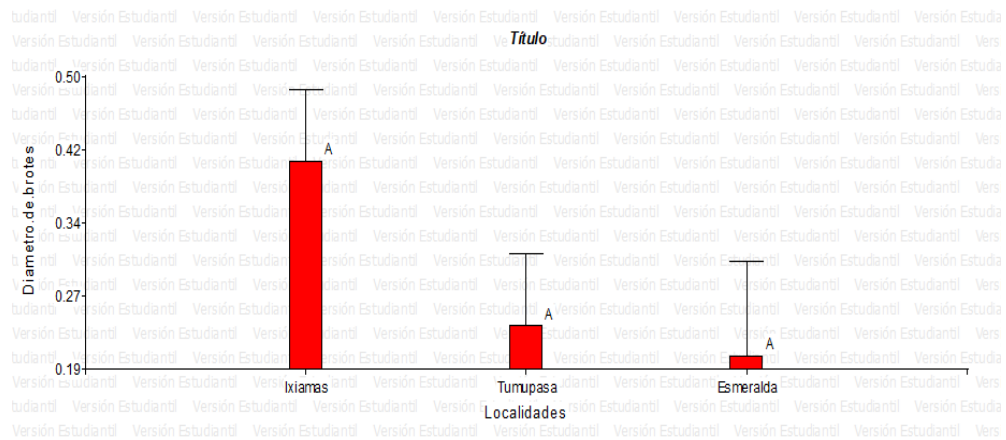
LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores: No

Clon	Medias	E.E.	
III 01	0.43	0.11	A
IMC 67	0.35	0.11	A
III 13	0.27	0.11	A
ICS 95	0.27	0.11	A
ICS 06	0.21	0.14	A
ICS 01	0.16	0.14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 20 Gráfico de error estándar de diámetro de brotes



Anexo 21 Clones de cacao



Anexo 22 Registro de datos



Anexo 23 Identificación de la parcela

