

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE ANDO

UNIDAD ACADÉMICA PUERTO RICO

PROGRAMA INGENIERÍA AGROFORESTAL



TESIS DE GRADO

“EVALUAR LOS EFECTO DE TRES SUSTRATOS EN LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE CACAO (*Theobroma cacao L.*) EN ETAPA DE VIVERO EN LOS PREDIOS DE LA UNIDAD ACADÉMICA PUERTO RICO, MUNICIPIO DE PUERTO RICO PANDO”

Tesis de grado presentado para obtener el grado
Académico de licenciado en “ Ing. Agroforestal ”

UNIV.: Ruddy Arrueta Cortez

ASESOR: Ing. Wilfredo Montaña Teco

PUERTO RICO – PANDO - BOLIVIA

2023

HOJA DE APROBACIÓN

Tesis de Grado aprobado el: De..... del 2023

DATOS	NOMBRE Y APELLIDO	FIRMA
POSTULANTE:	Univ. Ruddy Arrueta Cortez
ASESOR:	Ing. Agr. Wilfredo Montaña Teco
PTE. TRIBUNAL	Lic. Gerardo Saúl Rojas Mendoza
TRIBUNAL:	Ing. Marco Antonio Yépez Álvarez
TRIBUNAL:	Ing. German Kauko Coímbra
TRIBUNAL:	Yoshiro Aguada Manuyama

DEDICATORIA

A mi esposa Maira Judith Salinas Humaday por su paciencia y comprensión, por brindarme todo su apoyo, a mis hijos Juan Dashiell Arrueta Salinas, Hiroshi Arrueta Salinas por darme fuerza durante mi estudio

A mis compañeros por el apoyo durante todo el tiempo que estuvimos juntos con partiendo durante estos 5 años de compañerismo.

A la Universidad Amazónica de Pando (templo del saber), a la unidad académica Puerto Rico por acogerme en sus aulas durante estos 5 años de estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme la vida, la salud y a mis hijos a mi esposa por su apoyo, por su consejos y orientación que fueron el pilar fundamental para la formación de mi persona, por su comprensión y por creer en mí.

A mi asesor de Tesis de grado por su paciencia por el tiempo de apoyo que me brindo.

A los miembros del tribunal revisor, por sus sugerencias observaciones y correcciones al proyecto e informe final de la investigación.

A los docentes del programa de Ingeniería Agroforestal por su paciencia, su comprensión y sus sabios consejos durante mi formación profesional.

A la Unidad Académica Puerto Rico, a su Director, plantel docente y personal administrativo, por su apoyo durante mi formación y en la elaboración de la presente Tesis de grado.

A mis compañeros (a) de la unidad Académica Puerto Rico por los momentos de amistad compartidos, a lo largo de toda la carrera.

Índice

I INTRODUCCIÓN.....	3
II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
2.1 Formulación del problema.....	5
2.2 Justificación de la investigación	5
2.3 Objetivos generales.....	6
2.4 Objetivos específicos	6
III HIPÓTESIS	7
IV REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
4.1 Origen de Cacao (Theobroma Cacao L.)	8
4.2 Cacao Nacional Boliviano	8
4.3 Cultivo de cacao.....	9
4.4 Distribución	9
4.5 Zonificación de los suelos en las zonas de vida.....	10
4.6 Zonas de producción.....	10
4.7 Taxonomía del cacao	11
4.8 Características Agronómicas del Cacao	11
4.9 A nivel Nacional	11
4.10 A Nivel Local.....	11
4.11 Generalidades del cultivo de cacao.....	12

4.12	Morfología del Cacao	12
4.13	Descripción botánica del cacao.....	12
4.14	Variedades del Cacao.....	13
4.15	Composición nutricional de las semillas de Cacao.....	14
4.16	Clima.....	14
4.17	Condiciones del suelo.....	14
4.18	Sustratos para la multiplicación de planta de Cacao.....	15
4.19	Establecimiento de un vivero.....	15
4.20	Cuidado en vivero.....	15
4.21	Propagación por semillas.....	16
4.22	Semilla común	16
4.23	Semilla proveniente de árboles clonados.....	16
4.24	Siembra de semillas	18
4.25	Requerimientos nutricionales de plantas de Cacao en vivero.....	18
4.26	Cultivo	19
4.27	Fertilización	19
4.28	Condiciones de suelo requerido para el cultivo de Cacao	19
V MATERIALES Y MÉTODOS		23
5.1	Ubicación del área de estudio.....	23
5.2	Características climáticas.....	24

5.3	Materiales y Equipos	24
5.4	Material genético	24
5.5	Otros materiales	24
5.6	Material Vegetal	24
5.7	Equipos	24
5.8	Métodos	25
5.8.1	Diseño de los sustratos.....	25
5.8.2	Procedimiento experimental	25
5.8.3	Preparación del sustrato.....	26
5.8.4	Llenado de las bolsas.....	26
5.8.5	Siembra de las semillas.....	26
5.8.6	Fertilización.....	26
5.8.7	Riego.....	26
5.8.8	Control de insectos y plaga.....	26
5.8.9	Control de malezas	27
5.9	Datos a tomarse y métodos de evaluar.....	27
5.9.1	Porcentaje de germinación.....	27
5.9.2	Altura de planta.....	27
5.9.3	Diámetro de tallo	27
5.9.4	Numero de hoja.....	27

5.9.5	Numero de planta al final del experimento.....	27
5.10	Crecimientos y desarrollo de las plantas de cacao.....	28
5.10.1	Primera fase	28
5.10.2	Segunda fase	29
5.10.3	Tercera fase.....	29
5.10.4	Cuarta Fase	29
5.10.5	Quinta Fase	29
5.11	Condiciones de suelo requerida para las plantas de Cacao.....	29
5.12	Labores culturales.....	32
5.12.1	Control sanitario	32
5.12.2	Riego.....	32
5.13	Suelos del departamento pando	32
5.13.1	Suelos de Puerto Rico Pando.....	32
5.13.2	Características de los suelos de puerto Rico Pando.....	32
5.14	Modelo de investigación.....	33
5.15	Técnicas	33
5.16	Instrumentos.....	33
5.17	Diseño de investigación.....	33
5.18	Área experimental.....	34
5.19	Análisis estadístico y pruebas de significancia.....	34

5.20	Área de trabajo en el vivero	34
5.21	Croquis experimental.....	35
5.22	Características del campo experimental	36
5.23	Población, Muestra y Muestreo	36
5.24	Muestra	37
5.24.1	Fórmula para una población	37
5.24.2	Muestreo	37
5.25	Determinación de variable	38
5.25.1	Variable independiente	38
5.25.2	Variable dependiente.	38
5.25.3	Confiabilidad el instrumento	39
5.26	Procedimiento	39
5.26.1	Condición del experimento.....	39
5.27	Análisis estadístico	41
5.28	Días de pre-germinación.....	42
5.29	Días a la germinación	42
5.30	Efecto de los sustratos sobre la germinación de semilla de Cacao	42
VIESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		43
6.1	Análisis de varianza para el variable tiempo de germinación	43
6.2	Altura de planta.....	44

<i>Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,0$)</i>	44
6.3 Diámetro de tallo	47
6.4 Numero de hojas	50
VII DISCUSIÓN.....	57
VIII CONCLUSIONES	58
IX RECOMENDACIONES.....	59
X . BIBLIOGRAFÍA	60

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Composición nutricional de semillas de Theobroma cacao L. tras el tostado.....	14
Tabla 2. <i>Tratamiento en estudio</i>	25
Tabla 3. <i>Característica del campo experimental</i>	36
Tabla 4. Estudió el efecto de tres sustratos simples y compuestos con diferentes proporciones:	38
Tabla 5. <i>Resumen del procedimiento</i>	39
Tabla 6. <i>Toma de datos</i>	40
Tabla 7. Análisis de la varianza para la variable tiempo de germinación y crecimiento de plantines de cacao (Theobroma caca L.)	43
Tabla 8. <i>Análisis de varianza de los deferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma caca L.). Evaluación en altura a los 30 días después de la emergencia</i>	44
Tabla 9. <i>Análisis de varianza de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de Cacao (Theobroma). Evaluación de altura de planta a los 60 días después de la emergencia</i>	45
Tabla 10. <i>Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de altura de planta a los 90 días después de la emergencia</i>	46
Tabla 11.Tabla 13 <i>Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de diámetro de tallo a los 30 días después de la emergencia</i>	47

Tabla 12. <i>Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de diámetro de tallo a los 60 días después de la emergencia</i>	48
Tabla 13. <i>Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de diámetro de tallo a los 90 días después de la emergencia</i>	49
Tabla 14. <i>Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación del número de hojas a los 30 días después de la emergencia</i>	50
Tabla 15. <i>Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación del número de hojas a los 60 días después de la emergencia</i>	51
Tabla 16. <i>Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de número de hojas a los 90 días después de la emergencia</i>	52

INDICE DE FIGURA

<i>Figura 1 Localización de Puerto Rico en Bolivia, Localización de Puerto Rico en Pando ..</i>	<i>23</i>
<i>Figura 2. Croquis de diseño experimental completamente al azar. DBCA. En la unidad Académica Puerto Rico</i>	<i>35</i>
<i>Figura 3. Tasa relativa del crecimiento en los diferentes tratamientos sustratos y su efecto del cultivo de cacao a los 30 días de pues de su emergencia de germinación.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4. Tasa relativa del crecimiento en los diferentes tratamientos sustratos y su efecto del cultivo de cacao a los 30 días de pues de su emergencia de germinación.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 5. Tasa relativa del crecimiento en los diferentes tratamientos sustratos y su efecto del cultivo de cacao</i>	<i>55</i>
<i>Figura 6. Tasa relativa del crecimiento en los diferentes tratamientos sustratos y su efecto del cultivo de cacao</i>	<i>56</i>

RESUMEN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao*.) en Bolivia se distribuye en las zonas tropical y sub tropicales de los departamentos de la paz, Beni, Pando, Cochabamba, y Santa cruz, donde las topologías de cacao (plantaciones, sistemas agroforestales, agro bosque, etc.) presentan diversos grupos genéticos, entre los cuales se tiene el cacao en forma silvestre, bajo la denominación de cacao nacional boliviano. La presente investigación fue realizada en la localidad de Puerto Rico provincia Manuripi del departamento Pando, Titulado “evaluar los efectos de tres sustratos en la germinación de semillas de cacao (*Theobroma cacao L.*) En etapa de vivero en los predios de la Unidad Académica Puerto Rico, municipio de Puerto Rico Pando” como objetivo específico proponemos: evaluar las características físico y químicas de los tres diferentes sustratos empleados para la germinación y desarrollo de plántones de cacao (*Theobroma cacao L.*). En vivero. Para el análisis estadístico se empleó un diseño que es completamente al azar con arreglo bi-factorial donde el factor A corresponde a los tres cultivar de cacao, y factor B a los sustratos. La investigación consta de 12 unidades experimentales con 3 repeticiones, donde las semillas fueron adquiridas. La investigación que fue desarrollada en la Unidad Académica Puerto Rico.

Estos datos fueron analizados a través del análisis de varianza con la comparación de medias 37,75 semillas germinadas de prueba Tuckey al 25,2% para ello se tomaron las siguientes variables (Altura de planta, con cotiledones a los (30 días después de su emergencia).

En la evaluación los resultados mostraron un coeficiente de variabilidad de 26,4% y un promedio general de 29.75 cm de altura de planta, lo cual indica un coeficiente variabilidad alto con una variabilidad en los datos evaluados. El Tukey muestra que no existe una diferenciación estadística significativa para los tratamientos T1 Y TO en sustratos y suelo agrícola.

SUMMARY

The cultivation of cocoa (*Theobroma cacao.*) in Bolivia is distributed in the tropical and subtropical zones of the departments of La Paz, Beni, Pando, Cochabamba, and Santa Cruz, where cocoa topologies (plantations, agroforestry systems, agroforest, etc.) present various genetic groups, among which cocoa is found in wild form, under the name of Bolivian national cocoa. The present research was carried out in the town of Puerto Rico, Manuripi province, and Pando department, titled “evaluate the effects of three substrates on the germination of cocoa seeds (*Theobroma cacao L.*) In the nursery stage on the UAPR properties, municipality of Puerto Rico, Pando” as a specific objective we propose: to evaluate the physical and chemical characteristics of the three different substrates used for the germination and development of cocoa seedlings (*Theobroma cacao L.*). In nursery. For the statistical analysis, a completely random design with a bi-factorial arrangement was used where factor A corresponds to the three cocoa cultivars, and factor B to the substrates. The research consists of 12 experimental units with 3 repetitions, where the seeds were acquired. The research that was developed in the Puerto Rico Academic Unit,

These data were analyzed through the analysis of variance with the comparison of means 37.75 germinated seeds from the Tuckey test at 25.2%. For this, the following variables were taken (Plant height, with cotyledons at (30 days after their emergency).

In the evaluation, the results showed a variability coefficient of 26.4% and a general average of 29.75 cm in plant height, which indicates a high variability coefficient with variability in the evaluated data. The Tukey shows that there is no significant statistical differentiation for the T1 and TO treatments in substrates and agricultural soil.

I INTRODUCCIÓN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Bolivia se distribuye en las zonas tropicales y sub tropicales de los departamentos de La Paz, Beni, Pando, Cochabamba y Santa Cruz, donde las tipologías de cacao (plantaciones, sistemas agroforestales, agro bosques, etc.) presentan diversos grupos genéticos, entre los cuales se tiene al cacao en forma silvestre, bajo la denominación de Cacao Nacional Boliviano con su sigla CNB (July 2007) citado por (Mamani 2018).

La Amazonia Boliviana es una región con un alto potencial de producción de cacao; la existencia de áreas cultivadas en regiones aptas, es por la presencia primaria de cacao silvestre, principalmente en los departamentos de La paz, Beni y Pando; detectados desde hace algunos siglos por los colonizadores en los ríos Mamoré, Madre de Dios, Iténez, Beni y otros, en la cuenca Amazónica; así mismo, en la parte norte de Santa Cruz, se ha encontrado cacao silvestre cultivado de manera tradicional, incrementándose las superficies del cultivo en los últimos años, como resultados del programa de impulso a su producción (PMCO-CICAP, 2005) Citado por (Molina 2012).

El nombre científico del árbol es *Theobroma cacao* orgánico de la selvas tropicales de Centro y Sur-américa, antes de su expansión y exportación mundial. Su origen exacto, determinado por estudios genéticos, parece estar ubicado en la Amazonia brasilera. La palabra cacao viene del Maya ka"wa; *Theobroma* significa en griego "alimento divino", de Dios. Por otro lado el cacao ha sido consumido hace varios cientos de años por indígenas centro y suramericanos; los arqueólogos han datado los primeros consumidores de cacao hace unos cuatro mil años. Al igual que con muchos otros productos alimenticios o drogas enteogenas, el hombre observo a los animales comiendo ávidamente de la pulpa de las mazorcas de cacao e imito a los animales, probo la fruta. Luego más familiarizado, con los años conoció las virtudes de la semilla, la molió, la probó y se inventó el chocolate, de sabor ligeramente amargo y propiedades energizantes, los mayas bautizaron a este polvo de cacao mezclado con agua como chocol-haa (amarga-agua).

En el caso de Pando, esta región presenta las condiciones agroecológicas óptimas para el cacao, lo que ha permitido que el cacao cultivado a partir de la variedad amazónica (330 hectáreas - 235 familias) supere las plantaciones de cacao silvestre que alcanzan las 225 hectáreas, beneficiando a 155 familias de este Departamento. (IBCE, 2009).

El cacao amazónico boliviano ha sido catalogado como uno de los mejores del mundo por su calidad y aroma. Una de las zonas de producción del cacao amazónico boliviano es producido y recolectado en el Municipio de Puerto Rico del departamento Pando. (CIPCA (2007),

Para la renovación de estas plantaciones se requiere propagar nuevas plantas en condiciones de vivero, para lo que se hace necesario disponer de sustratos con buenos niveles de fertilidad, a fin de inducir un rápido y vigoroso desarrollo de las plantas. (CIPCA (2007),

Desde el 2007, CIPCA estableció una oficina en cobija desde ahí también se está apoyando la Introducción del cultivo de cacao en comunidades de los municipios de Puerto Rico y Bella flor, teniéndose proyectado 200 hectáreas para los próximos cuatro años. Este dato es importante porque demuestra que el cultivo continúa en extensión en distintas regiones del país. (CIPCA (2007),

II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La incorrecta elección del sustrato para viveros de cacao da como resultado errores en germinación y desarrollo de las plántulas, así como también baja capacidad de retención de agua y poco aporte nutricional, por lo que habitualmente los productores presentan quejas sobre los sustratos comerciales, de los cuales, muchos tienen alto costo y no satisfacen las expectativas.

Las plántulas de cacao en vivero por lo general presentan síntomas muy notorios de deficiencia de elementos nutricionales como: nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, boro, debido a la utilización de sustratos de baja fertilidad o con desbalances en sus componentes.

2.1 Formulación del problema

En base a la problemática abordada anteriormente se plantean las siguientes directrices:

¿Qué efecto tienen los diferentes sustratos orgánicos sobre la germinación y crecimientos de plántulas de cacao?

2.2 Justificación de la investigación

La presente investigación se realiza en marco al problema de que sustrato me genera mayor germinación y crecimientos de plántulas más vigorosas de *Theobroma cacao*, siendo este el medio fundamental para una parcela, sistema agro forestal de cacao con producciones agrícolas y frutales considerables a los agricultores del municipio de Puerto Rico pando, y su región.

La información obtenida en la presente investigación podrá ser aplicada por el sector productivo, instituciones del municipio de puerto Rico del departamento Pando y ONGs responsable de implementar políticas ambientales y productivas.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3 Objetivos generales

Evaluar los efectos de los tres sustratos orgánico en la germinación y desarrollo de las plántulas de Cacao (*Theobroma cacao L.*), en condiciones de viveros a los 90 día, en los predios de la unidad académica Puerto Rico.

2.4 Objetivos específicos

- Evaluar el crecimiento y desarrollo de la plántula en etapa de vivero de la especie cacao desde su germinación por un periodo de 90 días.
- Determinar las características físico y químicas de los diferentes sustratos empleados para el desarrollo de plantones de cacao (*Theobroma cacao L.*).
- Identificar los árboles semilleros con características fenológicas y reproductivas óptimas para la reproducción de nuevas plantas de cacao en viveros.

III HIPÓTESIS

Alterna: algunos sustratos orgánicos favorecen la germinación y desarrollo de la planta de cacao en los 90 días

Nula: los sustratos no influyen en la germinación y desarrollo de la planta de cacao en los primeros 90 días

IV REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

4.1 Origen de Cacao (*Theobroma Cacao* L.)

El cacao es una planta originaria de América cuyo origen exacto se encuentra actualmente en discusión, no obstante, la evidencia apunta que fue llevada de zonas tropicales de Centroamérica a regiones de Sudamérica mediante la migración de las poblaciones nómadas indígenas que usaban las semillas como alimento (Quintero y Wehbe, 2017).

4.2 Cacao Nacional Boliviano

Se conoce como cacao nacional boliviano (CNB) a las variedades forasteras encontradas en Bolivia, en cultivo o en condiciones silvestres. El CNB presenta las siguientes características: mazorca inmadura de color verde, frutos pequeños de forma alargada, ápice del fruto de punta pequeña, superficie de la mazorca ligeramente rugosa con 10 surcos bajos, semilla de color púrpura y sin pigmentación en el filamento del estambre de la flor. Las semillas son pequeñas, lo que dificulta su comercialización como materia prima. Las características de fruto y semilla del CNB difieren claramente de los cacaos criollos. El CNB es poco atacado por la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*). (W. July et.al, 2007)

Según Davies (1986), el cacao “Boliviano” se clasifica en dos grandes grupos que son:

a) Cacao silvestre o cacao de monte, que se refiere a los árboles que no han sido sistemáticamente plantados por el hombre, pero que se reproducen vegetativamente o asexualmente; son luego dispensados por la acción de los animales. El cacao silvestre prolifera a lo largo de las márgenes de los ríos Ichilo y Beni. A este material se le denomina como “CNB silvestre.

b) Cacao nacional cultivado, esta clasificación se refiere a poblaciones que han sido plantadas por la mano del hombre, tienen un alto grado de variabilidad genética y 5 posiblemente derivan originalmente del “cacao silvestre”, la literatura nacional se suele utilizar de manera indistinta los términos: cacao silvestre y cacao criollo, es necesario despejar esta confusión. El primer concepto se refiere al estado de las plantas en el bosque, en cambio, el segundo a una variedad del cacao por cierto no existe en Bolivia. A este material se le llamará en la presente investigación como CNB cultivado, con diferente grado de pureza.

4.3 Cultivo de cacao

En general en Bolivia el cultivo de cacao se ha incorporado a los sistemas agroforestales, que consisten en la introducción y combinación en tiempo y espacio de especies forestales con cultivos anuales, perennes, forrajeras, frutales, medicinales y otras. Esta forma de producción tiene como ventaja que hace más sostenible el sistema en su diversificación reduce los riesgos de pérdida totales en los ciclos anuales (Bazoberry y Salazar, 2008).

4.4 Distribución

El cacao se cultiva en Bolivia en las zonas tropicales de los departamentos de La Paz, Beni, Pando, Santa Cruz y Cochabamba, encontrándose también en forma silvestre en dichos lugares; siendo la zona de mayor producción Alto Beni, en el departamento de la Paz (July, 2007).

El cultivo de cacao fue promovido por el gobierno de Bolivia en la década del 60, como la principal fuente de ingresos para los agricultores migrantes del altiplano boliviano que colonizaron la región amazónica, (Zevallos y Terrazas, 1970).

En Bolivia el INE reporta una superficie de 5000 ha de cacao cultivado, que según Bazoberry y Salazar (2008) con las áreas identificadas de cacao nacional, podrían alcanzar las 20,000 ha. La producción estimada es 2500 toneladas de cacao en grano, sobre todo de variedades introducidas. El principal exportador de cacao en Bolivia es la Cooperativa El CEIBO.

Las poblaciones de cacao introducidas a Bolivia (Alto Beni), se establecieron en 1963 usando híbridos inter clónales y clones seleccionados traídos del banco de germoplasma (Universidad de West Aindies) de Trinidad Tobago, Ecuador, Brasil y Perú, (Zevallos y Terrazas, 1970).

4.5 Zonificación de los suelos en las zonas de vida

En el Municipio de Puerto Rico existen algunas áreas muy degradadas como resultado de la explotación aurífera, sin embargo, son áreas reducidas y propensas a la implementación de un plan de recuperación de suelos.

Para el análisis de uso del suelo en la zona de vida se tomará como base los Planes de Uso de Suelo Departamentales (PLUS) que cuenten con su respectiva norma de aprobación por las instancias correspondientes.

Esto determina la zonificación de los suelos en correspondencia con su aptitud, potencialidades, capacidades ecológicas y condiciones socioeconómicas específicas. Las entidades territoriales autónomas que no cuenten con PLUS aprobado, deberán elaborarlo progresivamente; pudiendo emplear de forma referencial e indicativa para la elaboración del PTDI, la Zonificación

4.6 Zonas de producción

La región amazónica boliviana cuenta con un alto potencial de producción de cacao; la existencia de áreas cultivadas en regiones aptas, se debe a la presencia primaria del cacao silvestre, principalmente en los departamentos de La Paz, Beni y Pando; detectando desde hace algunos siglos por los colonizadores en los ríos Mamoré, Madre de Dios, Iténez, Beni y otros, en la cuenca amazónica; asimismo en la región Norte de Santa Cruz, se ha encontrado cacao silvestre cultivado de manera tradicional, incrementándose las superficies del cultivo en los últimos años (PATAGC-FAO, 2006).

4.7 Taxonomía del cacao

La clasificación taxonómica del cacao (*Theobroma Cacao L.*) se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

*Clasificación taxonómica de Theobroma cacao*Tabla2.*Clasificación taxonómica de Theobroma cacao.*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malvales
Genero	Theobroma
Especie	Theobroma Cacao L.

Fuente E elaboración Propia 2023

4.8 Características Agronómicas del Cacao

4.9 A nivel Nacional

En su investigación denominada “Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao L.*). En vivero, usando diferentes volúmenes de sustrato” donde evaluaron diferentes parámetros de crecimiento como altura de la planta (cm), número plantas, ancho y longitud de hojas (cm), diámetro del tallo (cm), longitud de raíz principal (cm) y el peso fresco total de plantas (g), obteniendo así resultados donde indican que en volúmenes de 1,5 kg la mayoría de las variables evaluadas en especial el peso total de las plantas tuvo mejores promedios y ajuste del modelo lineal.

4.10 A Nivel Local

En cuanto a los antecedentes a nivel local y regional no se cuenta con material científico documentado.

4.11 Generalidades del cultivo de cacao

La planta del cacao se cultiva en suelos ubicados entre los 0 a 800 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m) con clima húmedo tropical a temperaturas promedio de 25°C, la zona debe recibir precipitaciones anuales promedio de entre 1700 a 250 mm con humedad relativa de alrededor del 75%, los suelos deben ser de tipo franco con un pH de entre 5,5 a 7.0 con inclinaciones de entre 1° a 45° (Dubón et al., 2021).

4.12 Morfología del Cacao

La planta de cacao tiene una longitud de 4 a 8 metros pudiendo alcanzar hasta los 12 metros de altura, es un árbol perenne con corteza café grisácea cuyas ramas presentan vellosidades, sus hojas son coráceas simples con base redondeada, sus flores son de tipo pentámeras.

Hermafroditas, actinomorfas y de alrededor de 2cm de diámetro, el fruto es una baya de color púrpura o amarilla con una longitud de 20 a 35cm de largo, 7cm de ancho y un peso de entre 200 a 1000g, dentro del fruto se encuentran las semillas de color café-rojizo con longitudes de entre 20 a 50mm de largo y 12 a 16mm de ancho (Noles, 2020).

4.13 Descripción botánica del cacao

Las hojas son enteras, membranosas; estipulas subuladas, aguadas pubescentes o tomantosas, poseen tricomas en forma de estrellas caducos; los peciolo miden de 14 a 27 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho los cuales son glabros cuando pubescente con tricomas simples. Las láminas foliares alcanzan 17,9 a 48,3 cm de largo por 6,6 a 13,6 cm de ancho de forma oblongo elípticas subobovada, asimétrica, glabra con tricomas simples y bifurcados en ambas caras; son color rojizas cuando jóvenes tornándose verde al madurar, base obtuso atenuada de margen entero e irregularmente sinuado; ápice largamente acuminado. Las inflorescencias cauliflora axilar o extra axilar (Rondón, J. y Cumana, L. 2005.).

El fruto es una drupa de 15,2 a 18,9 cm de largo incluyendo el pedúnculo, baciforme, ovalado-oblongo, con 10 surcos profundos, glabro, color púrpura o verde en estados iniciales, amarillo y rojo cuando maduro en su interior contiene numerosas semillas de 20 a 60 de

superficie lisa, color castaño, con contenido de pulpa sobre ellas, esta contiene una alta concentración de azúcares que es de gran

Importancia para el proceso de fermentación (Pérez, E. 2006.)

4.14 Variedades del Cacao

Las variedades del cacao se distinguen por sus características morfológicas del fruto, su origen geográfico y características organolépticas como el olor y aroma, las 4 variedades principales son Forastero, Criollo, Trinitario y Nacional Ecuatoriano.

El cacao de tipo forastero es la variedad más cultivada, representando alrededor del 90% del cultivo mundial debido a su alto rendimiento de producción, presenta semillas pequeñas, con superficie plana y cotiledones de color violeta, además de presentar cierta astringencia debido a una alta concentración de antocianinas, también es conocido como cacao ordinario (Predan et al., 2019).

El cacao criollo es la variedad más antigua conocida, producida únicamente en Centroamérica, Venezuela y ciertas poblaciones de Asia. Se caracteriza debido al color amarillo o rojo del fruto maduro, con la presencia de semillas grandes, cotiledones de color blanquecino, estas plantas suelen ser bastante sensibles al estrés generado por plagas o cambios en el clima además de tener un rendimiento de cultivo bajo (Aprotosoie et al., 2018).

La variedad trinitaria es una hibridación entre las variedades forasteras y criollas, su nombre proviene de la región de Trinidad, lugar donde se originó esta variedad. Al igual que la variedad de cacao criollo esta suele ser sensible al estrés causado por cambios climáticos además de ser susceptible a plagas y enfermedades que afectan a ambas variedades (Vera y Santana, 2017).

El cacao Nacional Ecuatoriano, se produce únicamente en las regiones tropicales del Ecuador, este se caracteriza por poseer semillas de color púrpura, además de presentar un perfil de sabor catalogado como “Arriba” con características bastante demandadas en el mercado internacional, representando aproximadamente el 10% de la producción mundial de chocolate negro (Aprotosoie et al., 2018).

4.15 Composición nutricional de las semillas de Cacao

Las semillas de cacao poseen una alta concentración de nutrientes, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 2

Composición nutricional de semillas de Theobroma cacao L. tras el tostado

Componente	Contenido /100g
Agua	2 g
Proteína	11,8 g
Grasa	52 g
Azucare	1,5 g
Fibra	9,3 g

Fuente: (Roper, 2021)

4.16 Clima

El clima ideal para el cultivo de cacao es el denominado bosque húmedo tropical, a una altitud de entre 150 a 500 m.s.n.m con una temperatura promedio de 24-26°C, con variaciones entre el día y la noche menores a 9°, precipitaciones de 2800 a 3500 mm anuales además de una humedad relativa que de entre 70 a 80% (Calva y Ramírez, 2021).

4.17 Condiciones del suelo

Los mejores suelos para el cultivo de cacao son suelos francos, con gran cantidad de materia orgánica, buen drenaje, con un pH óptimo de entre 6,5 a 7,5 y pendiente de hasta 45° de inclinación además de presentar una profundidad de entre 1-1,5m para un correcto desarrollo de las raíces además que se debe evitar Suelos con altas concentraciones de cadmio, debido a que esta planta absorbe este tipo de elementos y los almacena en sus frutos (Calva y Ramírez, 2021; Dubón et al., 2021).

4.18 Sustratos para la multiplicación de planta de Cacao

Éstos difieren poco según cultivos y técnicas empleadas. Es previsible que se empiecen a diferenciar diversas tipologías de sustrato: para semilleros, para enraizamiento de esquejes y para forestales. A medida que se desarrolla la planta la evapotranspiración aumenta, por ello, es necesario que el sustrato proporcione un suministro continuo de agua, elementos nutritivos y de aireación suficiente, al mismo tiempo. El sustrato es una mezcla de turbas rubia y negra (SUSTRATO, s.f.).

4.19 Establecimiento de un vivero

Se selecciona un terreno plano, con buen drenaje, de fácil acceso o cerca de una fuente de agua. Para la siembra de una hectárea hay que alistar unas 750 fundas de color negro, con perforaciones para el drenaje, con un tamaño mínimo de 15 x 20 cm (6 x 8 pulgadas); si el área es grande, conviene hacer semilleros que estén cercanos al sitio definido para su siembra final. Proteja el vivero contra vientos fuertes y haga un cercamiento para evitar los daños que ocasionan los animales (INIAP AMAZONIA, s.f.).

Se debe construir una sombra apropiada sobre el vivero, al menos un 50 % de sombra como mínimo; utilice sarán o un techo de palma. Prepare un buen sustrato para llenar las fundas, mezclando una parte de tierra negra bien desmenuzada con una parte de abono orgánico. Llène las fundas hasta el borde con el sustrato, dejando la tierra bien apretada. Acomode las fundas en doble hilera separadas de 15 a 20 cm y ubicadas en dirección este-oeste (INIAP AMAZONIA, s.f.).

4.20 Cuidado en vivero

El vivero se considera como el área delimitada de terreno y debidamente preparada, con el propósito fundamental de obtener la multiplicación y producción de plantas resistentes, libres de enfermedades y con características fenotípicas y genotípicas únicas, hasta el momento en que estén en condiciones para ser plantadas en el sitio definitivo (CORPOICA, 2009)

En épocas de sequía se riega diariamente, sobre todo en la mañana y en la tarde, tratando de mojar bien las hojas y la tierra. Elimine, cada semana, las malas hierbas presentes en las fundas, procurando arrancarlas a mano, no use herbicidas. Controle enfermedades o plagas, en caso necesario, y retire con cuidado las plantas enfermas o muertas. Aplique cada mes abonos orgánicos líquidos como biol o purines, al follaje y a la raíz (CORPOICA, 2009).

4.21 Propagación por semillas

CORPOICA (2009) indica que la propagación por medio de semillas frescas (sexual) es la más utilizada por los agricultores, por ser fácil y económica.

La semilla puede ser:

4.22 Semilla común

Si el agricultor no está en condición de obtener semilla híbrida certificada, entonces debe proceder a seleccionar dentro de su plantación los mejores árboles, los más robustos, con mayor producción y que en lo posible estén libres de enfermedades (CORPOICA, 2009).

4.23 Semilla proveniente de árboles clonados

En las estaciones experimentales (principalmente del INIAP) se han seleccionado clones por su alto rendimiento desde muchos años atrás. Semilla híbrida.- luego de varios años de estudios de híbridos interclonales, se han llegado a establecer los beneficios que se pueden obtener al usar semilla híbrida, especialmente si es certificada (INIAP AMAZONIA, s.f.).

Siembra de semilla para patrones En cacao se recomienda y se debe utilizar la propagación por injerto, por lo cual es primordial la utilización de una planta como patrón. El patrón es la planta que recibe la yema (injerto), y conforma el sistema radical, el cual es esencial para la nutrición de la planta injertada y constituye una de las bases fundamentales para el éxito comercial de un cultivo de cacao. La producción de patrones en cacao se realiza a partir de semillas, las cuales son recalcitrantes, es decir, no pueden ser deshidratadas y carecen de dormancias, por lo tanto, pierden su viabilidad rápidamente o mueren si no les permiten germinar (PALENCIA et al., 2003).

Por otro lado, cuando las mazorcas hayan cumplido su ciclo vegetativo, se cosechan, se extrae y se lava la semilla, con el propósito de quitarles el mucílago; luego se impregna con una mezcla de aserrín lavado y un fungicida, se deja almacenada en lugar bajo sombra por tres días para que germine y dé la guía de siembra que da como resultado un desarrollo uniforme. La semilla que no germine a los tres días, se humedece y se deja por otros 3 a 5 días más, al cabo de los cuales, si no responde a la germinación, se debe desechar (PALENCIA et al., 2003).

Requerimientos nutricionales de plántulas de cacao en vivero Las plántulas de cacao en vivero por lo general presentan síntomas muy notorios de deficiencia de elementos nutricionales como: N-P-K-Mg-Fe y B, debido a la utilización de sustratos de baja fertilidad o con desbalances en sus componentes. En dichos casos, no se hace uso del análisis químico para la aplicación oportuna de elementos deficitarios. Teniendo en cuenta la corta permanencia de las plántulas en vivero, se debe hacer uso de fertilizantes de acción rápida como los de síntesis química, ya sean de aplicación edáfica o foliar (CORPOICA, 2007).

En la aplicación de fertilizantes químicos para sustratos con bajos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, se recomienda hacer aplicaciones foliares de urea en dosis de 100 gramos por 20 litros de agua 11 en plántulas de 45 días. A los 75 días de edad de las plántulas se deben hacer aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, en una relación 15-45- 30 de los tres elementos, respectivamente. En términos de cantidades se pueden suministrar 3 gramos de N, 9 gramos de P y 6 gramos de K, para plántulas que crecen en bolsas de 3 kilogramos de sustrato (CORPOICA, 2009).

4.24 Siembra de semillas

El método más fácil y económico de sembrar cacao es mediante propagación generativa, donde se emplean las semillas maduras sin secar, estas semillas tienen una tasa de germinación del 90%, la siembra puede realizarse directamente en el suelo o con ayuda de un vivero, en caso de realizarse en vivero lo más común es realizarlo en sustratos como turba, perlita o humus, la siembra debe realizarse con el hilum de la semilla apuntando hacia abajo a una profundidad de 10 a 20mm (Calva y Ramírez, 2021; Dostert et al., 2018).

4.25 Requerimientos nutricionales de plantas de Cacao en vivero

Las plántulas de cacao en vivero por lo general presentan síntomas muy notorios de deficiencia de elementos nutricionales como: N-P-K-Mg-Fe y B, debido a la utilización de sustratos de baja fertilidad o con desbalances en sus componentes. En dichos casos, no se hace uso del análisis químico para la aplicación oportuna de elementos deficitarios. Teniendo en cuenta la corta permanencia de las plántulas en vivero, se debe hacer uso de fertilizantes de acción rápida como los de síntesis química, ya sean de aplicación edáfica o foliar (CORPOICA, 2007).

En la aplicación de fertilizantes químicos para sustratos con bajos contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, se recomienda hacer aplicaciones foliares de urea en dosis de 100 gramos por 20 litros de agua 11 en plántulas de 45 días. A los 75 días de edad de las plántulas se deben hacer aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio, en una relación 15-45- 30 de los tres elementos, respectivamente. En términos de cantidades se pueden suministrar 3 gramos de

N, 9 gramos de P y 6 gramos de K, para plántulas que crecen en bolsas de 3 kilogramos de sustrato (CORPOICA, 2009).

4.26 Cultivo

El cacao puede cultivarse en las modalidades de monocultivo, así como en plantaciones forestales o cultivos frutales intercalados como maderados, plátano, caoba o árboles que produzcan sombra. Es muy importante que el cacao sea cultivado con sombra, dado que esto favorece el correcto desarrollo de la planta. La plantación se realiza en época de lluvias sobre el suelo húmedo, las plantas se cultivan con una distancia mínima de 2,5m entre cada planta (Dostert et al., 2018; Dubón et al., 2021).

4.27 Fertilización

Generalmente se emplean fertilizantes comerciales ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, enriquecidos con hierro, zinc y boro en cantidades de 500 kg/hectárea al año, además que se puede complementar con la adición estiércol para aumentar la cantidad de componentes orgánicos en el suelo (Dostert et al., 2018).

4.28 Condiciones de suelo requerido para el cultivo de Cacao

El cultivo de cacao requiere suelos profundos, livianos y ricos en nutrientes, al poseer una raíz pivotante, el perfil del suelo debe oscilar entre 1 y 1,5 m de profundidad. Los árboles de cacao no son tolerantes a suelos inundados ni suelos totalmente secos, debe existir un equilibrio de humedad para mantenerse, por lo que el nivel freático debe encontrarse aproximadamente a los 1,2 m de profundidad. Los suelos permeables arcillo-arenosos son considerados ideales para la producción de este cultivo (Batista, 2009).

Antes de realizar cualquier recomendación o aplicación de fertilizante se debe realizar un análisis de suelo y de tejido, esto permitirá conocer el estado nutricional del suelo y de la planta, así como las relaciones de los elementos y las posibles correcciones que se deben realizar, para garantizar un crecimiento adecuado en la plantación (Mendoza, V. 2013)

Antes de realizar cualquier recomendación o aplicación de fertilizante se debe realizar un análisis de suelo y de tejido, esto permitirá conocer el estado nutricional del suelo y de la

planta, así como las relaciones de los elementos y las posibles correcciones que se deben realizar, para garantizar un crecimiento adecuado en la plantación (Mendoza, V. 2013)

Existen cuatro parámetros de importancia en el país para realizar un diagnóstico de fertilidad de los suelos, estos son:

- a) Parámetros de acidez el cual incluye las características del potencial de hidrogeno (pH), acidez intercambiable, el porcentaje de saturación de acidez y la sumatoria de bases.
- b) La capacidad de intercambio catiónico efectiva y el valor de las bases (Ca, Mg, K).
- c) Relaciones catiónicas,
- d) valor del fósforo y elementos menores.

Las plantaciones de cacao toleran suelos con niveles de pH entre 5.0 a 7,5 pero dependiendo de la fertilidad del suelo, estos pueden tolerar pH inferiores al mínimo mencionado (Dostert, *et al* 2011).

En cuanto a los niveles de acidez intercambiable, Batista (2009) menciona que un rango aceptable para el cultivo de cacao se encuentra entre los valores de 0,31 y 1,5 meq/100 cc de suelo, valores por encima del máximo pueden provocar problemas en el comportamiento de los elementos del suelo, repercutiendo en la absorción por parte de los arboles; también menciona que los niveles medios del porcentaje de saturación de acidez se encuentran entre 11 y 25%; el mismo autor considera aptos los suelos que contengan un rango de entre 12,1 y 30 meq/100 cc de suelo para la característica de capacidad de intercambio catiónico. En cuanto al valor de las bases, se considera que un suelo bueno para la siembra del cultivo de cacao debe contener valores de 4,1 y 18,1 meq/100 cc de suelo para el elemento calcio, de 0,9 y 4,4 meq/100 cc de suelo para el elemento Mg y de 0,21 y 0,40 meq/100 cc de suelo para el elemento potasio (Batista, 2009).

Todas las variables anteriores están relacionadas con el aporte de materia orgánica que pueda brindar el cultivo, al ser este un árbol semi- caducifolio, el aporte de material vegetal al suelo es basto, por lo que los niveles de materia orgánica en el suelo pueden superar valores al 3%. (Pinargote, 2015).

Los parámetros para la evaluación del análisis foliar son más sencillos pues se comparan únicamente las concentraciones de los elementos contra valores estándares del cultivo (Guerrero, 2012).

El árbol de cacao incrementa la absorción de nutrientes durante los primeros cinco años después de la siembra, una vez alcanzada esta edad, la tasa de absorción se mantiene durante su ciclo de producción que es aproximadamente 40 años, la cantidad de nutrientes que extraiga está relacionada con el estado nutricional del árbol, y la disponibilidad que haya en el suelo, normalmente absorbe más potasio, seguido de nitrógeno, calcio y magnesio (López, *et al* 2015).

Diferentes autores han brindado datos sobre la extracción de los principales nutrientes del suelo para producir una tonelada de cacao seco, por ejemplo, PROAMAZONA (2003)

Menciona que una tonelada extrae del suelo aproximadamente 44 kg de Nitrógeno (N), 10 kg de fosfato (P₂O₅) y 77 kg de potasio (K₂O), mientras que IPNI (2007), reporta que de nitrógeno (N) se necesitan 30 kg, de fosfato (P₂O₅) 8 kg, de potasio (K₂O) 40 kg. Ambos autores presentan datos comprendidos en el rango propuesto por Sánchez *et al.* (2005), los cuales mencionaron extracciones de 31 a 40 kg de N, de 11,5 a 13,75 kg de P₂O₅ y de 64,8 a 103 kg de K₂O. kg López *et al.*, (2007).

Realizaron un ensayo donde midió el efecto de la fertilización inorgánica, sobre la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, el ensayo lo aplicó sobre un suelo caracterizado como de mediana a alta fertilidad con bajos contenidos de fósforo disponible, y con una textura franco arcilloso; el autor utilizó nutrimentos como el nitrógeno, fósforo y potasio en las siguientes dosis: 45 de nitrógeno y 0, 45, 90, y 135 de fósforo y potasio, estas dosis se combinaron hasta tener 16 tratamientos, en el primer año solo encontró variaciones positivas en la disponibilidad de fósforo, pero no se encontraron diferencias de significancia. Para el segundo año los autores mencionan que se logró evidenciar diferencias altamente significativas entre los tratamientos con fósforo. A nivel foliar, el autor observó, variaciones en el contenido de los elementos, pero estos no representaron un nivel significativo; para el

segundo año las diferencias significativas fueron únicamente para el elemento nitrógeno. Otros autores como (Puentes, Y.; Menjivar, J. Aranzazu, F. 2014.)

Evaluaron la eficiencia del uso de nitrógeno, fósforo y potasio en cuatro clones de cacao. En dicha evaluación lograron evidenciar un incremento en el rendimiento del peso seco de los granos en casi todos los clones, la dosis que marcaron este incremento fueron 4,7 g/planta de urea, 66,8 g/planta de fosfato di amónico y 278,6 g/planta de nitrato de potasio fraccionadas en dos aplicaciones. También determinaron que el menor rendimiento en cuanto al peso de la semilla, lo presentaron los tratamientos que contenían dosis más altas de los nutrimentos utilizados (13,9 g/planta de urea, 134,1 g/planta de fosfato di amónico y 557,6 g/planta de nitrato de potasio) y el tratamiento testigo absoluto. Cabe mencionar que las diferencias se observaron hasta el segundo año de evaluación. Sánchez, *et al.* (2002).

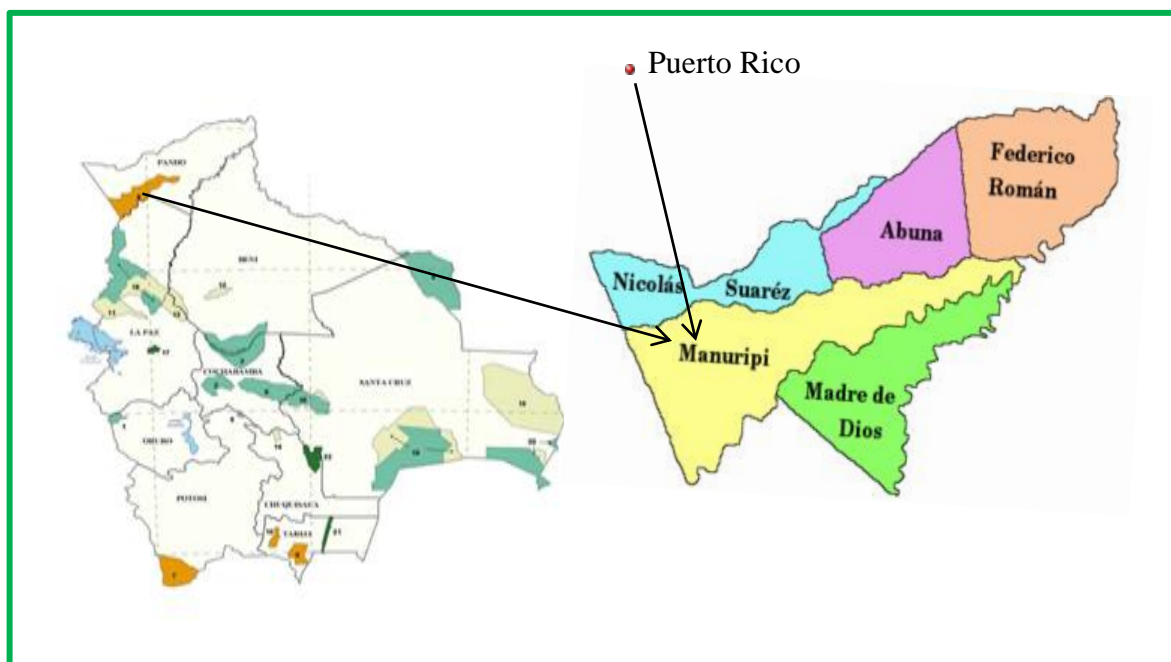
Realizaron una evaluación similar en arboles con 15 años de edad, con dosis variadas de nutrimentos químicos (NPK) y una aplicación de gallinaza como nutrimento orgánico, se midió la producción de cuatro años consecutivos, y los resultados obtenidos, no presentan diferencias significativas; pero si mencionan que los tratamientos en los que se aplicó nutrimentos químicos, presentan una tendencia a ser mayores en cuanto al rendimiento de kilogramos de grano por hectárea.

V MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación del área de estudio

Este trabajo de investigación se realizó en la propiedad de la unidad académica Puerto Rico, se encuentra localizado en la Primera Sección de la Provincia Manuripi del Departamento de Pando El Municipio de Puerto Rico, se encuentra ubicado a 168 Km de la Capital Cobija, está en el centro del Departamento de Pando. Está al sudeste de la ciudad de Cobija, entre los paralelos 67° y 68° de longitud oeste y entre los 11° y 11° 50' latitud Sur. Elevación: 175 m, superficie: 5,294 km, población: 2,872 (2013).

Figura 1. Localización de Puerto Rico en Bolivia, Localización de Puerto Rico en Pando



5.2 Características climáticas

Por su ubicación geográfica, el sector tiene la siguiente característica climática:

Temperatura: 25°C

Humedad: 26 % precipitaciones.

Según la clasificación ecológica de Leslie Holdridge, en la que se encuentra el área en que se localizó el proyecto experimental, pertenece al bosque húmedo tropical

5.3 Materiales y Equipos

5.4 Material genético

Cacao criollo

5.5 Otros materiales

Los materiales de campo y equipos utilizados en la investigación:

- Cinta métrica
- Machete
- Estaca
- Pintura
- Funda de 15x 25 cm
- Carretilla
- Brocha
- Martillo
- Clavos
- Combo
- Lampa
- Azadón

5.6 Material Vegetal

- Estiércol de Vacuno
- Aserrín descompuestos
- Tierra Negra
- Arena de Ríos

5.7 Equipos

- Laptop
- Impresora
- Hojas papel boom tamaño carta
- Lapicero
- Lápiz de carbón
- Regla

- Libreta de campo
- Cámara de Celular
- Marcador permanente
- Escritorio

5.8 Métodos

5.8.1 Diseño de los sustratos

El total de tratamientos (T0, T1, T2, T3) son cuatros tres repeticiones y un testigo que se evaluaron, testigo suelo agrícola,

Tabla 3

Tratamiento en estudio

tratamientos	Tipo de sustrato	Proporción
To	Testigo: Suelo Agrícola	1
T1	Sustrato: Suelo Agrícola	2
T2	Sustrato: Suelo Agrícola	2
T3	Sustrato: Suelo Agrícola	2

Fuente Elaboración Propia 2023

Las características del área experimental fueron las siguientes:

Área de estudio	6x4
Área total	24 m ²
Distancia entre filas	0,50 mt
Largo de filas	6 mt

5.8.2 Procedimiento experimental

En el presente trabajo se realizó los siguientes pasos:

1r^a Establecimiento

Primera fase: Recolección de sustratos

Tierra Negra

Estiércol de vacuno

Arena de Ríos

Aserrín descompuesto

5.8.3 Preparación del sustrato

Se recolecto el estiércol de vacuno, suelo agrícola, Arena de ríos, aserrín.

- ✓ El acopio de la tierra se realizó de un área boscosa
- ✓ El sustrato fue desinfectado por el método de evaporación con agua caliente, el sustrato fue cubierto con un plástico negro y expuesto al sol, por el lapso de 20 días ante de ser utilizado en el llenado de las bolsas.
- ✓ El sustrato tradicional consistió en tierra tomada del suelo de la zona boscosa. A este sustrato no se le adicione ningún otro componente (tratamiento testigo).

5.8.4 Llenado de las bolsas

Luego de preparado el sustrato se llenaron las fundas hasta el borde, éstas fueron de color negro y con perforaciones para el drenaje, con un tamaño mínimo de 15 x 20 cm (6 x 8 pulgadas).

5.8.5 Siembra de las semillas

Se realizó los orificios al centro de las bolsas con un punzón de madera (1 cm de profundidad aproximado). La semilla se colocó con brotes hacia adentro

A una profundidad (1cm de profundidad aproximado de 1 cm. El riego se realizó todos los días para mantener la humedad en las bolsas.

5.8.6 Fertilización

Se emplearon fertilizantes de acción rápida como los de síntesis química, éstos fueron de aplicación edáfica y foliar, según lo requerido por las plántulas del vivero.

5.8.7 Riego

Se realizó el riego cada día dependiendo de la humedad que conserve el sustrato.

5.8.8 Control de insectos y plaga

- Esta práctica se efectuó de acuerdo a los insectos plaga que se presentaron en el vivero, siguiendo las recomendaciones necesarias.

En cada semana se realizó un monitoreo de plaga y enfermedades para evitar daños o mortandad de plantas que no aseguren la buena toma de datos de las variables evaluadas.

5.8.9 Control de malezas

Se controló manualmente, dependiendo de su agresividad y tamaño.

5.9 Datos a tomarse y métodos de evaluar

En cada unidad experimental se tomaron 4 plantas al azar y se evaluaron las siguientes variables:

En cada unidad experimental se tomaron 4 plantas al azar y se evaluaron las siguientes variables:

5.9.1 Porcentaje de germinación

Se realizó a los 30, 60, 90 días mediante el conteo de semillas germinadas y se determinó su porcentaje

5.9.2 Altura de planta

Se tomó la altura de la planta a los 30, 60, 90 días desde el cuello del tallo hasta el ápice de la última hoja. Se expresó en centímetros.

5.9.3 Diámetro de tallo

Se determinó el diámetro del tallo luego de la germinación la semilla, a los 30, 60, 90 días y se expresó en centímetros.

5.9.4 Numero de hoja

El conteo de hojas se efectuó por cada tratamiento, a los 30, 60, 90 días, respectivamente, después, de la siembra.

5.9.5 Numero de planta al final del experimento

Se contó el número de plantas de cada tratamiento que llegaron en buenas condiciones al final del experimento, y se lo llevó a una capacidad de vivero de 480 plantas.

5.10 Crecimientos y desarrollo de las plantas de cacao

Desde que germina una semilla, conforme pasa el tiempo, la planta va creciendo, sus células se dividen y multiplican y luego se alargan. Paralelamente al aumento en tamaño y número, las células sufren modificaciones en la estructura de su protoplasma, en el que aparecen 7 organillos especializados en funciones determinadas, y al fin toda la célula aparece con una serie de estructuras cuya forma está en relación con su función fisiológica. Estudios realizados por BROUDEAN (1981).

Como en la mayoría de cultivos, las etapas de crecimiento y desarrollo están ligadas a las condiciones edafoclimáticas de la zona donde se pretende establecer la plantación y de las técnicas utilizadas para mejorar el desarrollo del cultivo. En las plantaciones actuales de cacao, se ha implementado la técnica de enjertación, la cual es un método de reproducción asexual, esto ha modificado en cierta medida las fases de crecimiento y desarrollo, del mismo. Además de estas áreas, se debe contar con un vivero, Donde se garantice las mejores condiciones de luz, agua, fertilizante, así como el control de plagas y enfermedades de las nuevas plántulas.

5.10.1 Primera fase

consiste en la pre-germinación de las semillas sin mucílago de los árboles patrón, las cuales suelen colocarse sobre aserrín o ceniza durante un periodo de cuatro días, para estimular a la ruptura de la semilla y salida del embrión, una vez que esto sucede, se siembran en bolsas y se trasladan al vivero, donde se les brindará el manejo adecuado durante aproximadamente 2,5 a 3 meses (Taller cacao); cumplido este periodo el árbol tendrá un diámetro mayor a 5 mm a partir de 10 a 15 cm de la base de siembra, a esta edad se procede a realizar el injerto del clon seleccionado, el cual demora aproximadamente 12 días en adherirse fisiológicamente al árbol patrón. Una vez confirmado que este clon se ha adherido se deja en el vivero y pasados tres meses y al menos con seis hojas verdaderas el nuevo árbol está listo para trasladarse a campo, por lo que podría resumirse que la primera fase de crecimiento demora aproximadamente 6 meses (Compañía Nacional de Chocolates. 2012.)

5.10.2 Segunda fase

Consiste en la formación del árbol, que va aproximadamente desde el trasplante hasta los 18 meses, en este periodo el tronco crece verticalmente hasta alcanzar de 80 a 100 cm de la base del suelo, a esta altura empieza el crecimiento plagio trópico, que consiste en el alargamiento de las yemas axilares, las cuales forman una corona, que normalmente se les denomina horquetas. En esta fase normalmente se producen flores de las cuales, algunas llegan a formar frutos, además crecen tallos secundarios llamados como chupones (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2010).

5.10.3 Tercera fase

Comprende desde los 18 meses hasta los 10 años y se considera como la etapa juvenil pues los arboles aumentan su altura y vigor, además la producción de frutos es creciente con cada año que pasa, según ensayos realizados por Phillips *et al* (2012), reportan incrementos de hasta 2600 kg/ha/año en esta fase.

5.10.4 Cuarta Fase

Esta fase se caracteriza por que los arboles mantiene su producción estable debido a la madurez productiva de los mismos, comprende desde los 10 años hasta el año 25 y se le suele llamar etapa plena de producción. Después del año 25 al año 40 empieza a decrecer la producción de manera paulatina (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2010).

5.10.5 Quinta Fase

Se conoce como la etapa de senescencia, y se da a partir de los 40 años en adelante, se caracteriza por que el árbol se vuelve más susceptible a enfermedades, escasa floración y fructificación, se produce un agotamiento fisiológico del árbol (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, 2010).

5.11 Condiciones de suelo requerida para las plantas de Cacao

El cultivo de cacao requiere suelos profundos, livianos y ricos en nutrientes, al poseer una raíz pivotante, el perfil del suelo debe oscilar entre 1 y 1,5 m de profundidad. Los arboles de cacao no son tolerantes a suelos inundados ni suelos totalmente secos, debe existir un

equilibrio de humedad para mantenerse, por lo que el nivel freático debe encontrarse aproximadamente a los 1,2 m de profundidad. Los suelos permeables arcillo-arenosos son considerados ideales para la producción de este cultivo (Batista, 2009). Antes de realizar cualquier recomendación o aplicación de fertilizante se debe realizar un análisis de suelo y de tejido, esto permitirá conocer el estado nutricional del suelo y de la planta, así como las relaciones de los elementos y las posibles correcciones que se deben realizar, para garantizar un crecimiento adecuado en la plantación (Mendoza, V. 2013)

Existen cuatro parámetros de importancia en el país para realizar un diagnóstico de fertilidad de los suelos, estos son:

- a) Parámetros de acidez el cual incluye las características del potencial de hidrogeno (pH), acidez intercambiable, el porcentaje de saturación de acidez y la sumatoria de bases.
- b) La capacidad de intercambio catiónico efectiva y el valor de las bases (Ca, Mg, K).
- c) Relaciones catiónicas,
- d) valor del fósforo y elementos menores. (Mendez, J. Bertsch, F. 2012.)

Las plantaciones de cacao toleran suelos con niveles de pH entre 5.0 a 7,5 pero dependiendo de la fertilidad del suelo, estos pueden tolerar pH inferiores al mínimo mencionado (Dostert, *et al* 2011). En cuanto a los niveles de acidez intercambiable, Batista (2009) menciona que un rango aceptable para el cultivo de cacao se encuentra entre los valores de 0,31 y 1,5 meq/100 cc de suelo, valores por encima del máximo pueden provocar problemas en el comportamiento de los elementos del suelo, repercutiendo en la absorción por parte de los arboles; también Menciona que los niveles medios del porcentaje de saturación de acidez se encuentran entre 11 y 25%; el mismo autor considera aptos los suelos que contengan un rango de entre 12,1 y 30 meq/100 cc de suelo para la característica de capacidad de intercambio catiónico. En cuanto al valor de las bases, se considera que un suelo bueno para la siembra del cultivo de cacao debe contener valores de 4,1 y 18,1 meq/100 cc de suelo para el elemento calcio, de 0,9 y 4,4 meq/100 cc de suelo para el elemento Mg y de 0,21 y 0,40 meq/100 cc de suelo para el elemento potasio (Batista, 2009).

Todas las variables anteriores están relacionadas con el aporte de materia orgánica que pueda brindar el cultivo, al ser este un árbol semi- caducifolio, el aporte de material vegetal al suelo es basto, por lo que los niveles de materia orgánica en el suelo pueden superar valores al 3%. (Pinargote, 2015).

Los parámetros para la evaluación del análisis foliar son más sencillos pues se comparan únicamente las concentraciones de los elementos contra valores estándares del cultivo (Guerrero, 2012).

El árbol de cacao incrementa la absorción de nutrientes durante los primeros cinco años después de la siembra, una vez alcanzada esta edad, la tasa de absorción se mantiene durante su ciclo de producción que es aproximadamente 40 años, la cantidad de nutrientes que extraiga está relacionada con el estado nutricional del árbol, y la disponibilidad que haya en el suelo, normalmente absorbe más potasio, seguido de nitrógeno, calcio y magnesio (López, *et al* 2015).

Diferentes autores han brindado datos sobre la extracción de los principales nutrientes del suelo para producir una tonelada de cacao seco, por ejemplo

PROAMAZONA (2003). Menciona que una tonelada extrae del suelo aproximadamente 44 kg de Nitrógeno (N), 10 kg de fosfato (P₂O₅) y 77 kg de potasio (K₂O), mientras que

IPNI (2007), reporta que de nitrógeno (N) se necesitan 30 kg, de fosfato (P₂O₅) 8 kg, de potasio (K₂O) 40 kg. Ambos autores presentan datos comprendidos en el rango propuesto por Sánchez *et al.* (2005)

Durante el periodo de 90 días de germinación y crecimientos de los plantines en vivero, se obtuvo las siguientes variables:

Se midió la altura de los plantines cada 15 días, la altura al cotiledón a partir de la base del cuello de la raíz hasta el cotiledón, el diámetro del tallo (con un vernier) y se contó el número de hojas.

5.12 Labores culturales

5.12.1 Control sanitario

Durante todo el periodo de trabajo se realizó el control permanente fitosanitario, quitado de hojas enfermas, control de malezas y limpieza de los pasillos.

5.12.2 Riego

El riego se efectuó en función a las condiciones climáticas de la zona, en la época humedad no se realizó el riego, en cambio en la época seca se realizó el riego cada cuatro días o cuando las macetas se encuentran muy secas.

Durante el periodo de 90 días de germinación y crecimientos de los plantines.

5.13 Suelos del departamento pando

Los suelos de pando son pobres en nutrientes debido a la naturaleza de la litología subyacente, la meteorización química fuerte (causada por alta precipitación durante gran parte del año. En estas condiciones naturales, la fertilidad del suelo está ligada al ciclo orgánico. Por la abundante cobertura vegetal del bosque tropical.

5.13.1 Suelos de Puerto Rico Pando

En el Municipio de Puerto Rico existen algunas áreas muy degradadas como resultado de la explotación aurífera, sin embargo, son áreas reducidas y propensas a la implementación de un plan de recuperación de suelos.

5.13.2 Características de los suelos de puerto Rico Pando

La topografía del suelo en el Municipio de Puerto Rico varía según a la zona. Los suelos que presentan las Zonas altas y planas son moderados e imperfectamente drenados, moderadamente profundos, son de textura Limosas.

Los suelos de las partes altas y planas son de textura franco arenosos de color pardo fuerte a pardo oscuro. En las partes de planicie alta, los suelos son bien drenados y profundos, con una textura franco arenosa de color amarillo rojizo y pardo oscuro.

5.14 Modelo de investigación

En esta investigación se empleará el método experimental para poder evaluar y la cuantificación del manejo y reproducción de plantines de Cacao en etapa de vivero, para nuevas plantas y esta constituidas por las siguientes etapas:

- ❖ Caracterización de plantas semillero
- ❖ Planta con características, silvestre
- ❖ Recolección de frutos
- ❖ Selección de semillas
- ❖ Preparación de las semillas
- ❖ Germinación de la semilla
- ❖ Siembra de semillas
- ❖ Riego manual con Regaderas

5.15 Técnicas

A emplearse en el estudio será de recolección de datos del proceso de evolución de los plantines de Cacao (*Theobroma Cacao L.*). En estado de vivero.

5.16 Instrumentos

A utilizar serán planillas de datos para obtener la información de los registros y observación cada 30, 60, 90 días durante el tiempo de desarrollo de las plantas en estado de vivero.

5.17 Diseño de investigación

En la presente investigación se utilizó un diseño de investigación de experimentos puros y verdaderos, donde se manipulo a la variable independiente para luego ver su efecto o respuesta en la variable dependiente. Se utilizó médelo experimental de bloques completamente al azar (DBCA), contando con un total de 12 tratamientos (3 repeticiones

experimentales de bloques completamente al azar (1 combinaciones de sustratos incluido el testigo), y tres repeticiones.

$$X_{ijk} = \mu + \beta_k + \alpha_i + \epsilon_{ik} + \theta_j + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

μ = Media general

β = Efecto de los bloques

α_i = Efecto de los tratamientos

ϵ_{ik} = Error experimental

θ_{ij} = Efecto del sustrato

ϵ_{ijk} = Error experimental

5.18 Área experimental

El área total del experimento fue de 24 m² y el área de la unidad experimental fue de 6 m², el área se justifica debido a que el experimento se realizó en etapa de vivero.

5.19 Análisis estadístico y pruebas de significancia

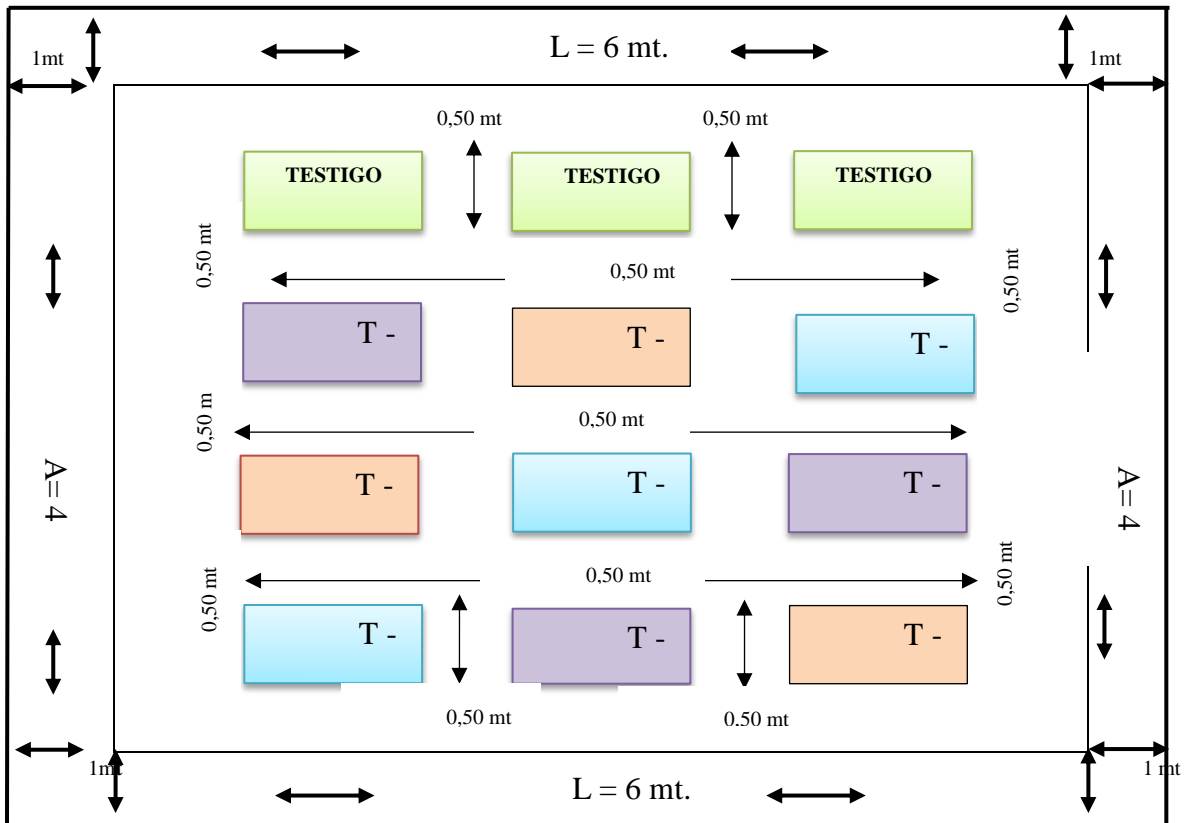
A los resultados que se obtendrán en campo se les aplicara un análisis de varianza simple y análisis de efecto entre factores para las variables seleccionadas y en aquellas que se obtuvo significancia se realizara la comparación de medias según la prueba de rango múltiple de Tukey al 5%; de significancia.

5.20 Área de trabajo en el vivero

El vivero Experimental está ubicado en la unidad académica puerto Rico de pendiente de la Universidad Amazónica de Pando presenta una superficie plana, con facilidad de drenaje, libre acceso a vías de comunicación, posee acceso a una fuente de agua, presenta una sombra artificial del 60% se tubo control de maleza en el área trabajo en el vivero, para evitar enfermedad, plagas.

5.21 Croquis experimental

Figura 2. Croquis diseño Experimental completamente al azar DBCA en la unidad Académica Puerto Rico.



Fuente: Elaboración propia. 2023.

6.*4. Mt unidad experimenta y una espacio de pasillo de 0.50 mt entre parcelas experimentales.

5.22 Características del campo experimental

Tabla 4

Característica del campo experimental

Diseño experimental	DBCA
Tratamientos	4
Repeticiones	3
Ancho de cada unidad experimental	69 cm
Largo de cada unidad experimental	38 cm
Área de cada unidad experimental	02.62 mt
Número de plantas en cada U.E.	40m
Largo del experimento	6 m
Ancho del experimento	4 mt
Área total del experimento	24 m ²
Número de unidades experimentales	12
Área de las repeticiones	2.62 m

Fuente elaboración: propia 2023

5.23 Población, Muestra y Muestreo

En el experimento la población hace referencia al total de plantas correspondiendo a 480 plantas por todo el tratamiento.

5.24 Muestra

5.24.1 Fórmula para una población

$$n = Z^2 N p q / (e^2 (N-1) + Z^2 p q)$$

$$n = 8 (1.96)^2 (0.5) (480) / (0.05)^2 (480-1) + (1.96)^2 (0.5) (0.5)$$

$$n = 480 / 5.12$$

$$n = 480 \text{ plantas}$$

Dónde:

N: muestra

Z²: nivel de confianza (1- α) = 1.96

P: probabilidad de acierto (50%)

q = probabilidad de error (50%)

Población total (La población total se estima la población de plantas por parcela experimental que corresponde a 480)

E = error muestral = 5%

La muestra de 480 plantas es considerada aceptable para la realización del experimento.

5.24.2 Muestreo

Se consideró el tipo de muestreo probabilidad aleatoria simple, cada unidad experimental cuenta con tres repeticiones (de evaluación).

En el experimento se instaló 12 parcela experimentales (4 tratamientos y 3 repeticiones); donde se consideró 16 plantas por unidad experimental teniendo un total de Plantas en evaluación, con 24 plantas para efecto de borde, plantas que ayudaron a agudizar el error experimental y en cada unidad experimental, se evaluó al azar 4 plantas.

5.25 Determinación de variable

5.25.1 Variable independiente

Tabla 5

Estudió el efecto de tres sustratos simples y compuestos con diferentes proporcione.

Datos de los tratamientos		
TO =	Suelo Agrícola	100 %
T1 =	Suelo Agrícola 75% + 25% Estiércol de Vacuno	
T2 =	Suelo Agrícola 75% + 25% de Aserrín descompuesto	
T3 =	Suelo Agrícola 75% + 25% de Arena de Ríos	

Fuente: Elaboración propia 2023

5.25.2 Variable dependiente.

Germinación de semilla de cacao en etapa de vivero.

Crecimiento del cultivo de cacao criollo en etapa de vivero.

Las dimensiones que se estudiaron para cuantificar la germinación y crecimiento del cultivo fueron:

- Longitud de planta
- Diámetro de tallo
- Dia de germinación
- Numero de hojas

En el presente trabajo se desarrolló el método de investigación descriptivo explicativo, el cual permite puntualizar los elementos y variables considerados en el tema.

El estudio ha sido descriptivo para recolectar la mayor información, cuantitativa y cualitativa, en la acciones que realiza el productor en su actividad diaria en la producción y obtención del fruto de cacao, otros factores que influyen en esta actividad.

El **explicativo** para establecer o determinar, cuales son las causas o fenómenos que influyen en la producción y sus rendimientos, como también las causas que influyen en la comercialización a nivel nacional del producto.

5.25.3 Confiabilidad el instrumento

Prueba de confiabilidad para la evaluación de los diferentes ítems de mediciones del crecimiento: Altura de planta, diámetro de tallo, numero de hojas.

Resumen del procedimiento

Tabla 6

Resumen del procedimiento

	Tra.	N	%
	valido	480	100
	Excluido	0	0
casos	Total	480	100

Fuente: Elaboración Propia 2023

5.26 Procedimiento

5.26.1 Condición del experimento

- **Selección de la mazorca.** Se seleccionaron las mazorcas que se encontraron en las ramas principales de la planta. Las mazorcas seleccionadas estuvieron en etapa de maduración, se encontraron sanas y con buen tamaño.
- **Selección de las semillas.** Se seleccionó las semillas que se encontraron sanas, de buen tamaño y ubicadas en la parte media de la mazorca.
- **Preparación de la semilla.** Se extrajo de la mazorca las semillas donde se eliminó el mucilago que las recubre, mediante una frotación con aserrín. Se colocó en una bolsa de yute, se realizó el proceso de sacar el mucilago hasta que no tenga mucilago luego se puso en una fuente con agua para que en píese le proceso del pre germinación para luego continuar con la siembra en las bolsas en el vivero.
- **Llenado de las bolsas.** Se utilizaron bolsas de 25 x 15 cm, se realizó el llenado de las bolsas con los tratamientos definidos para el experimento y con las repeticiones definidas.

- **Siembra de las semillas.** Se realizó los orificios al centro de las bolsas con un punzón de madera (1 cm de profundidad aproximado). La semilla se colocó con brotes hacia adentro.

A una profundidad (1cm de profundidad aproximado de 1 cm. El riego se realizó todos los días para mantener la humedad en las bolsa.

Riego: se realizó el riego 10 a15 días dependiendo de la humedad que conserve el sustrato.

- **Control de plaga:** en cada semana se realizó un monitoreo de plaga y enfermedades para evitar daños o mortandad de plantas que no aseguren la buena toma de datos de las variables evaluadas.

a. Datos a registrar

Toma de datos para la evaluación de los parámetros de crecimiento: para determinar los parámetros del crecimiento, se realizaron las medidas directas e indirecta del crecimiento tal y como lo señala (Barrera, 2019).

- Medidas directas del crecimiento: corresponde a mediciones de altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas.
- Diámetro de tallo: Mediante el Venier electrónico se estimó el diámetro de tallo en el segundo o tercer entrenudo de la planta.
- Numero de hojas: se realizó el conteo directo total de las hojas por planta.

Tabla 7

Toma de datos

Mediciones	Equipo	Instrumento
Altura de plata	Centímetro	Guía de observaciones
Diámetro de tallo	Vernier	
Numero de hoja	Conteo	

Fuente Elaboración Propia2023

5.27 Análisis estadístico

El análisis de los datos de la investigación (Diseño de bloques completamente al azar - DBCA), fueron evaluados mediante un Tukey (análisis de varianza), donde determino la significancia o no significancia de la variable respuesta de la presente investigación, si el análisis de varianza muestra diferencias significativas se procedió a realizar las pruebas de comparaciones múltiples entre tratamientos donde se utilizó la prueba de Duncan con un 95% de confianza, siempre y cuando nuestros datos que se obtengan cuenten con una distribución normal; los datos se procesaron en el paquete estadístico en el programa Microsoft Office Excel 2016.

El enfoque de este trabajo de investigación se centra en beneficio de los productores de cacao en el municipio de Puerto Rico Pando, brindando soporte técnico y científico para el aprovechamiento de recursos disponibles como son los diferentes insumos naturales para la formulación del sustrato del cual el cultivo exige óptimas condiciones iniciales para luego tener un buen crecimiento y desarrollo de los plántones en vivero, donde posteriormente serán conducidos a campo abierto para su desarrollo como cultivo perenne y obtener todos los beneficios del rendimiento de sus frutos o mazorcas. Por otro lado, el compromiso ético de desarrollar la investigación bajo las siguientes reglas:

- Se desarrolló el trabajo de investigación observando los principios éticos y valores que establece la Universidad Amazónica Pando.
- Se respetó las costumbres e ideologías dentro de las actividades agrícolas que realizan, para llevar a cabo el manejo del cultivo dentro del área cultivada en el lugar donde se llevó a cabo el experimento. Así mismo, presenciar los valores y principios éticos con los agricultores.
- Se respetó los derechos de autor y de la propiedad intelectual, citando como corresponde a sus respectivos autores, evitando el plagio de trabajos ajenos.
- Realizar la investigación tuvo el objetivo de aportar valor a los productores de Cacao ya que existe el desconocimiento de las exigencias requeridas en la elaboración de sustratos para vivero en el cultivo de Cacao.

- La investigación se llevó a cabo, luego de la aprobación del proyecto de tesis por parte de los expertos en la investigación científica.

5.28 Días de pre-germinación

Se tomó en cuenta en este cultivo el tiempo que tarda en pre germinar la semilla de Cacao.

La emergencia de las semillas vario desde 9 a 16 días, la cual se vieron pre-germinadas más del 51%.

5.29 Días a la germinación

En la investigación se tomó en cuenta el tiempo en que tarda en germinar la semilla de Cacao y una vez realizada la introducción en cada una de las bolsas la emergencia de las plantas vario desde el 16 a 26 días, la cual se observó la germinación más del 51%.

5.30 Efecto de los sustratos sobre la germinación de semilla de Cacao

Se presentan los efectos de los tratamientos respecto a los incrementos de germinación se gun los sustratos en T1 tratamientos suelo agrícolas + estiércol de vacuno To Suelo Agrícola.

VI RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 Análisis de varianza para el variable tiempo de germinación

Tabla 8

Análisis de la varianza para la variable tiempo de germinación y crecimiento de plantines de cacao (*Theobroma cacao* L.)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² j	CV
Germinación de semilla	16	0,05	0,00	3,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	1,19	3	0,40	1,0E-03	0,8999
Sustratos	1,19	3	0,40	1,0E-03	0,8999
Error	24,75	12	2,06		
Total	25,94	15			

Medias ajustadas, error estándar y número de observaciones

Error: 2,0625 gl: 12

Sustratos	Medias	n	E.E.
D	37,75	4	0,72 A
C	37,50	4	0,72 A
B	37,50	4	0,72 A
A	37,00	4	0,72 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Estos datos fueron analizados a través del análisis de varianza con la comparación de medias 37,75 semillas germinadas de prueba Tuckey al 25,2% para ello se tomaron las siguientes variables (Altura de planta, con cotiledones a los (30 días después de su emergencia).

6.2 Altura de planta

Tabla 9

Análisis de varianza de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao L.). Evaluación en altura a los 30 días después de la emergencia

Variable	N	R ²	R ² j	CV
Altura de planta	16	0,80	0,75	2,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-Valor
Modelo	21,19	3	7,06	16,14	0,0002
Sustratos	21,19	3	7,06	16,14	0,0002
Error	5,25	12	0,44		
Total	26,44	15			

Tukey Alfa=0, 05 DMS=1, 38858

Error: 0, 4375 gl: 12

Sustratos	Media	n	E.E.
B	29,75	4	0,3 A
A	28,75	4	0,33 A B
D	27,50	4	0,33 B C
C	26,75	4	0,33 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,0$)

En la evaluación los resultados mostraron un coeficiente de variabilidad de 26,4% y un promedio general de 29.75 cm de altura de planta, lo cual indica un coeficiente variabilidad alto con una variabilidad en los datos evaluados. El Tukey muestra que no existe una diferenciación estadística significativa para los tratamientos T1 Y TO en sustratos y suelo agrícola.

Tabla 10

Análisis de varianza de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de Cacao (Theobroma). Evaluación de altura de planta a los 60 días después de la emergencia.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² j	CV
Altura de planta	16	0,54	0,43	3,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	F	F	P-Valor
Modelo	13,50	3	4,50	4,70	0,0216
Sustratos	13,50	3	4,50	4,70	0,0216
Error	11,50	12	0,96		
Total	25,00	15			

Tukey Alfa=0, 05 DMS=2, 05513

Error: 0, 9583 gl: 12

Sustratos	Media	n	E.E.
B	31,25	4	0,49 A
A	29,50	4	0,49 A B
D	29,50	4	0,49 A B
C	28,75	4	0,49 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la evaluación los resultados mostraron un coeficiente de variabilidad de 26,3% y una media de 31.25 cm de altura, lo cual indica un coeficiente variabilidad alta con una variabilidad en los datos evaluados, así también la media indica un crecimiento lento en el crecimientos de plantas Cacao. Tukey muestra que existe una diferenciación estadística significativa para los tratamientos en estudio.

Tabla 11

Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de altura de planta a los 90 días después de la emergencia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura de planta	16	0,71	0,63	2,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	F	F	P-Valor
Modelo	12,00	3	4,00	9,60	0,0216
Sustratos	12,00	3	4,00	9,60	0,0216
Error	5,00	12	0,42		
Total	17,00	15			

Tukey Alfa=0,05 DMS=1,35511

Error: 0,4167 gl: 12

Sustratos	Media	n	E.E.	
B	31,25	4	0,32	A
D	29,25	4	0,32	B
C	29,25	4	0,32	B
A	29,25	4	0,32	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la evaluación los resultados mostraron un coeficiente de variabilidad de 26.3% y una media 31,26 cm en la altura de planta, lo cual indica un coeficiente variabilidad bajo con una distribución normal en los datos evaluados. El Tukey muestra que no existe una diferenciación estadística en las fuentes de variación.

6.3 Diámetro de tallo

Tabla 12

Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de diámetro de tallo a los 30 días después de la emergencia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de plantas	16	0,43	0,29	2,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	0,01	3	2,5E-03	3,00	0,0728
Sustratos	0,01	3	2,5E-03	3,00	0,0728
Error	0,01	12	8,3E-04		
Total	0,01	15			

Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06060

Error: 0,0008 gl: 12

Sustratos	Medias	n	E.E.
B	1,25	4	0,01 A
D	1,20	4	0,01 A
C	1,20	4	0,01 A
A	1,20	4	0,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para esta evaluación los resultados mostraron un coeficiente de variabilidad de 0,24.7% y un promedio general de 1.25 cm, lo cual indica un coeficiente variabilidad medio con una homogeneidad en los datos evaluados. El Tukey muestra que no existe una diferenciación estadística significativa para los tratamientos sustratos.

Tabla 13

Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de diámetro de tallo a los 60 días después de la emergencia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de plantas	16	0,65	0,57	3,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	0,05	3	0,02	7,55	0,0043
Sustratos	0,05	3	0,02	7,55	0,0043
Error	0,03	12	2,3E-03		
Total	0,08	15			

Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10050

Error: 0,0023 gl: 12

Sustratos	Media	n	E.E.
A	1,40	4	0,02 A
B	1,38	4	0,02 A
C	1,35	4	0,02 A B
D	1,25	4	0,02 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Para esta evaluación los resultados mostraron un coeficiente de variabilidad de 26,0% y un promedio general de 1.40 cm, lo cual indica un coeficiente variabilidad bajo con una baja variabilidad en los datos evaluados. El Tukey muestra que no existe una diferenciación estadística altamente significativa para los tratamientos en estudio.

Tabla 14

Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de diámetro de tallo a los 90 días después de la emergencia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro de planta	16	0,20	0,00	2,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	0,01	3	2,5E-03	1,00	0,4262
Sustratos	0,01	3	2,5E-03	1,00	0,4262
Error	0,03	12	2,5E-03		
Total	0,04	15			

Tukey Alfa=0,05 DMS=0,10497

Sustratos	Medias	n	E.E.
B	1,95	4	0,03 A
D	1,90	4	0,03 A
C	1,90	4	0,03 A
A	1,90	4	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En esta evaluación los resultados mostraron un coeficiente de variabilidad de 25,5% y un promedio general de 1,95m m, lo cual indica un coeficiente de variabilidad medio con una media variabilidad en los datos evaluados. Muestra que no existe una diferenciación estadística significativa para los tratamientos en estudio.

6.4 Numero de hojas

Tabla 15

Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación del número de hojas a los 30 días después de la emergencia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de hoja	16	0,20	0,00	19,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	3,00	3	1,00	1,00	0,4262
Sustratos	3,00	3	1,00	1,00	0,4262
Error	12,00	12	1,00		
Total	15,00	15			

Tukey Alfa=0,05 DMS=2,09933

Error: 1,0000 gl: 12

Sustratos	Medias	n	E.E.
B	6,00	4	0,50 A
D	5,00	4	0,50 A
C	5,00	4	0,50 A
A	5,00	4	0,50 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En la evaluación los resultados mostraron un coeficiente de variabilidad de 28.6% y un promedio general de 6,00 lo cual indica un coeficiente variabilidad medio con una homogeneidad en los datos evaluados. Muestra que no existe una diferenciación estadística significativa para los tratamientos sustratos.

Tabla 16

Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación del número de hojas a los 60 días después de la emergencia

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Numero de hoja	16	0,22	0,02	18,14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	GL	CM	F	P- valor
Modelo	5,00	3	1,67	1,11	0,3829
Sustratos	5,00	3	1,67	1,11	0,3829
Error	18,00	12	1,50		
Total	23,00	15			

Tukey Alfa=0,05 DMS=2,57114

Error: 1,5000 gl: 12

Sustratos	Medias	n	E.E.
B	7,50	4	0,61 A
A	7,00	4	0,61 A
D	6,50	4	0,61 A
C	6,00	4	0,61 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 05$)

El análisis de diferenciación de medias, prueba de Tukey indica una diferenciación estadística significativa entre los tratamientos, formando tres grupos de variación del cual el T1 – con una combinación de suelo agrícola, estiércol de Vacuno en una relación de 7,50 obteniendo un alto porcentaje de incremento en número de hoja donde 27,8% difieren estadísticamente del resto de tratamientos.

Tabla 17

Análisis de variancia de los diferentes sustratos y su efecto en el crecimiento de los plantines de cacao (Theobroma cacao). Evaluación de número de hojas a los 90 días después de la emergencia

Análisis de la varianza					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Numero de hoja	16	0,39	0,24	13,09	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	GL	CM	F	P-valor
Modelo	9,00	3	3,00	2,57	0,1029
Sustratos	9,00	3	3,00	2,57	0,1029
Error	14,00	12	1,17		
Total	23,00	15			

Tukey Alfa=0, 05 DMS=2, 26754

Error: 1, 1667 gl: 12

Sustratos	Media	N	E.E.
B	9,00	4	0,54 A
D	8,50	4	0,54 A
C	8,50	4	0,54 A
A	7,00	4	0,54 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

El análisis de diferenciación de media prueba de Tukey indica una diferenciación estadística significativa entre los tratamientos, formando dos grupos de variación del cual el T1 – con una combinación de suelo agrícola, estiércol de Vacuno en una relación de 2, arrojó un alto promedio de 9,00 números de hojas por planta, donde difieren estadísticamente del resto de tratamiento. Para esta evaluación los resultados mostraron un coeficiente de variabilidad de 27,3% y un promedio general de 10 hojas, lo cual indica un coeficiente de variabilidad bajo con una baja variabilidad en los datos evaluados. Prueba de Tukey muestra que existe una diferenciación estadística altamente significativa para los tratamientos en estudios.

Figura 3. Tasa relativa del crecimiento en los diferentes tratamientos sustratos y su efecto del cultivo de cacao a los 30 días de pues de su emergencia de germinación

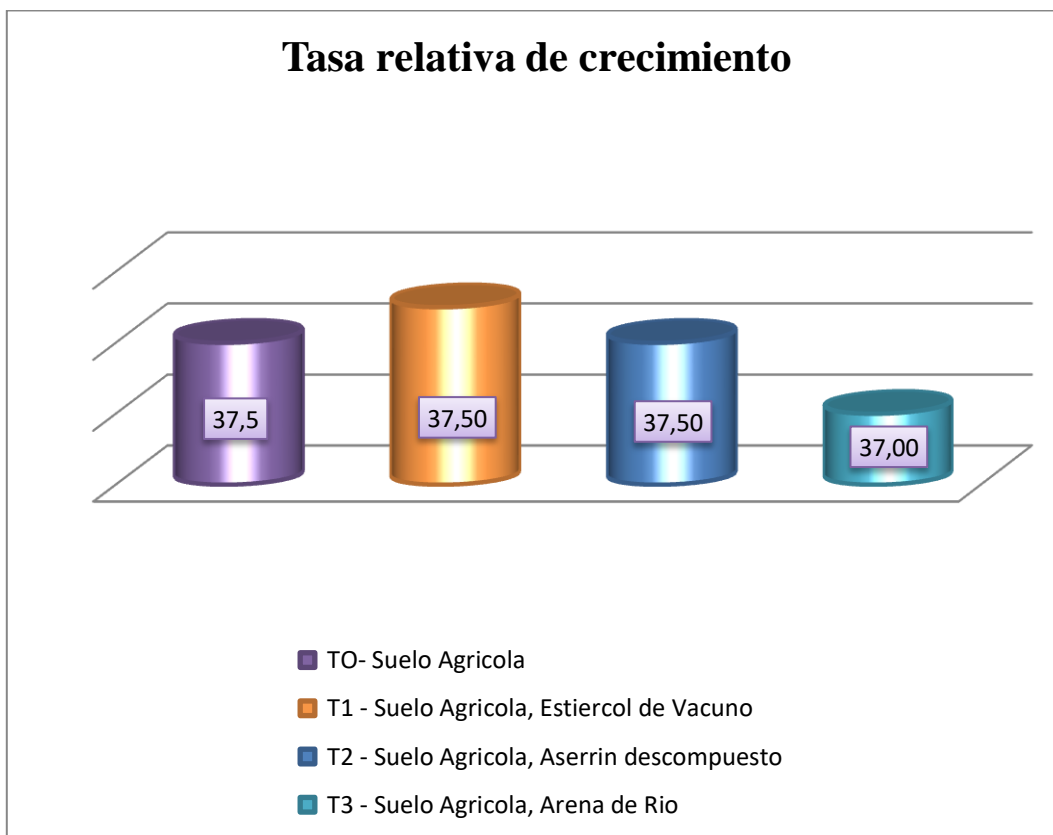


Figura 4. Tasa relativa del crecimiento en los diferentes tratamientos sustratos y su efecto de los plantines de cacao a los 30 días de pues de su emergencia de germinación

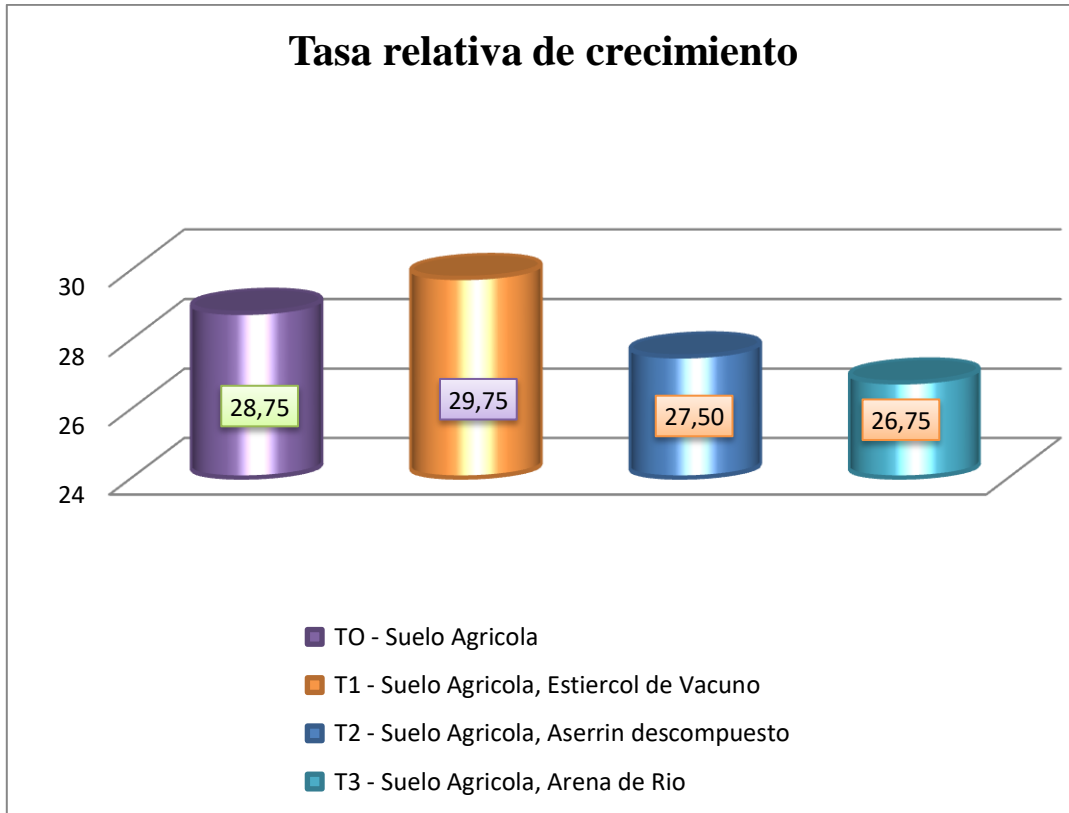


Figura 5. Tasa relativa del crecimiento en los diferentes tratamientos sustratos y su efecto del cultivo de cacao

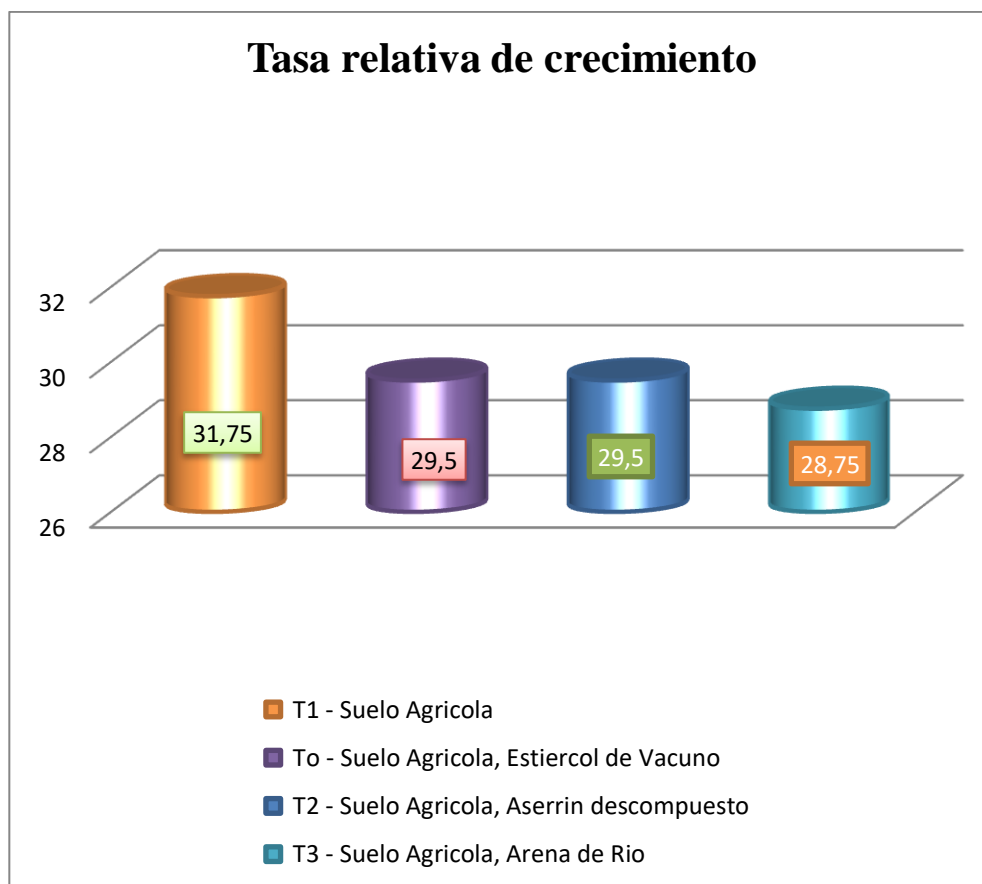
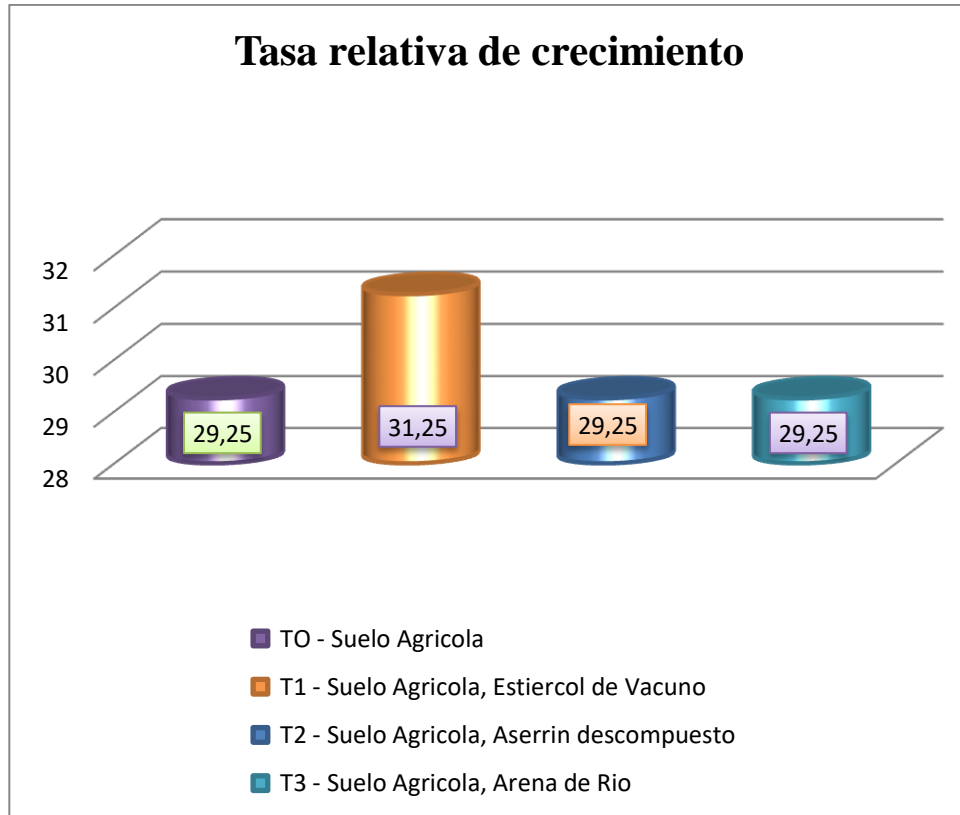


Figura 6. Tasa relativa del crecimiento en los diferentes tratamientos sustratos y su efecto de los plantines de cacao



VII DISCUSIÓN

Las diferencias estadísticas fueron dadas únicamente para la comparación entre grupos con las variables: porcentaje, tiempo de germinación, altura de planta, diámetro de tallo y número de hoja al final del experimento, donde siempre el grupo de tratamientos uno y o (testigos) fueron superiores en estos valores obtenidos en el grupo.

Semilla mejoran su germinación y su crecimiento en las primeras etapas de desarrollo. Los mejores resultados se obtuvieron cuando se aplicaron los sustratos; hubo un mayor porcentaje de germinación, altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.

VIII CONCLUSIONES

El sustrato y la proporción con el mayor efecto significativo en el crecimiento de los plantines de cacao (*Theobroma cacao*) fue el T1, sustrato estiércol de vacuno con suelo agrícola, 1, arrojando resultados significativos en las diferentes variables del crecimiento. Así también el To, Suelo agrícola. Con proporción 1, marco diferencia estadística en la variable altura de planta a los 60 días después de la emergencia.

- Los resultados muestran efecto significativo de los sustratos en las medidas directas e indirectas del crecimiento, arrojaron significación estadística para variables directas del crecimiento como altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas de planta de cacao en etapa de vivero.

Para las variables indirectas. Crecimiento como la tasa del crecimiento relativa indicando al T1 con 6.53% seguido del To con 5.11% respectivamente.

- Sin embargo, el T2 sustrato en combinación de suelo agrícola, Aserrín descompuesto con proporción 2, mostró diferencias estadísticas para las variables número de hojas a los 90 con un valor de 11.55 hojas por planta. Diferenciándose del resto de tratamientos. Seguido el T1, sustrato en combinación de suelo agrícola, compost estiércol de vacuno con proporción 2.

- En los porcentajes de incremento el T1, sustrato en combinación de suelo agrícola, compost estiércol de vacuno con proporción 2 marco diferenciación estadística significativa siendo el más estable en los mejores resultados de las diferentes variables evaluadas, los resultados 16 muestran significación estadística para los incrementos de altura de planta,

Diámetro de tallo, número de hojas. El T1, sustrato en combinación de suelo agrícola, y estiércol de vacuno con proporción 1 arrojó los mejores incrementos, como 43.80% para altura de planta, 71.62% para diámetro de tallo, 100.6%.

IX RECOMENDACIONES

En las próximas investigaciones considerar en las evaluaciones realizar las estimaciones del peso seco de planta y de raíz a los 30 días después de la emergencia, con el fin de poder analizar incrementos para estas variables.

A los sustratos se debe realizar un análisis físico químico, para poder conocer algunas características que estén en exceso o deficiencia frente al cultivo de cacao.

Realizar desinfección de los sustratos (Tierra, arena, aserrín, sustrato de vacuno, etc.)

Una de las composiciones de los sustratos es el suelo agrícola, este debe ser bien cernido, evitar tener rocas, ya que pueden generar compactación al ser mezclados con otro componente. Durante la investigación el T1 obtuvo buenos resultados.

Realizar los riegos oportunos y necesarios en la etapa de vivero del cultivo de cacao, evitar excesos de agua con el fin de no tener proliferación de enfermedades como Fusarium, Ryzoctonia y otros.

En las próximas investigaciones se recomienda hacer estudios no solo en el tipo de sustratos, sino en la combinación de factores como tipos de sustratos y volumen ya que es también necesario porque no se tiene aún estandarizado este factor.

- En base a los resultados se recomienda utilizar el sustrato a base de suelo agrícola, compost o estiércol de vacuno, T1, para asegurar un buen crecimiento de planta en etapa de vivero del cultivo de cacao. También se recomienda la tierra agrícola de bosque.

X . BIBLIOGRAFÍA

(Aguirre-Medina et. 2007). (s.f.). Obtenido de (Aguirre-Medina et. 2007).

.gob.pe/bitstream/MINAGRI/343/1/commodities_cacao_

Angulo, D. 2021. (s.f.). Tesis. Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao*) en vivero, usando diferentes volúmenes de sustrato. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Yurimaguas, Perú.

Aprotosoai et al., 2018. (s.f.). A. C., Luca, S. V. y Miron, A. (2018). Flavor Chemistry of Cocoa and Cocoa Products—an Overview. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), 73–91. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12180>

Batista, L. 2009. (s.f.). El cultivo de cacao, guía técnica. República Dominicana. Centro para el desarrollo agropecuario forestal (en línea). Consultado el 12 de febrero de 2021. Disponible en: Obtenido de <http://docplayer.es/1149300-Guia-tecnica-el-cultivo-de-cacao-autor.html>

BAZOBERRY, O. y SALAZAR, C. 2008. El Cacao en Bolivia: Una Alternativa Económica

Cahuana, C. 2021. (s.f.). Tesis. Evaluación del efecto de diferentes sustratos en el desarrollo de plantines de cacao (*Theobroma cacao*) en el centro experimental del ceibo Ltda. Sapecho - Palos Blancos. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Calva, A. y Ramírez, P. (2021). Guía Técnica para el establecimiento y manejo del Cacao Super Árbol. Brandipity.

https://www.bivica.org/files/6054_Cacao_Guia_tecnica_final_18_10_16.pdf

CIPCA (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado). 2007. Beneficiado del cacao criollo. Bolivia. 10 p.

Compañía Nacional de Chocolates. 2012. (s.f.). El cultivo de cacao paquete tecnológico. (En línea). Colombia. Consultado el 10 de Febrero 2021. Disponible en: https://chocolates.com.co/sites/default/files/default_imagenes/paquete_tecnologico_cacao_cnch_enero_2012.pdf.

DAVIS, L. 1986. Manual de Consulta El cacao “Boliviano”. La Paz Bolivia. 76 p.

De Base Campesina Indígena “Centro de Investigación y Promoción del Campesinado” (CIPCA). La Paz, Bolivia. 54 p.

Dostert, 2011. (19 de febrero de 2021). N, Roque, J. Cano, A. La Torre, M. Weigend, M. 2011. Hoja botánica: Cacao. (En línea), Perú. Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C Consultado el 19 de febrero de 2021. Disponible en. Obtenido de http://www.botconsult.de/downloads/Hoja_Botanica_Cacao_2012.pdf

Dubón et al., 2021. (2021). *Guía técnica: Producción de Cacao En Sistemas Agroforestales*.

ENRÍQUEZ, G. 2004. “Cacao orgánico”. Guía de productores Ecuatorianos. INIAP, manual N° 54. EC. pp. 5-12.

Eslava, S. I. (s.f). Perfil químico-nutricional y actividad antioxidante del chocolate “VALLE DEL CHANKA”. Lima- Perú.

IBCE. (Septiembre de 2009). Cacao Silvestre Boliviano: Oportunidad para el desarrollo. Santa Cruz, Bolivia.

INIAP AMAZONIA, s.f. Unidad de recursos. Manual N° 76. Sep.

JULY, W. 2007. Caracterización Morfológica y Molecular del Cacao Nacional Boliviano y de Selección de Elites del Alto Beni, Bolivia. Tesis Msc. CATIE. Turrialba. 88 p

July, W; Vargas, M; Chavez, J. 2008. Tecnologías de producción del cacao en Bolivia. IICA (Bol.). Editorial Grupo Design. La Paz, Bolivia. 113p.

León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3a ed. Costa Rica. Agroamérica. Consultado el 19 de febrero de 2021.

López, S. y Gil, A. (2017). Características germinativas de semillas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae) “cacao.” *Arnaldo*, 24(2), 609–618.
<https://doi.org/10.22497/ARNALDOA.242.24212>

Mamani, J. R. (2018). Caracterización Morfológica de Cacao Nacional Boliviano (*Theobroma cacao* L.), en la Estación Experimental de Sapecho, Alto Beni, Bolivia. La Paz, Alto Beni, Bolivia.

Mendoza, V. 2013. (s.f.). El cultivo de cacao opción rentable para la selva. Perú Lima: Equipo técnico del programa Selva central - desco. (Enlínea). Consultado 15 enero 2016. Disponible en: Obtenido de [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_Uibd.nst/ED8663A7B0BA4B0105257C3F007ADCAD/\\$FILE/CULTIVO_Cacao_VF.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_Uibd.nst/ED8663A7B0BA4B0105257C3F007ADCAD/$FILE/CULTIVO_Cacao_VF.pdf).

MIDAGRI, 2021. (s.f.). Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI). (2021). Hoja informativa. Commodities cacao - Junio, 2019. Perú. Obtenido de. Obtenido de https://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/MINAGRI/343/1/commodities_cacao_

Noles, M. (2020). Evaluación de Enmiendas Orgánicas: Efectos en la producción y Fito sanidad del Cacao (*Theobroma cacao* L.) Cultivar CCN-51. Universidad Técnica de Machala.

Osorio, M. L. 2017. (s.f.). Tesis. Crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en diferentes tamaños de contenedor. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Colombia.

PALENCIA, CG; GÓMEZ, SR; MEJIA, FL. 2003. Producción masiva de materiales clónales de cacao (*Theobroma cacao* L.). CO. 58 p

PATAGC – FAO. 2006. Informe Final del Proyecto Modernización de la Cacao cultura Orgánica del Alto Beni. La Paz, Bolivia. 23 p

Pérez, E. 2006. (s.f.). Generalidades del Cacao (*Theobroma cacao* L), usos y aplicaciones en la industria alimentaria. México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Consultado el 19 de febrero de 2021. Disponible en. Obtenido de <http://uaaan.dspace.escire.net/bitstream/handle/123456789/347/59020s.pdf?sequence=1>

Predan et al., 2019. (s.f). Cocoa Industry—From Plant Cultivation to Cocoa Drinks production. Caaffeinated and Cocoa Based Beverages: Volumen 8. The Science of Beverage, 489-507. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815864-7.00015-5>

PROAMAZONA, 2013. (s.f.). (Programa para el desarrollo de la Amazona). 2004. "Manual del cultivo de cacao". Ministerio de Agricultura, Perú. P11, 46.

Puentes, Y.; Menjivar, J. Aranzazu, F. 2014. Eficiencias en el uso de NPK en Clones de Cacao. Colombia. Bioagro.

Quintero, M. Y Wehbe, C. (2017). *produccion basicos agricolas y desarrollo: produccion y comercializacion de cacao en venezuela [Universidad De La Laguna]*. . Obtenido de

Rondón, J. y Cumana, L. 2005. Revisión taxonómica del género Theobroma (sterculiaceae) en Venezuela. (En línea). Acta botánica Venezuela. Vol. 28. No. 1. Pág 113-133. Consultado 20 de febrero de 2021 Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/862/86228107.pdf>

Ropero, 2021. (s.f.). A Cacao Y chocolate. Badali. Obtenido de <http://badali.umh.es/assets/documentos/pdf/artic/cacao.pdf>

SUSTRATO, s.f. Informativo público demostrativo sobre los sustratos para viveros (en línea). Disponible en: r59475.pdf.sustratovivero.pdf. (Consultado el 19 septiembre del 2012).

Vargas, H. 2020. (s.f.). Tesis. Efecto de tamaño de envases y tres tipos de sustratos para la obtención de porta injertos de cacao rootstock (Theobroma cacao L.) en vivero. Universidad Nacional de Tumbes, Perú.

Velalcazar, K 2019. (s.f.). Tesis. Factor sustrato y cobertura en la germinación y desarrollo inicial de patrones de cacao (Theobroma cacao L.) en vivero,

Vera y Santana, 2017. (s.f.). Mucílago de cacao (Theobroma cacao L.), nacional y trinitario para la obtención de una bebida hidratante. [Universidad Técnica Estatal De Quevedo].

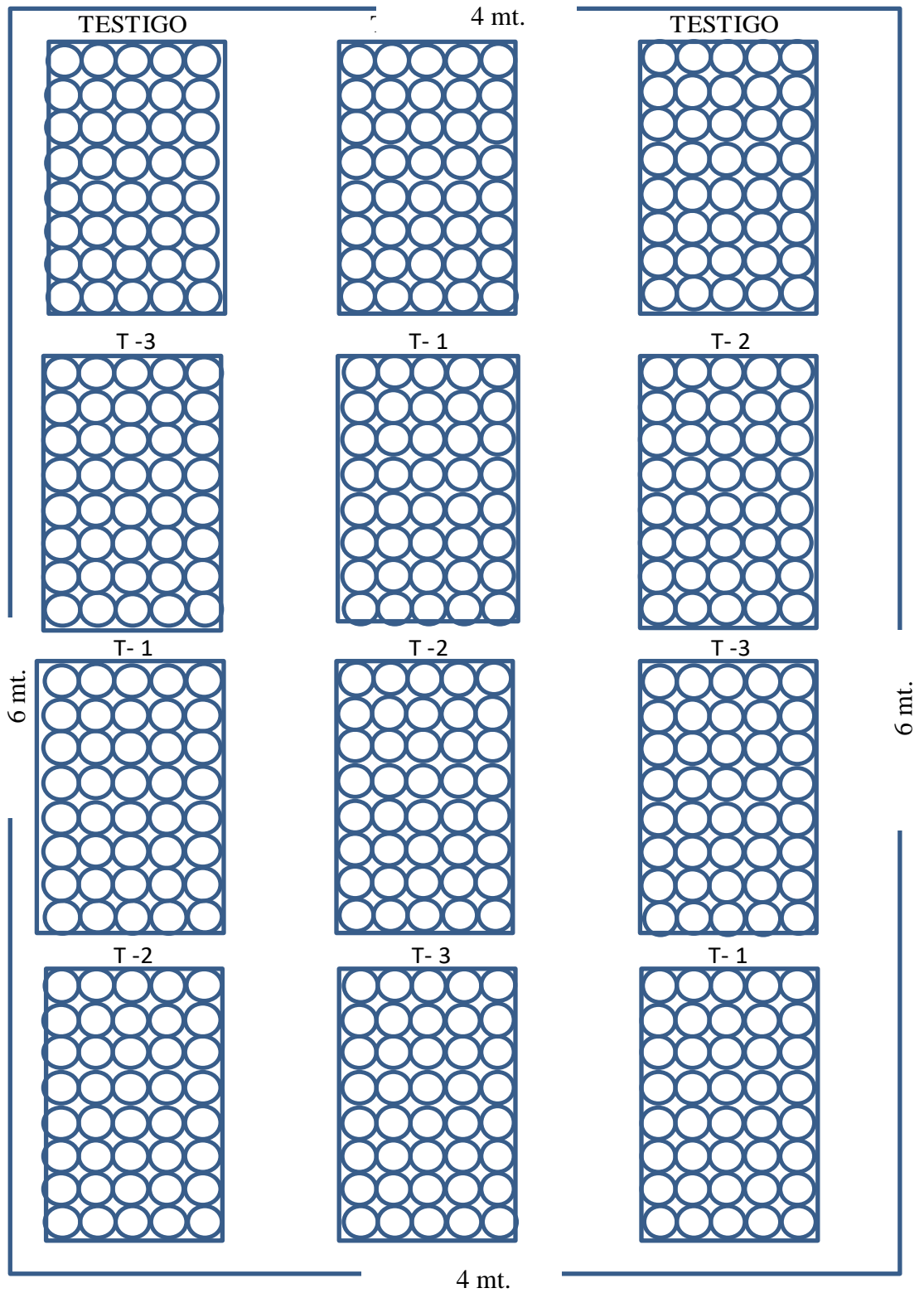
Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2262>

Zevallos y Terrazas, 1970. (Universidad de West Aindies) de Trinidad Tobago, Ecuador, Brasil y Perú. 88 p.

ANEXO

NEXO N°1

Croquis del diseño experimental completamente En la Unidad Académica Puerto Rico



ANEXO N° 2 Cosecha de fruto



ANEXO N° 3 Selección de frutos



ANEXO N° 4 Preparación de semilla



ANEXO N° 5



ANEXO N° 6 Semillas con mucílagos



ANEXO N° 7 Semillas sin mucílagos



ANEXO N° 8 Preparación del área para la Siembra de semillas en la parcela experimental



ANEXO N° 9 Siembra de semilla de Cacao en cada parcela experimental



ANEXO N° 10 Estudiantes, verificando la germinación de las semillas de cacao



ANEXO N° 11 Germinación de las semillas de cacao en el área experimental



ANEXO N°12 crecimientos de las planta de cacao, numero de hojas con cotiledones



ANEXO N°13 Medición de diámetro de las planta de cacao a los 30 días



ANXO N°14 crecimientos de las planta de cacao a los



ANEXO N° 15

CONTROL DE TOMA DE DATOS A LOS DÍAS				
Fecha: 16/06/2023				
Plantines de Cacao (Theobroma Cacao L.)				
N°	B	D	C	A
1	40	38	39	38
2	38	36	36	36
3	38	38	38	38
4	35	38	37	36
Total	151	150	150	148
Promedio	37,75	37,50	37,50	37,00

Fuente Elaboración Propia 2023

ANEXO N° 16

CONTROL DE TOMA DE DATOS A LOS 30 DÍAS				
Fecha: 26/07/2023				
Plantines de Cacao (Theobroma Cacao L.)				
N°	B	A	D	C
1	30	29	27	27
2	30	29	28	28
3	29	28	28	26
4	30	29	27	26
Total	119	115	110	107
Promedio	29,75	28,75	27,50	26,75

Fuente Elaboración Propia 2023

ANEXO 17

CONTROL DE TOMA DE DATOS A LOS 60 DÍAS				
Fecha: 26/08/2023				
Plantines de Cacao (Theobroma Cacao L.)				
Nº	B	A	D	C
1	32	30	30	29
2	30	29	31	28
3	31	29	29	28
4	32	30	28	30
Total	125	118	118	115
Promedio	31,25	29,50	29,50	28,75

Fuente Elaboración Propia 2023

ANEXO N° 18

CONTROL DE TOMA DE DATOS A LOS 90 DÍAS				
Fecha: 26/09/2023				
Plantines de Cacao (Theobroma Cacao L.)				
Nº	B	D	C	A
1	30	30	29	30
2	31	29	29	29
3	32	29	30	29
4	32	29	29	29
Total	125	117	117	117
Promedio	31,25	29,25	29,25	29,25

Fuente Elaboración propia 2023

TABLA 8: Cuantiles de la distribución de Tukey $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	n													
m	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.67
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43
21	2.94	3.56	3.94	4.21	4.42	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40
22	2.93	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.06	5.14	5.23	5.30	5.37
23	2.93	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32
25	2.91	3.52	3.89	4.15	4.36	4.53	4.67	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30
26	2.91	3.51	3.88	4.14	4.35	4.51	4.65	4.77	4.88	4.98	5.06	5.14	5.21	5.28
27	2.90	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.64	4.76	4.86	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26
28	2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.62	4.74	4.85	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24
29	2.89	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21
31	2.88	3.48	3.84	4.09	4.29	4.45	4.59	4.71	4.81	4.90	4.99	5.06	5.13	5.20
32	2.88	3.48	3.83	4.09	4.28	4.45	4.58	4.70	4.80	4.89	4.98	5.05	5.12	5.18
33	2.88	3.47	3.83	4.08	4.28	4.44	4.57	4.69	4.79	4.88	4.97	5.04	5.11	5.17
34	2.87	3.47	3.82	4.07	4.27	4.43	4.56	4.68	4.78	4.87	4.96	5.03	5.10	5.16
35	2.87	3.46	3.81	4.07	4.26	4.42	4.56	4.67	4.77	4.86	4.95	5.02	5.09	5.15
36	2.87	3.46	3.81	4.06	4.25	4.41	4.55	4.66	4.76	4.85	4.94	5.01	5.08	5.14
37	2.87	3.45	3.80	4.05	4.25	4.41	4.54	4.66	4.76	4.85	4.93	5.00	5.07	5.13
38	2.86	3.45	3.80	4.05	4.24	4.40	4.53	4.65	4.75	4.84	4.92	4.99	5.06	5.12
39	2.86	3.45	3.79	4.04	4.24	4.39	4.53	4.64	4.74	4.83	4.91	4.98	5.05	5.11
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11
41	2.86	3.44	3.79	4.03	4.23	4.38	4.51	4.63	4.73	4.82	4.90	4.97	5.04	5.10
42	2.85	3.44	3.78	4.03	4.22	4.38	4.51	4.62	4.72	4.81	4.89	4.96	5.03	5.09
43	2.85	3.43	3.78	4.03	4.22	4.37	4.50	4.62	4.72	4.80	4.88	4.96	5.02	5.08
44	2.85	3.43	3.78	4.02	4.21	4.37	4.50	4.61	4.71	4.80	4.88	4.95	5.02	5.08
45	2.85	3.43	3.77	4.02	4.21	4.36	4.49	4.61	4.70	4.79	4.87	4.94	5.01	5.07
46	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.49	4.60	4.70	4.79	4.87	4.94	5.00	5.06
47	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.48	4.60	4.69	4.78	4.86	4.93	5.00	5.06
48	2.84	3.42	3.76	4.01	4.20	4.35	4.48	4.59	4.69	4.78	4.86	4.93	4.99	5.05
49	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.35	4.48	4.59	4.69	4.77	4.85	4.92	4.99	5.05
50	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.34	4.47	4.58	4.68	4.77	4.85	4.92	4.98	5.04