UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGROPECUARIA

Unidad de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniera Agropecuaria.

Título de la Unidad de Integración Curricular:

"BALANCE ENTRE LA BIOMASA AÉREA Y EL RENDIMIENTO DE LOS CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.*)* CCN-51 Y EET-800 EN LA ZONA DE BUENA FE"

Autora:

Elvia Isabel Jaramillo Zambrano

Tutor de la Unidad de Integración Curricular:

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar

Buena Fe – Los Ríos – Ecuador

2021

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Elvia Isabel Jaramillo Zambrano,** declaro que la investigación aquí descrita es de mi auditoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

_____

Elvia Isabel Jaramillo Zambrano

AUTORA

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montúfar**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante, **Elvia Isabel Jaramillo Zambrano**, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado **"BALANCE ENTRE LA BIOMASA AÉREA Y EL RENDIMIENTO DE LOS CLONES DE CACAO *(Theobroma cacao* L.*)* CCN-51 Y EET-800 EN LA ZONA DE BUENA FE"**, previo a la obtención del título de Ingeniería Agropecuaria, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

_____

Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montufar

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito Dr. Gregorio Vasconez Montufar, docente de la Universidad Tecnica Estatal de Quevedo, en calidad de Tutor de la Unidad de Integración Curricular titulado BALANCE ENTRE LA BIOMASA AÉREA Y EL RENDIMIENTO DE LOS CLONES DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 Y EET-800 EN LA ZONA DE BUENA FE, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENECYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 9%.

URKUND

Documento	Elvia Isabel Jaramillo Zambrano.pdf (D118054903)
Presentado	2021-11-10 00:04 (-05:00)
Presentado por	Gregorio Vásconez (gvasconez@uteq.edu.ec)
Recibido	gvasconez.uteq@analysis.urkund.com
Mensaje	Elvia Isabel Jaramillo Zambrano Mostrar el mensaje completo
	9% de estas 28 páginas, se componen de texto presente en 10 fuentes.

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA AGROPECUARIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

"Balance entre la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe"

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Agropecuaria.

Aprobado por:

_____

Ing. Jaime Fabián Vera Chang M.Sc.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL

_____ _____

Dr. Camilo Mestanza Uquillas

MIEMBRO DE TRIBUNAL

Ing. Rommel Ramos Remache M.Sc.

MIEMBRO DE TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

La realización de este proyecto va con el infinito agradecimiento a Dios, familia, mi pareja y tutor.

Agradecer a Dios por bendecirme y guiarme para poder cumplir con este propósito que es culminar la etapa universitaria.

A mi madre por siempre darme su apoyo incondicional para seguir adelante.

Al Dr Gregorio por ser el director y colaborador para que se pueda realizar esta investigación.

A René Ronquillo que ha sido un gran apoyo durante el transcurso de mi vida universitaria y estar conmigo siempre.

Gracias por el apoyo y cariño que me han transmitido para realizar todo lo que me he propuesto.

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada a todas las personas que me han brindado su apoyo y cariño para poder cumplir con esta meta.

En primer lugar, a mi familia por el esfuerzo y dedicación durante esta etapa de mi vida.

A los docentes por la paciencia, experiencia y conocimiento brindados durante todos años.

Y a mis amigos por esos momentos inolvidables durante todo este tiempo.

Jaramillo Zambrano Elvia Isabel

RESUMEN

En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), está relacionado por la capacidad de biomasa aérea generada cada año, mediante la cual se refleja su rendimiento y la mejora de la producción agrícola. Diferentes factores influyen en el rendimiento y producción de cacao, estando relacionado los diferentes criterios sobre la poda en cacao durante la etapa reproductiva, de acuerdo a las preferencias del agricultor, el cual no se sabe con certeza qué cantidad de biomasa aérea es la adecuada para obtener una óptima producción. Por lo cual se planteó el objetivo de establecer el balance entre la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. Realizando un diseño de bloques completamente al azar, con arreglo bifactorial 2x3 con cuatro repeticiones. El factor A hace referencia a los clones de cacao CCN-51 y ETT-800 y el factor B a los niveles de biomasa inicial en la (copa, baja, media y alta) respectivamente, y de cada nivel de biomasa inicial se tendrán cuatro repeticiones. Dentro de las evaluaciones realizadas para las variables de los componentes numéricos fueron medidos cada semana por seis meses en cuanto a los componentes gravimétricos se evaluó pesos de mazorcas y las biomasas registradas alta, media y baja. Dentro de los análisis realizados para los clones de cacao estudiados (CCN-51, EET-800), se determinó que el clon EET-800 obtuvo un mejor rendimiento en los componentes gravimétricos con un numero de mazorca de 4,75 en mazorca total, también registro un peso fresco de 5,41 Kg/árbol y peso de almendra 1,67 Kg/árbol, demostrando así una relación entre los factores nivel de biomasa y el factor clon. De esta manera se concluye que se obtendrá un mayor rendimiento de cacao dejando en los cultivares un alto porcentaje de biomasa.

Palabras claves: fracción de biomasa, rendimiento, producción, efectos, copa óptima, fracción vegetativa y reproductiva.

SUMMARY

In the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.), it is related to the capacity of aerial biomass generated each year, which reflects its yield and the improvement of agricultural production. Different factors influence the yield and production of cocoa, being related to the different criteria on cocoa pruning during the reproductive stage, according to the preferences of the farmer, which is not known with certainty what amount of aerial biomass is adequate for optimal production. Therefore, the objective was to establish the balance between aerial biomass and yield of cocoa clones (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 and EET-800 in the Buena Fe area. A completely randomized block design was used, with a 2x3 bifactorial arrangement with four replications. Factor A refers to cocoa clones CCN-51 and ETT-800 and factor B to the initial biomass levels in the canopy (low, low, medium and high) respectively, and for each initial biomass level there will be four replicates. Within the evaluations carried out for the variables of the numerical components, they were measured every week for six months, as for the gravimetric components, cob weights were evaluated and the biomasses registered at high, medium and low levels. Within the analyses carried out for the cocoa clones studied (CCN-51, EET-800), it was determined that the EET-800 clone obtained a better yield in the gravimetric components with an ear number of 4.75 in total ear, also recorded a fresh weight of 5.41 kg/tree and kernel weight of 1.67 kg/tree, thus demonstrating a relationship between the factors biomass level and the clone factor. Thus, it is concluded that a higher cocoa yield will be obtained leaving a high percentage of biomass in the cultivars.

Key words: biomass fraction, yield, production, effects, optimum canopy, vegetative and reproductive fraction.

CÓDIGO DUBLIN

Titulo:	Balance entre la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe
Autora:	Elvia Isabel Jaramillo Zambrano
Palabras claves:	Fracción de biomasa, rendimiento, producción, efectos, copa óptima, fracción vegetativa y reproductiva.
Editorial:	Quevedo, UTEQ 2021
Resumen:	En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), está relacionado por la capacidad de biomasa aérea generada cada año, mediante la cual se refleja su rendimiento y la mejora de la producción agrícola. Diferentes factores influyen en el rendimiento y producción de cacao, estando relacionado los diferentes criterios sobre la poda en cacao durante la etapa reproductiva, de acuerdo a las preferencias del agricultor, el cual no se sabe con certeza qué cantidad de biomasa aérea es la adecuada para obtener una óptima producción. Por lo cual se planteó el objetivo de establecer el balance entre la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. Realizando un diseño de bloques completamente al azar, con arreglo bifactorial 2x3 con cuatro repeticiones. El factor A hace referencia a los clones de cacao CCN-51 y ETT-800 y el factor B a los niveles de biomasa inicial en la (copa, baja, media y alta) respectivamente, y de cada nivel de biomasa inicial se tendrán cuatro repeticiones. Dentro de las evaluaciones realizadas para las variables de los componentes numéricos fueron medidos cada semana por seis meses en cuanto a los componentes gravimétricos se evaluó pesos de mazorcas y las biomasas registradas alta, media y baja. Dentro de los análisis realizados para los clones de cacao estudiados (CCN-51, EET-800), se determinó que el clon EET-800 obtuvo un mejor rendimiento en los componentes gravimétricos con un numero de mazorca de 4,75 en mazorca total, también registro un peso fresco de 5,41 Kg/árbol y peso de almendra 1,67 Kg/árbol, demostrando así una relación entre los factores nivel de biomasa y el factor clon. De esta manera se concluye que se obtendrá un mayor rendimiento de cacao dejando en los cultivares un alto porcentaje de biomasa.

Sumary	In the cultivation of cocoa (*Theobroma cacao* L.), it is related to the capacity of aerial biomass generated each year, which reflects its yield and the improvement of agricultural production. Different factors influence the yield and production of cocoa, being related to the different criteria on cocoa pruning during the reproductive stage, according to the preferences of the farmer, which is not known with certainty what amount of aerial biomass is adequate for optimal production. Therefore, the objective was to establish the balance between aerial biomass and yield of cocoa clones (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 and EET-800 in the Buena Fe area. A completely randomized block design was used, with a 2x3 bifactorial arrangement with four replications. Factor A refers to cocoa clones CCN-51 and ETT-800 and factor B to the initial biomass levels in the canopy (low, low, medium and high) respectively, and for each initial biomass level there will be four replicates. Within the evaluations carried out for the variables of the numerical components, they were measured every week for six months, as for the gravimetric components, cob weights were evaluated and the biomasses registered at high, medium and low levels. Within the analyses carried out for the cocoa clones studied (CCN-51, EET-800), it was determined that the EET-800 clone obtained a better yield in the gravimetric components with an ear number of 4.75 in total ear, also recorded a fresh weight of 5.41 kg/tree and kernel weight of 1.67 kg/tree, thus demonstrating a relationship between the factors biomass level and the clone factor. Thus, it is concluded that a higher cocoa yield will be obtained leaving a high percentage of biomass in the cultivars.
Descripción:	69 hojas: dimensiones, 29* 21 cm CD - ROM

Tabla De Contenido

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN iii
REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO iv
AGRADECIMIENTO vi
DEDICATORIA vii
RESUMEN viii
SUMMARY ix
CÓDIGO DUBLIN x
INTRODUCCIÓN. 1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 3

1.1. Problema de investigación. 4
1.1.1. Planteamiento del problema. 4
1.1.1.1. Diagnóstico. 4
1.1.1.2. Pronóstico. 4
1.1.2. Formulación del problema. 4
1.1.3. Sistematización del problema. 5
1.1.4. Objetivo General. 6
1.1.4.1. Objetivos Específico. 6
1.2 Justificación. 7

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual. 9
2.1.1. Biomasa. 9
2.1.2. Índice de cosecha. 9
2.1.3. Rendimiento. 9
2.1.4. Clones. 9
2.1.5. Poda. 10
2.1.6. Componentes gravimétricos. 10
2.1.7. Componentes numéricos. 10

2.1.8. Biomasa aérea. 10
2.2. Marco referencial. 11
2.2.1. Origen. 11
2.2.2. Descripción Botánica. 11
2.2.3. Tipos de poda. 11
2.2.3.1. Poda de formación. 11
2.2.3.2. Poda de mantenimiento. 12
2.2.3.3. Poda fitosanitaria. 12
2.2.3.4. Poda de rehabilitación. 12
2.2.4. Morfología. 13
2.2.4.1. Tallo. 13
2.2.4.2. Ramas. 13
2.2.4.3. Sistema radical. 14
2.2.4.4. Hojas. 14
2.2.4.5. Flores. 14
2.2.4.6. Fruto. 14
2.2.4.7. Semilla. 15
2.2.5. Suelo. 15
2.2.5.1. Propiedades físicas. 15
2.2.5.2. Propiedades químicas. 15
2.2.6. Tipos de Cacao 15
2.2.6.1. Forastero. 15
2.2.6.2. Cacao Trinitario. 16
2.2.6.3. Cacao Nacional. 16
2.2.6.4. Clon CCN-51. 16
2.2.6.5. Clon EET-800. 16
2.2.6.6. Rendimiento de Clon CCN-51 17
2.2.6.7. Rendimiento de Clon EET-800. 17
2.2.7. Fases fenológicas. 17
2.2.8. Fertilización. 18
2.2.9. Producción de biomasa de clones de cacao. 19
2.2.9.1. Biomasa y su ubicación geográfica. 19
2.2.9.2. Producción de biomasa 19

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.....21
3.1.1. Características agroclimáticas del lugar experimental.....21
3.2. Tipos de investigación.....21
3.2.1. De Campo.....21
3.3. Métodos de la investigación.....22
3.4. Fuentes de recopilación de la información.....22
3.5. Diseños de la investigación.....22
3.6. Instrumentos de la investigación.....23
3.7. Esquema del experimento.....24
3.8. Recursos humanos y materiales.....24
3.9. Variables a evaluar.....25
3.9.1. Biomasa vegetativa.....25
3.9.3. Componentes numéricos.....25
3.9.4. Componentes gravimétricos del rendimiento.....26
3.9.5. Análisis de los datos.....26

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.1. Biomasa Inicial.....28
4.1.2. Biomasa Final.....29
4.1.3. Incremento de biomasa.....29
4.1.4. Tasa de crecimiento.....30
4.1.5. Número de Mazorcas.....32
4.1.6. Peso fresco de mazorcas (PFM).....32
4.1.7. Peso fresco de Almendras (PFA).....33
4.1.8. Relación entre el nivel de biomasa final de la copa de los clones de cacao.....34

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....39
5.2. Recomendaciones.....40

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía. 42

CAPÍTULO VII. ANEXOS

7.1. ANEXOS 48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características Agro Meteorológicas de la" Fundación Maquita" obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología..... 21
Tabla 2. Esquema de Análisis de la Varianza (ANDEVA) para un Diseño de Bloques Completamente al Azar con Arreglo Factorial. 23
Tabla 3. Descripción de los clones comerciales de cacao..... 23
Tabla 4. Promedios de Biomasa Vegetativa (Biomasa inicial, Biomasa final, incremento de Biomasa y tasa de crecimiento) de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 30
Tabla 5. Promedios de biomasa reproductiva (Numero de Mazorcas, Peso fresco de mazorca, Peso fresco de almendra) de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 33

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo, para la evaluación de la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao (*Theobroma Cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 48
Anexo 2. Análisis de la varianza para la variable Biomasa inicial de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 49
Anexo 3. Análisis de la varianza para la variable Biomasa final de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 49
Anexo 4. Análisis de la varianza para la variable Incremento de Biomasa de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 49
Anexo 5. Análisis de la varianza para la variable Tasa de crecimiento de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 50
Anexo 6. Análisis de la varianza para la variable Número de mazorcas de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 50
Anexo 7. Análisis de la varianza para la variable PFM de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 50
Anexo 8. Análisis de la varianza para la variable PFA de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe. 51
Anexo 9. Identificación de clones usados en la investigación. 52
Anexo 10. Toma de datos inicial de diámetro de tallo de los clones..... 52

INTRODUCCIÓN.

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es uno de los principales productos tradicionales de exportación ecuatoriana. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el sector cacaotero contribuye con el 5% de la población económicamente activa nacional Producción Económica Activa (PEA) y el 15% de la población económicamente activa rural (Anecacao,2019), constituyendo una base fundamental de la economía familiar costera del país, las estribaciones de las montañas de los andes y la amazonia ecuatoriana.

En cuanto al desarrollo de la biomasa aérea, la biomasa inicial y la biomasa final permitirán incrementar estrategias del manejo aplicado al cultivo deseado que es lo que se investiga, la cantidad apropiada de biomasa inicial para encontrar una tasa de crecimiento apropiada tal brindara un incremento reproductivo y de tal manera económico.

Existe una intervención entre la biomasa aérea y el rendimiento productivo en los cultivos perennes, lo cual refleja importancia en la cantidad de biomasa inicial (Guerreo, 2017). Sin embargo, tal práctica no es comúnmente vista ni practicada en las labores agronómicas, por ser una labor destructiva por lo cual se estiman métodos de manera no directa para para la estimación de la biomasa.

El análisis de los niveles de volúmenes empleados brindará un punto proporcional por lo cual se estimará una ración adecuada de biomasa inicial para conseguir un rendimiento apropiado con fines sumamente productivos (Ibarra, 2019), brindando a la población cacaotera un alto y perfecto uso de avances tecnológicos para el progreso y evolución del cultivo de tipo perennes.

La poda es una técnica agronómica que consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como las partes enfermas y muertas del árbol (Endesa, s.f.), esta también ejerce un efecto directo sobre el crecimiento de biomasa aérea y producción de mazorcas en cacao, ya que se limita la altura de los árboles y también se disminuye la incidencia de plagas y enfermedades.

Sobre esta base se plantea establecer el balance entre la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe, esta investigación se realizó en La Fundación Maquita Cushunchic la cual se encuentra

ubicada a la salida de Buena Fe a Santo Domingo, 2km entrada por La Guardarraya a mano izquierda a 200 metros, sector Los Limones.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En la Provincia de Los Ríos, existen fincas que se dedican al cultivo de Cacao (*Theobroma cacao* L.*)*, la cual presentan problemas en unas de las principales labores agronómicas como es la poda, la cual presenta un indicador importante en el rendimiento del fruto por el exceso de biomasa aérea y también se realiza para evitar plagas y enfermedades mediante la entrada de luz y aireación, lo cual conlleva a un bajo rendimiento.

Muchos técnicos y agricultores empíricos realizan podas sin saber cuánta copa necesita el árbol de cacao para mantener su estructura que son: raíces, tallo, ramas, flores, frutos y las mismas hojas que son el factor clave para transformar la savia bruta en savia elaborada mediante el proceso llamado fotosíntesis y así nutrir las diferentes partes de la planta.

1.1.1.1. Diagnóstico.

Foda

Fortaleza: Ecuador tiene un tipo de cacao único en el mundo fino de aroma y con gran demanda.
Oportunidades: Fácil manejo agronómico ideal para el sustento económico en las familias
Debilidad: Falta de asesoría técnica hacia los agricultores y técnico.
Amenaza: Comercialización mediante intermediarios que se llevan en gran parte del esfuerzo de los agricultores.

1.1.1.2. Pronóstico.

El rendimiento de los clones de cacao a estudiar puede verse afectado drásticamente por la falta de conocimiento por parte de técnicos y agricultores empíricos que desconocen la cantidad apropiada de copa que debe tener este tipo de árbol y así pueda tener un correcto desarrollo en sus funciones primordiales, para la obtención de un buen rendimiento de mazorcas brindando una excelente producción.

1.1.2. Formulación del problema.

Teniendo en cuenta la cantidad de biomasa en relación con el rendimiento del cacao se formula la siguiente pregunta de investigación.

¿Cuál es la cantidad de biomasa ideal para tener una mayor producción en el ámbito de la poda?

1.1.3. Sistematización del problema.

¿Qué fracción de la biomasa constituye la parte vegetativa y reproductiva?

¿Qué relación existe entre la fracción vegetativa y reproductiva cuando el árbol tiene un nivel de biomasa baja, media y alta?

¿Cómo inciden las diferentes copas con el rendimiento?

1.1.4. Objetivo General.

Evaluar el balance entre la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.*)* CCN-51 Y EET-800 en la zona de Buen Fe.

1.1.4.1. Objetivos Específico.

- Evaluar la producción de biomasa vegetativa y reproductiva, en clones comerciales de cacao (*Theobroma cacao* L.*)*.
- Determinar la relación entre la biomasa generada y los componentes gravimétricos del rendimiento, en clones comerciales de cacao (*Theobroma cacao* L.*)*.
- Determinar la relación entre la biomasa generada y los componentes numéricos del rendimiento en clones comerciales de cacao (*Theobroma cacao* L.*)*.

1.2 Justificación.

La presente investigación titulada “Evaluar el balance entre la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.*)* CCN-51 Y EET-800 en la zona de Buena Fe” se realizó con la finalidad de dar a conocer a los productores cacaoteros la cantidad adecuada de biomasa aérea para tener un rendimiento óptimo, que se realizó en la “Fundación Maquita”, el mismo que contribuirá al conocimiento para agricultores y técnicos realicen una adecuada poda aérea y tener una buena producción la cual aportaría beneficios económicos .

En la actualidad no se conoce la cantidad exacta de biomasa aérea para un buen rendimiento en cacao, de tal manera que la realización de este trabajo de investigación dio a conocer que tratamiento será ideal para la producción de cacao.

Los resultados obtenidos son de gran importancia para el conocimiento de los agricultores y técnicos dedicados a este cultivo, lo cual realzaron los rendimientos y beneficiarán a las personas dedicadas a este tipo de cultivo.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual.

2.1.1. Biomasa.

La biomasa puede ser tanto animal como vegetal y puede haber sido obtenida de manera natural o proceder de transformaciones artificiales que se realizan en las centrales de biomasa. Esta materia se convierte en energía al aplicar distintos procesos químicos. En el reino vegetal, las plantas transforman la energía solar para obtener energía química mediante el proceso de fotosíntesis (Endesa, s,f.).

2.1.2. Índice de cosecha.

Quizás la medida más familiar de distribución de materia seca sea el índice de cosecha, que es simplemente la proporción del peso seco de una planta madura que corresponde a su rendimiento. Cuando se presenta índices bajos pueden indicar mala adaptación del cultivo que resulta en mala producción de vainas, mazorcas o producto de cosecha del cultivo. En cultivos con buena adaptación la correlación entre el índice de cosecha y el rendimiento puede ser significativa. (White, 2015).

2.1.3. Rendimiento.

Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por hectárea de terreno utilizada. Se mide usualmente en toneladas métricas por hectárea (T). Al tomar muestras de rendimiento es aconsejable contar las plantas cosechadas, después de la cosecha se limpia la semilla y se determina un peso preliminar. Luego se estima la humedad de las semillas y se corrige el peso para de esta manera llegar a un rendimiento en base a un porcentaje de humedad requeridos para cada cultivo. (Quintero, s.f.).

2.1.4. Clones.

Réplica artificial de un organismo vivo que trae como resultado otro organismo vivo que es idéntico desde el punto de vista genético. La clonación es el medio para fijar, preservar y reproducir las características deseables que posee una planta en particular. Las diferencias entre las plantas de un mismo clon, se deben a factores ambientales y de manejo, y no a razones genéticas. (Quintero, s.f.).

2.1.5. Poda.

Radica en prescindir de partes de la planta o cambiar su forma normal de crecimiento, para obtener renuevos que permitan mejorar su rendimiento. En muchas oportunidades se destaca la importancia y la necesidad de podar los frutales, pues es una práctica cultural necesaria, por medio de la cual se renuevan las zonas productivas agotadas (Arvelo, 2017).

2.1.6. Componentes gravimétricos.

El término gravimétrico se refiere a las mediciones de peso, así, se califica de gravimétrico a todo método de análisis que termina con una operación de pesada. De modo representativo, un análisis gravimétrico comprende dos determinaciones de peso, la primera, el peso de la muestra inicial, y la segunda el peso final de una fase pura, separada del resto de los componentes de la muestra que contiene el constituyente que se desea determinar (Zumbado, 2002).

2.1.7. Componentes numéricos.

Dentro del análisis o cálculo numérico, esta los componentes numéricos que son los elementos que se pueden medir o contar en la resolución de problemas, como la aritmética, son técnicas que permiten el logro de soluciones aproximadas (en ocasiones exactas) de un problema determinado, a través de la ejecución de una cantidad finita de operaciones lógicas y algebraicas básicas (Benavides, 2012).

2.1.8. Biomasa aérea.

Biomasa se define como la cantidad de materia viva producida por las plantas y almacenada en sus estructuras en forma de biomasa que tiene como fuente original el sol, entonces la cantidad total de carbono orgánico almacenado en las partes aéreas y subterráneas del ecosistema; está en la parte aérea es la que suministra un mayor aporte a la biomasa total del bosque, a biomasa aérea puede ser estimada en campo con bajas incertidumbres, ya sea por me- dio de la cosecha directa de especímenes o por medio de parcelas en las que la biomasa de árboles individuales es estimada a partir de su relación alométrica con determinadas
(Benavides, 2012).

2.2. Marco referencial.

2.2.1. Origen.

El cacao (*Theobroma cacao* L.*)*, es de origen selvático, probablemente amazónico. Se piensa que los antiguos pobladores mesoamericanos, hace 5000 años, lo habrían encontrado y transportado hasta el actual territorio mexicano, ya que se hallaron evidencias de su uso ritual por parte de la cultura olmeca, hace 3500 años. Los europeos conocieron el cacao luego de la conquista y colonización de América, y por primera vez les incluyeron azúcar a las bebidas de cacao para adaptarlas a su paladar, desacostumbrado al amargor del fruto (Etece, 2012).

2.2.2. Descripción Botánica.

Respecto a la clasificación taxonómica, Montes (2016) reporta que el cultivo pertenece:

Reino:	Plantae
Tipo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Sterculiaceae
Género:	*Theobroma*
Especie:	*cacao L.*

2.2.3. Tipos de poda.

Esta es una técnica que consiste en eliminar todos los chupones y ramas innecesarias, así como también las partes enfermas y muertas del árbol. Es una labor cultural de gran importancia por su efecto directo sobre el crecimiento y producción del cacao; al no realizarse esta práctica los árboles tendrán un alto desarrollo (10 - 20 m), con abundantes chupones y ramas con crecimientos en diferentes sentidos (Arvelo Sánchez et al, 2017).

2.2.3.1. Poda de formación.

Es aquella que se efectúa en plantas en desarrollo y consiste en dejar un número adecuado de ramas principales, de manera que equilibren la copa del árbol formando una estructura balanceada en donde se concentra la cosecha. Esta difiere según se trate de árboles provenientes de semillas o de estacas e injertos. Esta se realiza entre el primer y segundo

año de edad de la planta (14 a 16 meses). A finales del primer año, la planta se ramifica emitiendo de 3 a 7 ramas primarias, las cuales formarán el molinillo, horqueta o primer verticilo. Para realizar la poda de formación se deben seleccionar de 4 a 5 ramas vigorosas y bien distribuidas, a fin de que la planta se desarrolle erecta y en forma balanceada.

Las ramas que queden fuera de esta selección deben ser eliminadas. También deben ser eliminados los chupones que se encuentren por debajo del primer verticilo, así como las ramas que crezcan hacia abajo, mal dirigidas o entrecruzadas. (Cushunchic, s.f.).

2.2.3.2. Poda de mantenimiento.

Esta se realiza después del segundo año de vida de la planta y tiene como finalidad mantener la forma del árbol, dar suficiente entrada de luz y aireación en todo el follaje. En este tipo de poda se eliminan todos los chupones que crecen en el tronco, ramas muertas o mal colocadas.

La finalidad de esta poda es ralear la copa en un 30% por la eliminación de ramas sombreadas y no abrir espacios entre árboles, como equivocadamente se practica en la mayoría de las plantaciones. Esta poda se puede realizar varias veces al año, ya que es una poda liviana y se aconseja que se realice en época seca, para que cuando vengan las lluvias se estimule el crecimiento de las ramas dirigidas. (Cushunchic, s.f.).

2.2.3.3. Poda fitosanitaria.

Este tipo de poda se realiza en plantaciones adultas y consiste en eliminar las partes enfermas del follaje y frutos afectados por escoba de bruja, monilla e insectos. Además, deben eliminarse plantas parásitas que crecen en la copa del árbol. Para que la poda fitosanitaria sea provechosa se deben eliminar las escobas cuando están verdes, y no cuando están secas, como se indica en la figura. En el caso de monilla, se deben eliminar en sus primeros estadios antes que presente el micelio o cuerpo frutífero del hongo (Arvelo et al, 2017).

2.2.3.4. Poda de rehabilitación.

Este tipo de poda tiene como objetivo cambiar la estructura de la planta vieja o mal manejada y convertirla en una planta nueva productiva y tolerante a plagas y enfermedades. Por lo general se realiza en plantaciones de cacao abandonadas o mal atendidas que no han tenido manejo en varios años y sirve para recuperar su capacidad productiva. Básicamente consiste en eliminar las ramas secas, enfermas, rajadas, torcidas, frutos secos y enfermos. La

realización de este tipo de poda es importante porque se prepara al árbol de cacao para que cada año brinde una cosecha sana (Arvelo et al, 2017).

2.2.4. Morfología.

El árbol de cacao es un árbol que crece silvestre, en los bosques de América Central, en la zona situada entre los 26 grados al norte y 26 grados al sur de Ecuador, los árboles cultivados son más pequeños los cuales facilitan su recolección y cultivo, no suelen sobrepasar los dos o tres metros de altura. Se encuentran también como árbol cultivado en las zonas tropicales del oeste de África y Asia su tamaño mediano normalmente alcanza una altura entre 6 a 8 metros de altura, puede alcanzar hasta los 20 metros cuando crece libremente bajo sombra intensa. Su corona es densa redondeada y con un diámetro de 7 9 metros. Su tronco es recto y se puede desarrollar en formas muy variadas según las condiciones ambientales. Con excepción del cacao Nacional de, Ecuador y del Amelonado de África, los que en ocasiones alcanzan alturas hasta unos 12 metros. Cultivado con alta luminosidad el tamaño es más reducido que con exceso de sombra (Zambrano, 2013).

2.2.4.1. Tallo.

La planta proviene de semilla que produce un tallo erecto el cual puede llegar a medir de 1m a 1,50m de altura, de este emergen las ramas en número de 3 a 5 con un crecimiento horizontal formando el llamado abanico o horqueta. Una vez formado la horqueta la yema terminal se elimina, y el siguiente crecimiento vertical ocurre por un chupón que sale de la parte inferior de la horqueta y asciende para luego repetir de la misma manera unos centímetros más arriba, la ramificación del tallo principal y forma un segundo estrato (Torres, 2012).

2.2.4.2. Ramas.

El cacao tiene dos tipos de ramas:

a. “El tipo vertical (o chupón), incluyendo el eje principal de las plantas producidas por las semillas, tiene hojas alternas en espiral de 3/8 y es limitado en su crecimiento ya que tarde o temprano siempre da origen a un abanico terminal.” (Torres, 2012).

b. “El tipo de abanico que tiene hojas alternas en medio, creciendo indefinidamente y dando origen a ramas laterales de su mismo tipo.” (Torres, 2012).

2.2.4.3. Sistema radical.

Posee dos tipos de raíz: una principal pivotante y unas raíces secundarias, de donde se desprende los “pelos absorbentes”. La raíz principal es la encargada de perforar el suelo, darle un buen anclaje y sostenimiento a la planta. Cuando el suelo tiene buena profundidad la raíz principal puede penetrar hasta dos metros (Marroquin, 2011).

Las raíces secundarias se encuentran en los primeros 30 centímetros del suelo y son encargadas de tomar los nutrientes y el agua que la planta necesita para su normal desarrollo, a través de los pelos absorbentes constituidos por abundante cantidad de pequeñas raíces que se destruyen por la superficie del suelo (Marroquin, 2011).

2.2.4.4. Hojas.

Las hojas de la planta son de forma alargada, medianas y de color verde, algunas plantas tienen las hojas tiernas y de diferentes colores que pueden ser: café claro, verde pálido, morados o rojizos, según la variedad del cultivo. La hoja está unida a la rama por un tallito conocido como pecíolo o pinzote donde se encuentra un abultamiento llamado yema que origina ramas que se usan para realizar injertos (Nevado, 2006).

2.2.4.5. Flores.

El cacao es cauliflor, es decir que las flores y frutos se forman en el tallo y las ramas maduras. El árbol produce las inflorescencias en pequeños salientes denominadas cojinetes florales. La flor es hermafrodita, pequeña (1 - 2 cm de diámetro), pentámera y sostenida por un pedicelo de 1 a 3 cm, con una constricción en su base. Posee cinco sépalos unidos en su base, de color blanco o rosado, con pétalos alternos fusionados a los sépalos. Cada pétalo está formado de un capuchón, cogulla o concha, que cubre las anteras del estambre (Ledesma, 2015).

2.2.4.6. Fruto.

Los frutos de esta planta neotropical se conocen como "mazorca o baya" formada por una cáscara en cuyo interior se encuentran las almendras rodeadas de un mucílago o pulpa de sabor dulce y ácido. El mucílago provee las condiciones adecuadas para el proceso de fermentación y para la formación de las sustancias precursoras del sabor y aroma de chocolate (Avarez et al., 2002).

2.2.4.7. Semilla.

Las semillas son de forma oblonga y puede variar mucho en el tamaño, algunas en la parte más larga son redondeadas como en el caso del cacao tipo Criollo y del Nacional de Ecuador, otras son bastante aplanadas como en el caso de los Forasteros el color de la semilla también es muy variable desde un blanco ceniciento, blanco puro, hasta un morado oscuro y todas las tonalidades, también permite diferenciar algunos genotipos (Montes, 2016).

2.2.5. Suelo.

2.2.5.1. Propiedades físicas.

Profundidad. Aunque tolera suelos con una profundidad de 0,60 m, lo mejor es seleccionar suelos con una profundidad de entre 0,8 y 1,5 m. Textura. Mediana (franco, franco-arcilloso, franco-arenoso): 30 a 40% de arcilla, 50% de arena y 10 a 20% de limo. Requiere suelos bien estructurados con porosidad de 10 a 66%, con buena retención de humedad. Drenaje. Un buen drenaje es esencial y deseable. (López Andrade et al., 2011).

2.2.5.2. Propiedades químicas.

Los suelos deben de tener un pH de 6 a 7 y un contenido de materia orgánica mayor a 3%, con una relación carbono/nitrógeno (C/N) de 9 como mínimo. La capacidad de intercambio catiónico debe ser superior a 12 meq por 100 g de suelo en la superficie y más de 5 meq en el subsuelo. Requiere suelos con una fertilidad media a alta, con un contenido de boro y calcio que supere a las 0.2 ppm, magnesio y potasio mayor a 2 y 0.24 meq por 100 g de suelo, respectivamente. La saturación de bases debe ser mayor a 35% (López et al., 2011).

2.2.6. Tipos de Cacao.

2.2.6.1. Forastero.

Es la raza más cultivada en las regiones cacaoteras de África y Brasil. Se caracteriza por sus frutos de cáscara dura y leñosa, de superficie relativamente tersa y de granos aplanados de color morado y sabor amargo. Dentro de esta raza destacan distintas variedades como Cundeamor, Amelonado, sambito, Calabacillo y Angoleta. (Anacafe, 2004).

2.2.6.2. Cacao Trinitario.

Se formó de manera espontánea de un cruce entre cacaos criollos y forasteros 11 amazónicos en la isla de Trinidad pasando luego a Venezuela, Colombia y el resto del mundo. De este cruce heterogéneo se presentan diversidad de formas intermedias de mazorcas al igual que su coloración rojizos. Por cuanto son más resistentes a enfermedades y han podido adaptarse mejor a muchos ambientes, (Montes, 2016).

2.2.6.3. Cacao Nacional.

La variedad tradicional del Ecuador es el tipo denominado Nacional, que se caracteriza por dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, tiene un tipo de fermentación muy corta, de pocas horas, en contraste con el Forastero que tomo varios días, en caso extremos 12 días, este genotipo Nacional se ha venido perdiendo con el tiempo debido a la introducción de materiales resistente a enfermedades económicamente más importantes que han afectado a su producción (Anacafe, 2004).

2.2.6.4. Clon CCN-51.

El clon CCN-51 es fruto de varios años de investigación en hibridación de plantas, lo cual fue ejecutado de forma acertada por el Agr. Homero Castro Zurita en la ciudad de Naranjal (Provincia del Guayas), por el año de 1.965 es importante señalar que el origen genético de este clon es fruto del cruzamiento entre IMC-67 (Amazónico) por ICS-95 (Trinitario), y la descendencia de estos fue cruzada con otro cacao del oriente que el agrónomo Castro lo colectó y denominó Canelos por el lugar de origen por lo tanto, el CCN-51 corresponde a lo que se conoce como un híbrido doble hay que resaltar es que solamente la planta número 51 fue la que se destacó por sus excelentes características agronómicas y sanitarias, motivo por el cual fue clonada en forma masiva, en la actualidad, la cantidad de hectárea total de cacao en el Ecuador aproximadamente corresponde un 10% a CCN-51 (Montes Mosquera, 2016).

2.2.6.5. Clon EET-800.

“Aroma Pichilingue”, crecimiento semi-erecto, floración en el primer y tercer trimestre del año, mazorca inmadura color verde y amarilla en su madurez fisiológica, auto compatible, producción precoz (14 meses), índice de mazorca de 18, promedio de 46 semillas por mazorca e índice de semilla de 1.40, se ubica en la categoría Arriba Superior Summer Selecta (ASSS) (Loor et al., 2019).

2.2.6.6. Rendimiento de Clon CCN-51.

Permite una producción de 2 000 a 3 000 kg por hectárea al año, lo que contrasta con la del 'nacional', que fluctúa de 300 a 500 kg, explicó Zeller, esta variedad también ofrece mayores posibilidades de trabajo a los cultivadores. En 1995 se funda APROCAFA, asociación de productores de cacao que promueve y divulga los beneficios del clon CCN-51 que entre ellos están los siguientes: Alta productividad (2 - 2,5 T/ha), tolerante a la "Escoba de Bruja", semillas Grandes (1.4 1.5 g), árbol pequeño, fácil manejo. Mazorca grande (8 mazorcas = 1 lb de Cacao Seco), árbol Precoz, Inicia producción a los 2 años. Alto contenido de manteca (54%) lo que da mayor rendimiento en fábrica. Con fermentación tiene excelente sabor y aroma. (El comercio, 2014).

2.2.6.7. Rendimiento de Clon EET-800.

El rendimiento promedio acumulado (36 meses después de la siembra) fue de 2,73 kg de cacao seco por planta. Estos clones tienen un rendimiento promedio de 2 toneladas de cacao seco ha /año, el cual puede incrementarse hasta llegar a sobrepasar las 2,5 toneladas de cacao seco ha/año, dependiendo del nivel de tecnología que se aplique al cultivo. (Loor et al., 2019),

2.2.7. Fases fenológicas.

Una fase fenológica viene a ser el período durante el cual aparecen, se transforman o desaparecen los órganos de las plantas. También puede entenderse como el tiempo de una manifestación biológica. La mayoría de estas fases son visibles en casi todas las plantas, sin embargo existen algunas plantas que poseen ciertas fases invisibles, tal es el caso de la higuera cuya fase de floración es invisible; la sandía es otro ejemplo en la cual la fase de maduración no es notorio (Yzarra, 2011).

Botón floral: Es la fase fenológica cuando aparece en la planta el Botón Floral, es la flor que no ha nacido "que no se ha abierto", la fase logra su desarrollo pleno cuando el Botón Floral alcanzan hasta los 2 cm, para lo cual la flor inicia su proceso de apertura con el agrietamiento del botón floral en horas de la tarde. El día siguiente, en horas de la mañana, la flor está completamente abierta, casi inmediatamente por un período aproximado de 48 horas (dos días) (Adapta, 2018).

Floración: En términos generales las flores de cacao nacen agrupadas en sectores especializados que se denominan cojines florales. Estos están localizados alrededor del punto de inserción de las hojas, tanto en el tronco como en las ramas. Típicamente el cacao es cauliflor, es decir que sus flores se desarrollan en el tronco principal. La flor se abre de 20 a 25 días después de aparecer el diminuto botón floral y de no ser fecundada o por problemas de incompatibilidad genética, esta cae después de tres días. Podría hacerse un conteo de cojinetes florales para estimar un porcentaje de abortos o pérdida de flores (Adapta, 2017).

Fructificación: La relación entre la floración y la fructificación se da desde el mismo momento en que esta es polinizada, desarrollando un fruto (en el mismo pedúnculo vegetativo), hasta su maduración en un periodo entre 5 y 8 meses. El punto crítico es entre 15 días después del inicio (polinización) y los 2 meses de crecimiento del fruto (Adapta, 2017).

Maduración: Desde que se poliniza una flor de cacao y los óvulos de esta son fecundados en su mayoría, deben pasar seis meses para que se convierta en una mazorca fisiológicamente madura, lista para la recolección y cosecha y su posterior beneficiado, dependiendo también de las condiciones del clima (Adapta, 2017).

2.2.8. Fertilización.

En el trasplante se debe poner abono orgánico o fertilizante en el fondo. Seguidamente a los 3 meses de la siembra es conveniente abonar con un kilogramo de abono orgánico. 100 gramos de un fertilizante como 20-10-6-5- alrededor de cada planta, en un diámetro de 80 cm aproximadamente (Anacafe, 2004).

Durante el primer y segundo año las necesidades por planta son de 60 gramos de nitrógeno, 30 g de P_2O_5, 24 g de K_2O y 82 g de SO_4. Del tercer año en adelante, el abonado se debe hacer basándose en un análisis del suelo. En general se aconseja aplicar los fertilizantes en tres o cuatro aplicaciones, con la finalidad de evitar pérdidas de elementos por evaporación o escurrimiento, facilitándose así a la planta los elementos nutritivos en las épocas más adecuadas para un mejor aprovechamiento (Anacafe, 2004).

2.2.9. Producción de biomasa de clones de cacao.

En investigaciones previa se ha observado que existen diferencias en la producción entre clones de cacao. He incluso dentro de un mismo clon se pueden observar diferencia de producción dependiendo de la localidad donde se haya establecido la plantación, esto último se explica por la variación temporal y espacial de aspectos como la precipitación, temperatura, la radiación y los factores ambientales.

2.2.9.1. Biomasa y su ubicación geográfica.

La relación entre vegetación y fruta está influenciada por muchos factores, como lo es el clima. Pero las podas juegan un papel importante. En esencia una poda adecuada eliminará material vegetativo improductivo mantiene un vigor aceptable en el material vegetativo productivo y asegura el crecimiento de nuevos tejidos fructíferos para reemplazar a los que fueron removidos por la poda (Barrios, 2015).

2.2.9.2. Producción de biomasa.

La biomasa es el resultado de la transformación de la energía solar en energía química. Los avances de la ciencia promovieron el desarrollo agrario basado en la revolución verde, la cual solo promueve la producción de alimentos ya sea de uso humano o animal, marginando la importancia de la biomasa como enriquecedor del recurso suelo al disponerse de los insumos necesarios para sustituir su fertilidad natural. En la actualidad la producción y conservación de la biomasa de cualquier cultivo cobra una importancia trascendente; porque ello contribuye, además, a la protección medioambiental a través de la captura de carbono. (Romero, 2014).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación bajo condiciones de campo se llevó a cabo en La Fundación Maquita, ubicada en el Km. 3 vía a Santo Domingo, situada en el Cantón de Buena Fe de la Provincia de Los Ríos, sector Los Limones, cuyas coordenadas geográficas son las siguientes: 00°50'53.9" de latitud Sur y 79°29'23.1" de longitud Oeste. El sitio experimental se encuentra ubicado a una altura promedio de 162 msnm, con una textura de suelo franco-arcilloso. El ensayo tuvo una duración de 6 meses.

3.1.1. Características agroclimáticas del lugar experimental.

En la Tabla 1, se observan los datos agro meteorológicos de la fundación Maquita obtenidos desde los registros del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

Tabla 1. *Características Agro Meteorológicas de la" Fundación Maquita" obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.*

Parámetros	Promedio
Temperatura (°C)	24,9
Humedad relativa (%)	84
Precipitación anual (mm)	2265
Heliofanía, (horas luz / año)	1.347
Zona Ecológica	Bh – T
Topografía	Irregular

(INAMHI, 2021)**.**

3.2. Tipos de investigación.

3.2.1. De Campo

La presente investigación se realizó en campo, de carácter agrícola donde se tomaron los datos (peso fresco, numero de mazorcas, peso de almendras, peso de biomasa) en las plantaciones de cacao de la Fundación La Maquita, donde se evaluaron diferentes variables con el objetivo de llevar a cabo un balance entre la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 Y EET-800 en la zona de Buena Fe, que

ayude con información para una correcta cantidad de biomasa aérea brinde una excelente producción.

3.3. Métodos de la investigación.

Mediante el método de la observación nos permitió determinar los comportamientos de los clones CCN-51 Y EET-800 ante un nivel de biomasa distinto con volúmenes (alto, medio y bajo) durante el tiempo de estudio. Así mismo nos permite observar los cambios fenológicos de las plantaciones de cacao con respecto a la etapa vegetativa y etapa reproductiva.

El método analítico permitió analizar qué relación existe entre la fracción vegetativa y reproductiva de los clones como son los factores de biomasa en la copa y las mazorcas en la parte reproductiva y así se obtuvo los resultados para describir esta investigación. Mediante el método analítico nos permite seleccionar las unidades experimentales que serán usadas en el trabajo de investigación, seleccionando unidades con uniformidad en distintas variables.

El método experimental nos permitió estudiar las variables respectivas de los 12 árboles que seleccionamos para cada clon, con los volúmenes de biomasa (alta, media y baja), para poder describir los objetivos planteados. Con este método nos permite observar si existe diferencias significativas a las variables estudiadas y las diferencias estadísticas para de esta manera determinar el clon que tenga un mejor comportamiento con respecto a las variables independientes.

3.4. Fuentes de recopilación de la información.

Las fuentes de recopilación de la información se obtuvieron mediante la observación directa de datos obtenidos de los análisis de los tratamientos estudiados en la investigación, las fuentes secundarias como artículos, revistas científicas, libros, artículos científicos, tesis doctorales, tesis de grado, las cuales aportaron información para cumplir con lo que requiere la investigación planteada.

3.5. Diseños de la investigación.

En la investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con arreglo bifactorial 2x3 con cuatro repeticiones. El factor A hace referencia a los clones de cacao CCN-51 y ETT-800 y el factor B a los niveles de biomasa inicial en la (copa, baja, media y

alta) respectivamente, y de cada nivel de biomasa inicial se tuvo cuatro repeticiones. Para la comparación de la media de los tratamientos se empleó una prueba de Tukey ($p \leq 0.05$).

Tabla 2. *Esquema de Análisis de la Varianza (ANDEVA) para un Diseño de Bloques Completamente al Azar con Arreglo Factorial.*

Fuente de variación	**Fórmula**	**Grados de libertad**
Bloques	bloques-1	3
F(A)	a-1	1
F(B)	b-1	2
A*B	(clon-1)(biomasa-1)	2
Error experimental	(a*b-1)(bloques-1)	15
Total	a*b*bloques-1	23

El modelo matemático de un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial descrito por María & Porras (2000):

$$\mathbf{Y_{ijk}=\mu+ai+\beta_k+a\beta_{ik}+ T_i+E_{ijk}} \qquad \textbf{Ecuación (1)}$$

Dónde:

Y_{ij}=Valor de la variable respuesta i "esimo"efecto de las observaciones

ai=efecto del valor A.

βk= Efecto del factor B.

T_i = Efecto de los bloques.

aβik=efecto de la interacción.

E_{ij}= Error experimental o efecto aleatorio.

3.6. Instrumentos de la investigación.

Dentro de la presente investigación se encuentran los datos a evaluados en campo de manera directa, tal que se obtuvieron resultados de valores dependientes e independientes planteada en esta investigación.

Tabla 3. *Descripción de los clones comerciales de cacao.*

Nº	**Código**	**Origen**	**Genotipo**	**Nº de plantas**
1	CCN-51	Tengel	Tipo Nacional	12
2	EET - 800	INIAP	Tipo Nacional	12

3.7. Esquema del experimento.

Los clones de cacao evaluados se han sembrado utilizando el sistema de tres bolillos, a una distancia entre planta de 3 m. Por cada clon se seleccionó 12 árboles, lo que se realizó considerando criterios de uniformidad (diámetro y longitud de tronco principal y ramas, número de ramas primarias, secundarias y terciarias). Toda el área experimental fue fertilizada con una mezcla de Yara Mila complex ® el cual está compuesto por Nitrógeno (N 12%), Fósforo (P_2O_5 11%), Potasio (K_2O 18%), Azufre (S 11%), Magnesio (MgO 2,7%), Boro (B 0,015%), Hierro (Fe 0,2%), Manganeso (Mn 0,2%) y Zinc (0,2%), a razón de 150 g/planta/mes. Así mismo, durante la época seca, se mantuvo la humedad del suelo a capacidad de campo con riego localizado.

Seleccionados de manera aleatoria dentro de la parcela de 12 árboles, cuatro árboles fueron podados procurando dejar una biomasa a nivel de copa de baja; en los siguiente cuatro árboles se dejará una biomasa a nivel de copa de media; y en los últimos cuatro árboles se dejó una biomasa a nivel de copa de alta. La estimación de la biomasa fue realizada considerando los modelos alométricos descritos por Chagerben (2017) y Nivela (2020).

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

El recurso humano en esta investigación Dr. Gregorio Humberto Vásconez Montufar, y la autora de este proyecto Elvia Isabel Jaramillo Zambrano.

3.8.2. Materiales de campo.

- Tijeras de podar
- Botas
- Mascarillas
- Balanza de 40kg
- Bolsas plásticas (grandes)

3.8.3. Materiales de oficina.

- Computadora
- Lápiz

- Cuaderno
- Calculadora
- Cámara
- Flash Memory
- Resma de hojas
- Carpeta
- Impresora
- Calibrador

3.8.4. Materiales de laboratorio.

- Balanza analítica

3.9. Variables a evaluar.

3.9.1. Biomasa vegetativa.

La biomasa vegetativa fue medida cada mes durante seis meses. A través de los modelos alométricos (Ecuación 1) descritos por Chagerben (2017) y Nivela (2020), se estimó la producción de biomasa vegetativa, en donde NR (0.5-1.0) es el número de ramas con diámetro entre 0.5 y 1.0 cm. La producción relativa de biomasa vegetativa, en donde Bi es la biomasa inicial y Bf biomasa final, respectivamente.

$$Biomasa\ (kg\ MS árbol) = 0.024 \times (0.5 - 1.0) + 0.39 \qquad \textbf{(Ecuación 1)}$$

3.9.2. Biomasa reproductiva.

La biomasa reproductiva se obtuvo de la cosecha de las mazorcas pesándolas por cada miembro de estudio (árbol seleccionado) con una balanza de resorte y fundas para obtener los pesos frescos tanto de la mazorca total y de las almendras como tal, (mazorca total, semillas), obteniendo resultados significativos para la variable de rendimiento.

3.9.3. Componentes numéricos.

Los componentes numéricos del rendimiento fueron medidos cada semana durante el periodo de seis meses. Se asignando una identificación a cada árbol para tomar las medidas de longitud de cada mazorca con una cinta métrica y así obtener valores de la variable de productividad. En los componentes numéricos evaluados fueron tomados el número de

mazorcas en la cosecha, determinando así la relación entre los niveles de biomasa y el número de mazorcas por planta, estando directamente relacionado con la evaluación de parámetros productivos del cacao.

3.9.4. Componentes gravimétricos del rendimiento.

Un análisis gravimétrico comprende dos determinaciones de peso, la primera, el peso de la muestra inicial, y la segunda el peso final de una fase pura, separada del resto de los componentes de la muestra que contiene el constituyente que se desea determinar (Zumbado, 2002). En cuanto a los componentes gravimétricos, en términos fresco, se evaluó el peso de la mazorca y peso de almendra, pesando primero mazorca total y después solo almendras para obtener valores de cada árbol.

3.9.5. Análisis de los datos.

Cada uno de los dos clones de cacao (EET-800 y CCN-51) fueron evaluados de manera individual, utilizando un diseño de bloques completamente al azar. Los tratamientos en estudio estuvieron determinados por tres niveles de biomasa inicial en la copa, Bajo, Medio y Alto, respectivamente y de cada nivel de biomasa inicial se tuvieron cuatro repeticiones. El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de varianza y las medias fueron comparadas mediante la prueba del Test de Tukey ($P \leq 0.05$).

La relación entre la biomasa total y el rendimiento de los clones de cacao, se estableció a través de un análisis de correlación y regresión. La significancia de la correlación se determinará a través del coeficiente de correlación (r), y el ajuste del modelo de regresión a través de coeficiente de determinación (R^2).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados y Discusión.

4.1.1. Biomasa Inicial.

La prueba de Tukey ($p<0,05$) registró que existe diferencia estadística entre el clon EET-800 con biomasa media con un valor de 11,39 kg MS/ árbol seguido del clon CCN-51 con biomasa alta con un valor de 10,75 kg MS/ árbol y por último el que presentó menor promedio fue el clon EET-800 con Biomasa Baja, dando un valor de 5,21 kg MS/ árbol. **(Tabla 4).** Industria & Comercio, n.d. menciona que la biomasa para energía se obtiene mayoritariamente de las industrias de primera y segunda transformación de los productos agrícolas. Sin embargo.

En cuanto para el factor clones en probabilidades presenta una cantidad promedio de 0,0067 kg MS/árbol en biomasa inicial por lo tanto durante los 150 días los cuales se mantuvo la investigación obtuvo en biomasa final el valor de 0,0249 kg MS/árbol, el clon 1 (CCN-51) registro un valor de 9,00 kg MS/ árbol con respecto al clon 2 (EET-800) registrando un valor con menor promedio de 7,74 kg MS/ árbol. Del mismo modo en cuanto al nivel de biomasa se registraron valores <0,0001 para la biomasa inicial con una interacción de 0,0136 kg MS/árbol. La biomasa alta, registro un valor de 11,07 kg MS/ árbol, seguido de la biomasa media que registró un valor de 7,86 kg MS/ árbol y por último el que presentó un menor promedio fue la biomasa baja con un valor de 6,16 kg MS/ árbol **(Tabla 4)**.

Valores similares registró Nivela Andrade (2020). Quien en su trabajo de investigación sobre relaciones alométricas para estimar biomasa aérea en cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de origen trinitario (CCN-51) y de tipo nacional en la provincia de Los Ríos", registró que el clon CCN-51 fue el que presentó una mayor biomasa total seca de 5,24 kg MS/árbol y de menor promedio fue la variedad el EET-103 con un valor de 2,45 kg de MS/árbol. Los resultados en la presente investigación difieren con los presentados por Chagerben (2017), quien en su trabajo sobre Establecimiento de relaciones alométricas para estimar la producción de biomasa en cultivares de cacao tipo nacional desarrollados por la UTEQ, registró promedios, clones de cacao nacionales el identificado como clon (L40H49) de origen Tengel con un valor de 1,94 kg MS/árbol y el clon (L30H07) de origen Tengel con un valor de 1,53 kg MS/ árbol respectivamente.

4.1.2. Biomasa Final.

En cuanto a la biomasa final de los clones de cacao con los niveles de biomasa (Alta, Media, Baja) se registró el clon EET-800 con el nivel de biomasa alta con un valor de 12,67 kg MS/ árbol y el clon CCN-51 con el nivel de biomasa alta con un valor de 12,29 kg MS/ árbol, no obstante, el que registró un menor promedio fue el clon EET-800 con biomasa baja, dando un valor de 6,53 kg MS/ árbol **(Tabla 4)**.

El análisis realizado en el factor clones registró un valor promedio de biomasa final de 0,0249 kg MS/árbol. No obstante, la prueba de Tukey mostró una diferencia significativa para el clon CCN-51 siendo el de mayor promedio con 10,57 kg MS/ árbol, y el de menor promedio registrado fue el clon EET-800 con un valor de 9,26 kg MS/ árbol, igualmente el análisis realizado por nivel de biomasa se registró diferencia significativamente alta ($p<0,001$). Del mismo modo se obtuvo una diferencia estadística siendo el de mayor promedio el nivel de biomasa alta, con un valor de 12,48 kg MS/ árbol, seguido por el nivel de biomasa medio con 9,66 kg MS/ árbol y finalmente con el menor promedio está el nivel de biomasa bajo con 7,61 kg MS/ árbol respectivamente **(Tabla 4)**.

Los resultados obtenidos difieren de los obtenidos por Salazar (2016), en su investigación realizado sobre el rendimiento de biomasa y valoración nutrimental de residuos de post cosecha de cacao el T1 registró una biomasa menor de 35,9 kg/lote de 66 plantas. No obstante, Guzmán Rivero & Levy Mérida (2009) en su investigación sobre Producción de biomasa y nutrientes que genera la poda en sistemas agroforestales sucesionales y tradicionales con cacao, Alto Beni, Bolivia. registró una biomasa de 3,429 t/ha de en un sistema de producción tradicional siendo la plantación de una edad de 5 años. No obstante, se registró un mayor promedio de biomasa en cacao en una plantación de 12 años bajo el mismo sistema de producción obteniendo una biomasa de 16,914 t/ha.

4.1.3. Incremento de biomasa.

En tanto al análisis realizado para la variable de incremento de biomasa se presentó en tanto la prueba de Tukey ($p<0,05$) también nos muestra que no existe diferencia significativa, siendo el de mayor promedio el clon EET-800 con biomasa media con un valor de 1,97 kg MS/ árbol y el clon CCN-51 con biomasa media con un valor de 1,69 kg MS/ árbol y finalmente se encuentra el clon EET-800 con biomasa alta teniendo el menor promedio con un valor de 1,28 kg MS/ árbol **(Tabla 4)**.

En cuanto al análisis realizado a los clones, presentó diferencia significativa mostrando el mayor promedio el clon CCN-51 con un valor de 1,57 kg MS/ árbol, el clon que presento de menor promedio fue el clon EET-800 con un valor de 1,53 kg MS/ árbol, por su parte de acuerdo al análisis de acuerdo al nivel de biomasa, el que presentó un mayor promedio fue el de biomasa media con un valor de 1,79 kg MS/ árbol y el nivel de biomasa baja con un valor de 1,49 kg MS/ árbol y por lo siguiente está el de menor promedio el nivel de biomasa alta con un valor de 1,41 kg MS/ árbol **(Tabla 4)**, Estos resultados fueros inferiores a los de Ospina *et al* (2013), el cual obtuvieron en biomasa promedios en producción de biomasa de 2,24kg MS/ árbol indicando que un buen manejo de la plantación influye directamente en la producción de Biomasa.

Por su parte Agudelo (2016) registró una biomasa total de 57718,450 kg/ha a los 24 meses luego a los 36 meses registró una biomasa de 99440,49 kg/ha teniendo así un incremento de biomasa de 41722,04 kg/ha de biomasa bajo un sistema agroforestal.

4.1.4. Tasa de crecimiento.

En la variable tasa de crecimiento **(Tabla 4)**, el análisis realizado se determinó una diferencia significativa en el clon EET-800 siendo el que presento mayor promedio con biomasa media un valor de 13,14 g MS/árbol, y el clon CCN-51 con biomasa media con un valor de 10,70 g MS/árbol, por último el clon EET-800 registró menor promedio con biomasa alta con un valor de 8,53 g MS/árbol.

Para el factor clon CCN-51 se registraron diferencias significativas siendo el de mayor promedio el con 10,46 g MS/árbol, seguido del clon EET-800 de menor promedio con un valor de 10,17 g MS/árbol. No obstante, el análisis realizado en cuanto a factor de nivel de biomasa el que presentó mayor promedio fue el nivel de biomasa medio con un valor de 11,92 g MS/árbol y el nivel de biomasa baja con 9,62 g MS/árbol, por último con menor promedio está el nivel de biomasa alta con un valor de 9,40 g MS/árbol **(Tabla 4).**

Tabla 4. Promedios de Biomasa Vegetativa (Biomasa inicial, Biomasa final, incremento de Biomasa y tasa de crecimiento) de los clones de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.

Factor	Biomasa				Incremento de biomasa		Tasa de crecimiento	
	Biomasa inicial		Biomasa final		kg Ms/árbol		g/Ms/árbol/día	
	kg MS/árbol							
Clones								
CCN-51	9,00	a	10,57	a	1,57	a	10,46	A
EET-800	7,74	b	9,26	b	1,53	a	10,17	A
Nivel de Biomasa								
Alta	11,07	a	12,48	a	1,41	a	9,40	A
Media	7,86	b	9,66	b	1,79	a	11,92	A
Baja	6,16	c	7,61	c	1,44	a	9,62	A
Interacción Clon*Biomasa								
CCN-51* Alta	10,75	a b	12,29	a	1,54	a	10,27	A
CCN-51* Media	9,12	b c	10,73	a	1,61	a	10,70	A
CCN-51*Baja	7,12	c d	8,68	b c	1,56	a	10,40	A
EET-800* Alta	11,39	a	12,67	a	1,28	a	8,53	A
EET-800*Media	6,62	d	8,59	b c	1,97	a	13,14	A
EET-800* Baja	5,21	d	6,53	c	1,33	a	8,83	A
Probabilidad (P<0.05)								
Clones	0,0067		0,0249		0,8564		0,8563	
Nivel de Biomasa	<0,0001		<0,0001		0,3734		0,3731	
Interacción Clones* Biomasa	0,0136		0,1082		0,4879		0,4875	

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel P> 0.05 según tukey.

NS= No significativo

*= significativo al P<0.05

**=significativo al P<0.05

EEM= Error estándar de la media

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel P> 0.05 según tukey.

4.1.5. Número de Mazorcas.

El análisis realizado para la variable de número de mazorcas, mostró una diferencia estadística ($p<0,05$), siendo de mayor promedio el clon EET-800 con el nivel de biomasa alta con un valor de 4,75 kg/árbol, mazorcas y el clon CCN-51 con el nivel de nivel de biomasa alta con un valor de 1,50 kg/árbol mazorcas. No obstante, el que registró un menor promedio fue el clon CCN-51 con nivel de biomasa baja con un valor de 0,75 kg/árbol mazorca **(Tabla 5)**.

En cuanto al análisis realizado por clones demostró una diferencia estadística siendo el de mayor promedio el clon EET-800 con un valor de 2,58 kg/árbol, y el de menor promedio registrado fue el clon CCN-51 con un valor de 1,17 kg/árbol, de igual forma el análisis realizado por nivel de biomasa se registró diferencia significativa ($p<0,05$), del mismo modo se obtuvo una diferencia estadística siendo de mayor promedio el nivel de biomasa alta con un valor de 3,38 kg/árbol, seguido por el nivel de biomasa media con 1,50 kg/árbol y finalmente con el menor promedio está el nivel de biomasa baja con 0,75 kg/árbol respectivamente **(Tabla 5)**.

Estos resultados se asemejan a los presentados por Salazar (2016), quién en su trabajo de investigación realizado sobre el rendimiento de biomasa y valoración nutrimental de residuos de post cosecha de cacao, registra un numero de mazorcas de 53,33/lote de 66 plantas si hacemos relación tendríamos un valor de 0,80 kg/árbol, de mazorcas por planta dato que se acercaría a los obtenidos en nuestra investigación para el factor clon CCN-51.

4.1.6. Peso fresco de mazorcas (PFM).

El análisis realizado para la variable de número de mazorcas, mostro una diferencia significativa siendo de mayor promedio el clon EET-800 con el nivel de Biomasa Alta con un valor de 5,41 kg/árbol y el clon CCN-51 con el nivel de Biomasa Alta con un valor de 3,61 kg/árbol. No obstante, el que registró un menor promedio fue el clon CCN-51 con nivel de biomasa baja con un valor de 1,07 kg/árbol **(Tabla 5)**.

En cuanto al análisis realizado por clones **(Tabla 5)**, se registró que la prueba de Tukey mostró una diferencia significativa para el factor clon siendo el de mayor promedio el clon EET-800 con un valor de 3,15 kg/árbol, y el de menor promedio registrado fue el clon CCN-51 con un valor de 2,04 kg/árbol, no obstante el análisis realizado en el factor nivel de

biomasa se registró diferencia significativa (p<0,05), del mismo modo se obtuvo una diferencia significativa siendo el de mayor promedio el nivel de biomasa alta con un valor de 4,51 kg/árbol, seguido por el nivel de biomasa medio con 2,09 kg/árbol y finalmente con el menor promedio se encuentra el nivel de biomasa bajo con 1,19 kg/árbol respectivamente.

4.1.7. Peso fresco de Almendras (PFA).

En cuanto al análisis realizado para la variable de número de mazorcas **(Tabla 5)**, presentó una diferencia estadística (p<0,05), siendo de mayor promedio el clon EET-800 con el nivel de biomasa alta con un valor de 1,67 kg/árbol, le sigue el clon CCN-51 con el nivel de biomasa alta con un valor de 0,99 kg/árbol, no obstante, el que registró un menor promedio fue el clon CCN-51 con nivel de biomasa baja con un valor de 0,32 kg/árbol.

El análisis realizado en el factor clones no mostró una diferencia significativa siendo el de mayor promedio el clon EET-800 con un valor de 0,96 kg/árbol, y el de menor promedio registrado fue el clon CCN-51 con un valor de 0,57kg/árbol, de igual manera el análisis realizado por nivel de biomasa registró diferencia significativa siendo el de mayor promedio el nivel de biomasa alta con un valor de 1,33 kg/árbol, seguido por el nivel de biomasa medio con 0,56 y finalmente con el menor promedio está el nivel de biomasa bajo con 0,41 kg/árbol respectivamente **(Tabla 5)**.

Valores similares registró Zambrano et al (2010), en su investigación sobre caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado registró un mejor comportamiento para los clones Guasare, CMSJ, Porcelana con pesos de 159,36, 145,42 y 139,71 g/100 semillas, respectivamente.

Por su parte Sánchez Mora *et al* (2014) en su investigación sobre la productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los Ríos, Ecuador, se evaluó el índice de almendra haciendo referencia al peso de 100 semillas, dando como mejor comportamiento a los clones L45H11, L33H27, L32H72, L46H68, L17H33, L18H58, L48H23, L20H48, L19H32, L46H71, L18H45, L20H5, L13H11, L46H67 y L41H70 con índices de 1,97 a 1,62 g/almendra.

Tabla 5. Promedios de biomasa reproductiva (Numero de Mazorcas, Peso fresco de mazorca, Peso fresco de almendra) de los clones de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.

FACTORES	Número de Mazorcas		Peso fresco de mazorca		Peso fresco de almendra	
			kg/árbol			
Clones						
CCN-51	1,17	A	2,04	a	0,57	a
EET-800	2,58	A	3,15	a	0,96	a
Nivel de Biomasa						
Alta	3,38	A	4,51	a	1,33	a
Media	1,50	a b	2,09	a b	0,56	a
Baja	0,75	B	1,19	b	0,41	a
Interacción						
Clon*biomasa						
CCN-51*Alta	2,00	a b	3,61	a	0,99	a
CCN-51*Media	1,00	a b	1,45	a	0,39	a
CCN-51*Baja	0,50	B	1,07	a	0,32	a
EET-800*Alta	4,75	A	5,41	a	1,67	a
EET-800*media	2,00	a b	2,74	a	0,74	a
EET-800*Baja	1,00	a b	1,31	a	0,49	a
Probabilidad (p<0,05)						
Clones	0,0652		0,2547		0,2179	
NBC	0,0243		0,0302		0,0608	
Interacción CC*NBC	0,4207		0,7868		0,8004	

Letras iguales no difieren estadísticamente al nivel P> 0.05 según tukey.

NS= No significativo

*= significativo al P<0.05

**=significativo al P<0.05

EEM= Error estándar de la media

4.1.8. Relación entre el nivel de biomasa final de la copa de los clones de cacao.

En la **figura 1A**, se observa que existe una correlación directa entre los niveles de biomasa (baja, media, alta) y la biomasa final tomada a los 150 días de evaluación. Es decir, a medida que se aumenta el factor nivel de biomasa (baja, media, alta) influirá directamente en la biomasa final de los clones estudiados, el clon que mejor se comportó fue el CCN-51 con una regresión r = 0,983.

En la **figura 1C**, se puede observar la relación entre biomasa inicial y biomasa final de la copa despues de los 150 días del crecimiento, de la poda que se realizó con los distintos volúmenes (alto, medio y bajo) en los clones de cacao mostrando que el clon EET-800 obtuvo mejores resultados en el crecimiento ($r= 0,974$, $p< 0,05$), se puede observar la relación de la copa inicial y de la copa final 1,017 kg/MS/árbol, con un intercepto de 1,408.

En la **figura 2**, se observó el comportamiento de los componentes gravimétricos (peso de mazorca, peso de almendras), se observó que existe una relación directa entre el peso de las mazorcas y el peso de las almendras teniendo un mejor rendimiento el clon EET-800 con una correlación de $r = 0,984$.

En la **figura 2C** se observa detalladamente la relación entre el peso de mazorcas y peso de semillas de cada árbol sumados después de 150 días de crecimiento después de la poda aplicada por volúmenes (bajo, medio y alto) de cada clon comercial de cacao mostrado que el clon CCN-51 obtuvo mejor rendimiento, en la relación de ambos clones peso de mazorcas puede ser explicada de manera significativa por la biomasa inicial ($r= 0,980$; $p< 0,05$) observando una relación promedio de copa inicial y final de 1: 0,312 kg MF/árbol y una intercepción de 0,045.

Guzmán (1997), dado que el número de óvulos por ovario de la flor es una característica genética y varía para cada clon, existen diferencias bien marcadas en cuanto al máximo número de semillas producidas por fruto. A mayor número de óvulos por ovario existe mayor probabilidad de fecundación por ovario, por lo tanto, más semillas por fruto.

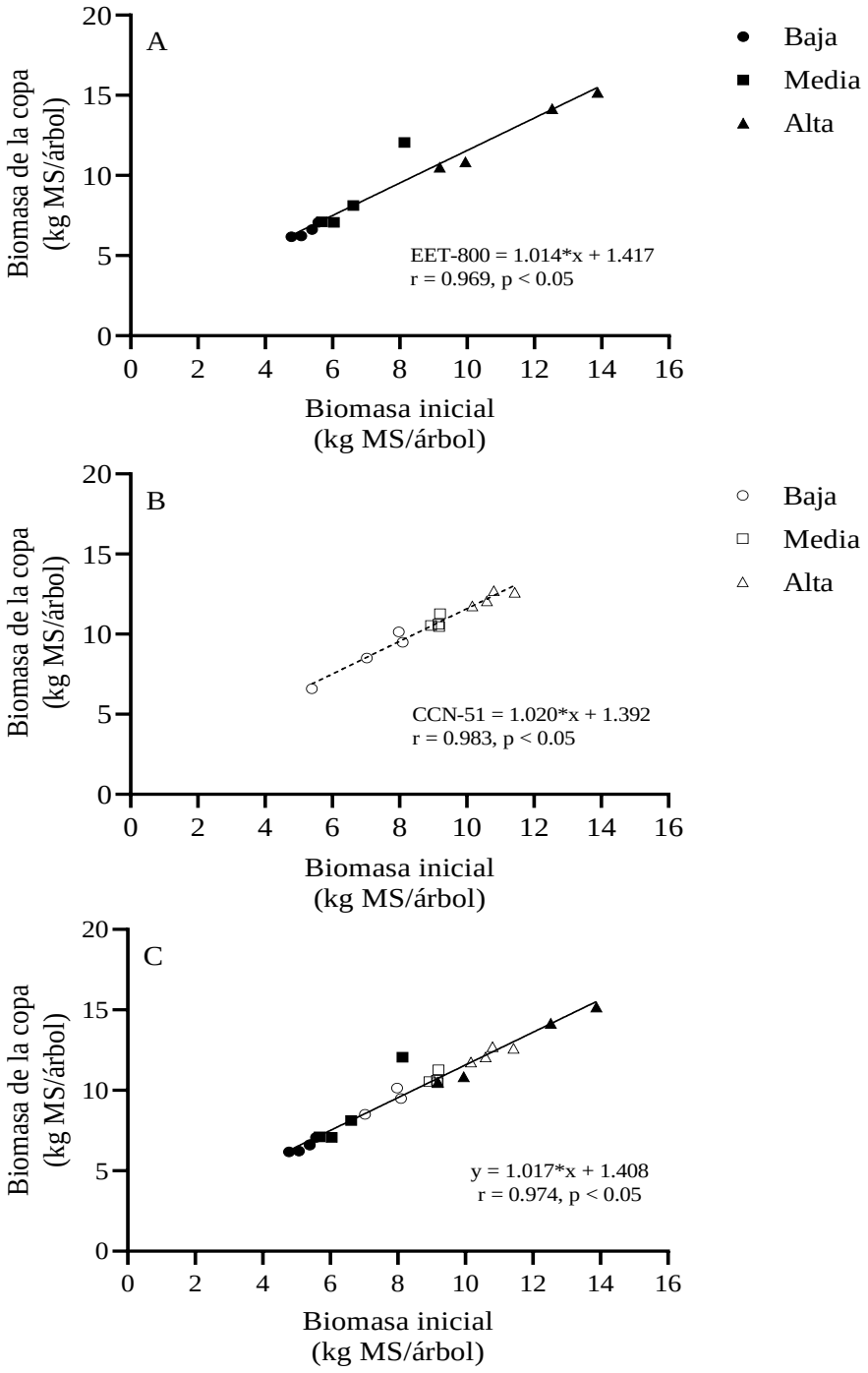


Figura 1. Relación entre la biomasa inicial (círculos = biomasa baja; cuadro = biomasa media; triángulos = biomasa alta) y la biomasa final (150 días de crecimiento) de la copa de los clones de cacao EET-800 (A) y CCN-51 (B) y total (C). Puntos geométricos llenos (EET-800) y vacíos (CCN-51).

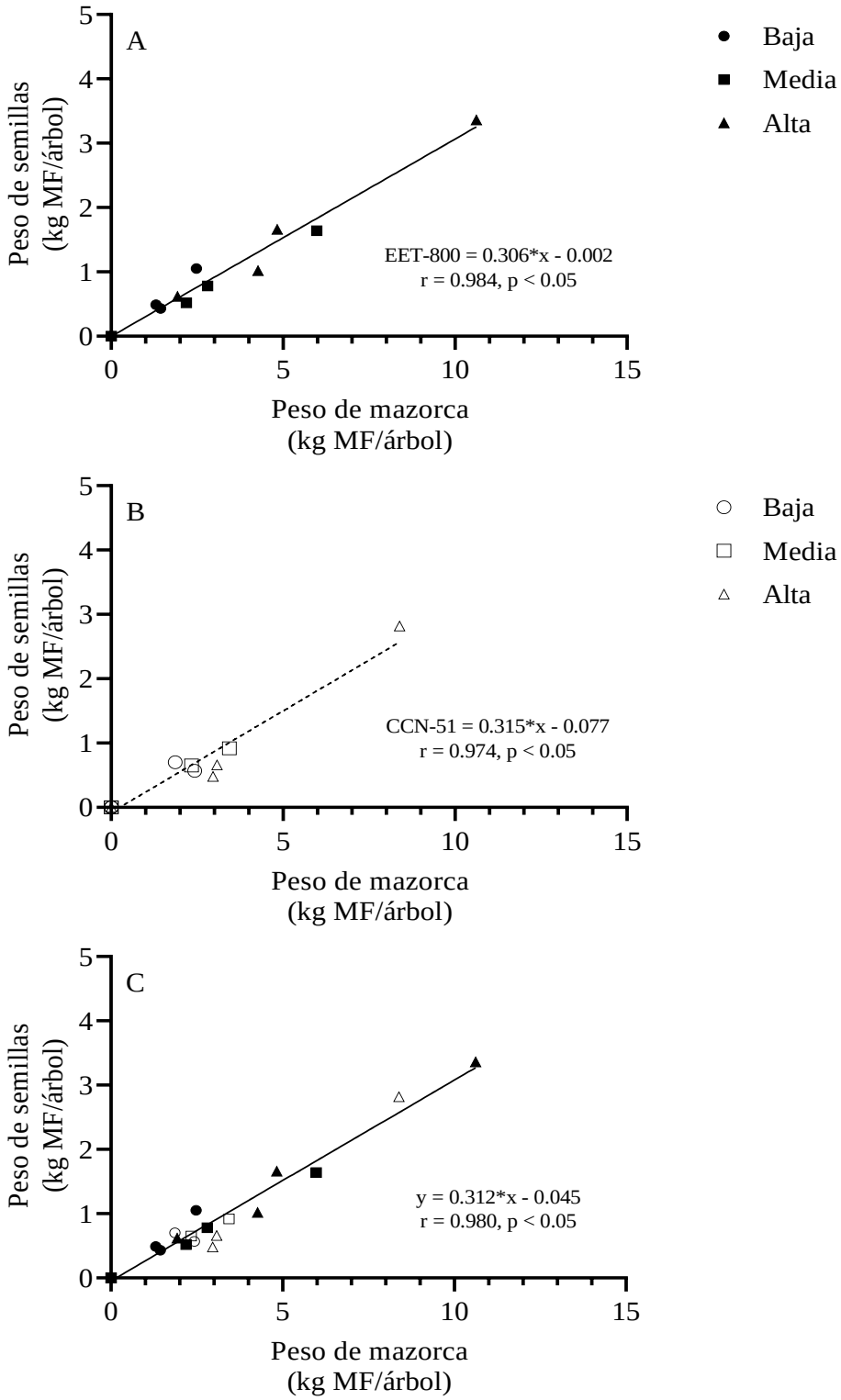


Figura 2. Relación entre el peso mazorcas y el peso de semillas en clones de cacao EET-800 (A) y CCN-51 (B) y Total (C). Puntos geométricos llenos (EET-800) y vacíos (CCN-51) con distintos niveles de biomasa (círculos = biomasa baja; cuadro = biomasa media; triángulos = biomasa alta)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.

- De esta forma la presente investigación evaluando la biomasa tanto vegetativa como reproductiva se concluye que hubo diferencias significativas, siendo el clon con mejor rendimiento el CCN-51 para la biomasa vegetativa, sin embargo, el que presentó mejores resultados en la biomasa reproductiva fue el EET-800 con un promedio de número de mazorcas de 2,58, en cuanto a peso fresco de mazorca presentó un valor de 3,15 kg/árbol y finalmente registró un peso fresco de almendra de 0,96 kg/árbol.

- Tras el análisis, se deduce que los componentes gravimétricos evaluados (peso fresco de las mazorcas, peso fresco de las almendras) y la relación que existe entre los niveles de biomasa (alta, media, baja) se concluye que el clon EET-800 fue el que tuvo un mejor comportamiento durante el estudio con un número de mazorcas de 4,75, también registró un peso fresco de 5,41 kg/árbol y un peso fresco de almendra de 1,67 kg/árbol.

- Tal como se ha podido observar que existe relación entre los niveles de biomasa (alta, media y baja) concluyendo que a medida que aumente el nivel de biomasa en la planta, del mismo modo aumenta el número de mazorcas obteniendo un mejor rendimiento de número de mazorcas al clon EET-800 con respecto al clon CCN-51.

5.2. Recomendaciones.

- De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda tener una buena relación en niveles de biomasa de los clones de cacao para obtener un mejor rendimiento de número de mazorcas, peso de mazorcas y peso de almendras.

- También de la misma manera se observó una relación directa entre los niveles de biomasa y la biomasa final obtenida a los 150 días. Por lo tanto, se recomienda tener una buena relación de esta manera estaríamos asegurando un mejor rendimiento de biomasa vegetativa y biomasa reproductiva en nuestro cultivo.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

6.1. Bibliografía.

Adapta. (2017). Uso de Manual y libros de datos en puestos de observación fenológicos en cacao. Adapta, 6. https://docplayer.es/45125100-Uso-de-manual-y-libros-de-datos-en-puestos-de-observacion-fenologicos-en-cacao-matagalpa-enero-24-2017-lac-1.html

Agudelo, M. (2016). Crecimiento y productividad de Sistemas Agroforestales (SAF) con cacao en estados tempranos de desarrollo en el bosque seco tropical (bs-T) del departamento de Antioquia. Universidad Nacional de Colombia.

Anacafe.(2004).Cultivode cacao. Infocafe. http://infocafes.com/portal/biblioteca/cultivo -de-cacao/

Anecacao. (2019). Sector exportador de cacao. Anecacao, 8. http://www.anecacao.com/uploads/estadistica/cacao-ecuador-2019.pdf

Arvelo Sánchez, M. A., González León, D., Maroto Arce, S., Delgado López, T., & Montoya López, P. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao Buenas prácticas para América Latina. In Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). file:///C:/Users/usuario/Downloads/BVE17089191e.pdf

Avarez, C., Perez, E., & Lares, M. (2002). Morfología de los frutos y características físico-químicas del Mucílago del cacao de tres zonas del Estado Aragua. Scielo, 52(4). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0002-192X2002000400006&lng=en&nrm=iso&tlng=es

Barrios, D. (2015). Evaluación de podas en una plantación adulta de cacao (Theobroma cacao L.); finca Bethel, Malacatán, San Marcos Sistematización deadulta, evaluación de podas en una plantación cacao (Theobroma cacao L.); Finca bethel, Malacatán, San Marcos sistematización [Universidad Rafael landívar]. .http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2015/06/17/Barrios-Diego.pdf

Borrero Benavides, J. (2012). Biomasa aérea y contenido de carbono en la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana.

Chagerben, A. C. (2017). Establecimiento de relaciones alométricas para estimar la producción de biomasa en cultivares de cacao (theobroma cacao l.) tipo nacional

desarrollados por la Uteq [Universidad Técnica Estatal DE Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2725/1/T-UTEQ-0091.pdf

Cushunchic, M. (n.d.). Podas en Cacao. Cadenacacao. Retrieved November 5, 2021, from http://cadenacacaoca.info/CDOC-Deployment/documentos/Podas_en_cacao.pdf

Editorial Etece. (2012, August 15). Cacao - Concepto, origen, historia y propiedades. Concepto. https://concepto.de/cacao/#ixzz6iSBqmoyy.

El comercio. (2014, May 7). El cacao CCN-51 pasó de patito feo a cisne de la producción ecuatoriana-El-Comercio https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cacao-ccn-51-paso-de.html

Endesa. (n.d.). Centrales de energía de la biomasa y sus tipos. Endesa- Educa Recursos Educativos . Retrieved November 5, 2021, from https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/centrales-renovables/central-de-biomasa

Guerreo Velásquez, M. (2017). El cacao ecuatoriano. Su historia comenzó antes del siglo XV. Líderes, 1. https://www.revistalideres.ec/lideres/cacao-ecuatoriano-historia-empezo-siglo.html

Guzmán Rivero, G., & Levy Mérida, A. (2009). Producción de biomasa y nutrientes que genera la poda en sistemas agroforestales sucesionales y tradicionales con cacao, Alto Beni, Bolivia Acta Nova, 4(2–3), 263–280. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892009000100006&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Ibarra, A. (2019). Análisis de la cadena de cacao en la provincia de Los Ríos, Ecuador. Observatorio de La Economía Latinoamericana, ISSN: 1696-8352, 1–17. https://www.eumed.net/rev/oel/2019/11/cadena-cacao-ecuador.pdf

INAMHI. (2021). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI. https://www.inamhi.gob.ec/

Ledesma Cando, J. C., & Balladares García, I. J. (2015). Diagnóstico de la producción de Cacao Fino de Aroma (Theobroma cacao L,) en base a Sistemas Agroforestales en los

sectores de Sabanetillas, San Gerardo, Estero de Damas, San Eduardo y la Obdulia, cantón Echeandía, provincia Bolívar /. Universidad Estatal de Bolívar,.

Loor, R., Amores, F., Vasco, S., Casanova, T., Garzón, A., Sotomayor, I., Jiménez, J., Tarqui, O., Rodríguez, G., Quijano, C., Plaza, L., Guerrero, H., & Zambrano, F. (2019). INIAP-EETP-800 'Aroma pichilingue', nueva variedad ecuatoriana de cacao fino de alto rendimiento. Revista Fitotecnica Mexicana, 42(2). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000200187

López Andrade, P., Ramírez Guillermo, M., & Mendoza López, A. (2011). Paquete tecnológico cacao (Theobroma cacao L.) Establecimiento y Mantenimiento. Programa Estratégico Para El Desarrollo Rural Sustentable de La Región Sur-Sureste: Trópico Húmedo 2011. Paquete, 1, 1–9.

María, A., & Porras, L. (2000). Diseño Estadístico de Experimentos Diseño estadístico de experimentos 1. Objetivos. https://www.ugr.es/~bioestad/guiaspss/practica7/Contenidos.pdf

Marroquin, A. (2011). "Estudio Agromorfológico y fisicoquímico de ecotipos de cacao cultivados en los municipios de Usulután, California y Tecapán del Departamento de Usulután en El Salvador." Presentado [Universidad DR. Jose Matias Delgado]. https://cidoc.marn.gob.sv/documentos/estudio-agromorfologico-y-fisicoquimico-de-ecotipos-de-cacao-cultivados-en-los-municipios-de-usulutan-california-y-tecapan-del-departamento-de-usulutan-en-el-salvador/

Martínez Romero, A., & Leyva Galán, A. (2014). La biomasa de los cultivos en el agroecosistema. sus beneficios agroecológicos. Cultivos Tropicales, 35(1), 11–20. http://ediciones.inca.edu.cu

Montes Mosquera, M. (2016). "Efectos del fosforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (Theobroma cacao L.) CCN-51, En la zona de Babahoyo" [Universidad Tecnica de Babahoyo]. www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/7EFD356D05AA06EA05256A31007595F9/$file/Funciones+del+F%25C3%25B

Nevado, M., & Mendoza, I. (2006). Cultivo de Cacao en sistemas Agroforestales. ProDeSoc, 2–57. http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5288e/A5288e.pdf

Nivela Andrade, D. J. (2020). “Relaciones alométricas para estimar biomasa aérea en cultivares de cacao (Theobroma cacao L.) de origen trinitario (CCN51) y de tipo nacional en la provincia de los ríos. universidad tecnica estatal de quevedo.

Quintero, E. (n.d.). Rendimiento agrícola - EcuRed. Retrieved November 5, 2021, from https://www.ecured.cu/Rendimiento_agrícola

Quintero Idilio, A. (n.d.). Rendimiento_agrícola. https://www.ecured.cu/Rendimiento_agrícola

Salazar, J. A. (2016). Rendimiento de biomasa y valoración nutrimental de residuos pos cosecha de cacao (Theobroma cacao L). Universidad Técnica de Ambato.

Sánchez Mora, F. D., Zambrano Montufar, J., Vera Chang, J., Ramos Remache, R., Garcés Fiallos, F. R., & Vásconez Montúfar, G. H. (2014). Productividad de clones de cacao tipo nacional en una zona del bosque húmedo tropical de la provincia de Los Ríos, Ecuador. Revista Ciencia y Tecnología, ISSN-e 1390-4043, ISSN 1390-4051, Vol. 7, No. 1, 2014, Págs. 33-41, 7(1), 33–41. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5070159&info=resumen&idioma=SP

Torres Gutierrez, L. A. (2012). Manual de producción de cacao fino de aroma a través de manejo. 2012 [Universidad de Cuenca]. https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3250/1/TESIS.pdf

White, J. (2015). Conceptos básicos de la fisilógia del frijol. A Case Approach to Perioperative Drug-Drug Interactions, 123–128. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7495-1_23

Yzarra, W., & López, F. (2011). Manual de Observaciones. 98. https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-11.pdf

Zambrano, A., Gómez, Á., Ramos, G., Romero, C., Lacruz, C., & Rivas, E. (2010). Caracterización de parámetros físicos de calidad en almendras de cacao criollo, trinitario y forastero durante el proceso de secado. Agronomía Tropical, 60(4), 389–396. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2010000400009&lng=es&nrm=iso&tlng=pt

Zambrano Cevallos, M. M. (2013). “Evaluación de tres métodos de propagación clonal, bajo dos tipos de cubierta, utilizando dos variedades de cacao (Theobroma cacao) genéticamente diferentes, en su fase de prendimiento definitivo a nivel comercial en santo domingo de los Tsáchilas” [Universidad Nacional de Loja]. https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/897/1/tesis cd Copy.pdf

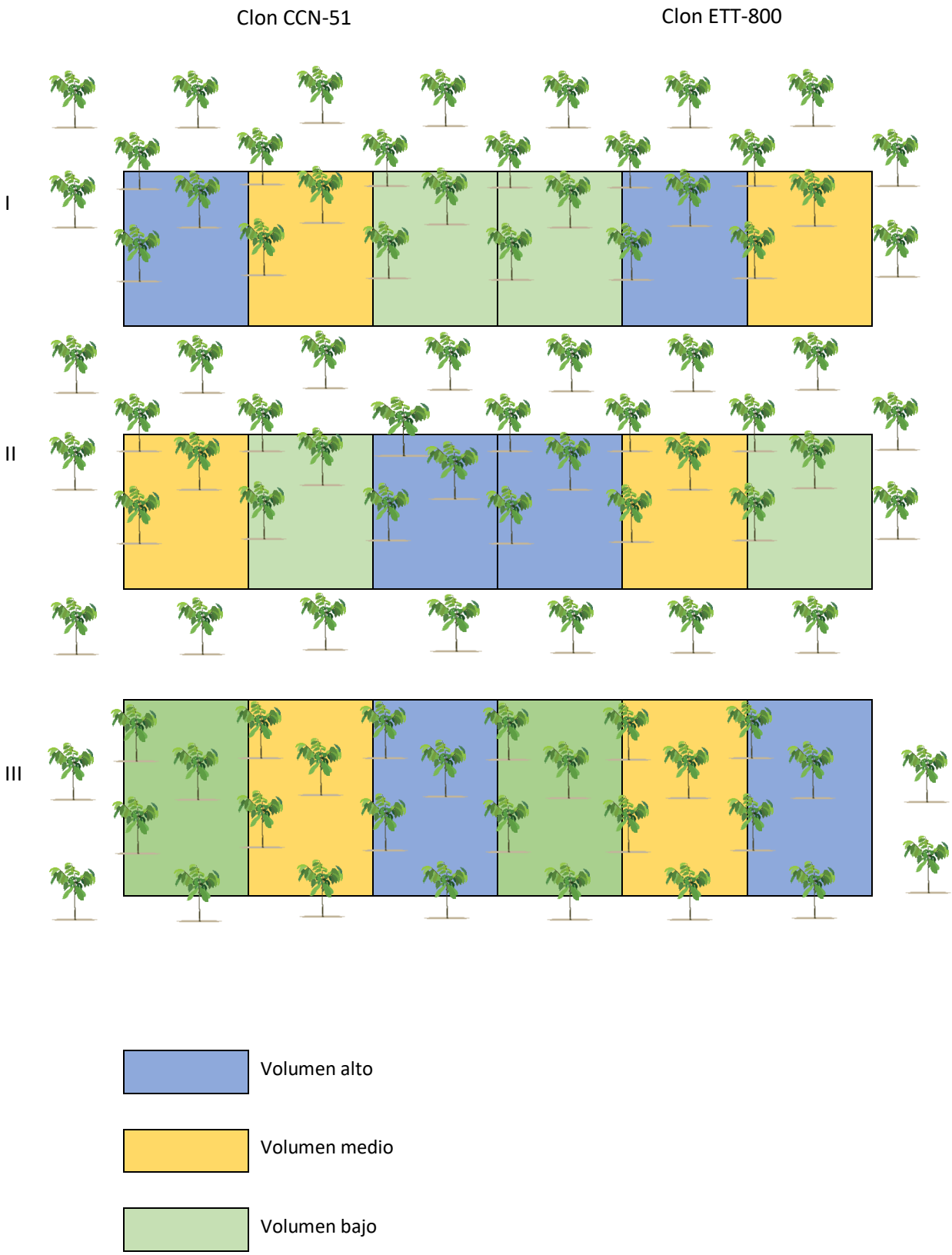
Zumbado, H. (2002). Análisis químico de los alimentos: métodos clásicos - Editorial ... (L. Rodríguez Cabral (ed.)). Universitaria. https://www.yumpu.com/es/document/read/15627547/analisis-quimico-de-los-alimentos-metodos-clasicos-editorial-

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. ANEXOS

Anexo 1. Croquis de campo, para la evaluación de la biomasa aérea y el rendimiento de los clones de cacao (*Theobroma Cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.



Anexo 2. Análisis de la varianza para la variable Biomasa inicial de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.

F. V	GL	SC	CM	F	P - VALOR
Repeticiones	3	9,46	3,15	3,28	0,0503
Clones	1	9,51	9,51	9,90	0,0067
NBC	2	99,15	49,58	51,58	<0,0001
CC*NBC	2	11,16	5,58	5,81	0,0136
Error	15	14,42	0,96		
Total	23	143,70			

Anexo 3. Análisis de la varianza para la variable Biomasa final de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.

F. V	GL	SC	CM	F	P - VALOR
Repeticiones	3	17,32	5,77	3,52	0,0412
Clones	1	10,18	10,18	6,21	0,0249
NBC	2	95,70	47,85	29,17	<0,0001
CC*NBC	2	8,49	4,25	2,59	0,1082
Error	15	24,60	1,64		
Total	23	156,30			

Anexo 4. Análisis de la varianza para la variable Incremento de Biomasa de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.

F. V	GL	SC	CM	F	P - VALOR
Repeticiones	3	1,64	0,55	1,64	0,2215
Clones	1	0,01	0,01	0,03	0,8564
NBC	2	0,70	0,35	1,05	0,3734
CC*NBC	2	0,50	0,25	0,75	0,4879
Error	15	4,99	0,33		
Total	23	7,84			

Anexo 5. Análisis de la varianza para la variable Tasa de crecimiento de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.

F. V	GL	SC	CM	F	P - VALOR
Repeticiones	3	72,95	24,32	1,64	0,2213
Clones	1	0,50	0,50	0,03	0,8563
NBC	2	31,15	15,57	1,05	0,3731
CC*NBC	2	22,29	11,15	0,75	0,4875
Error	15	221,74	14,78		
Total	23	348,63			

Anexo 6. Análisis de la varianza para la variable Número de mazorcas de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.

F. V	GL	SC	CM	F	P - VALOR
Repeticiones	3	24,13	8,04	2,64	0,0871
Clones	1	12,04	12,04	3,96	0,0652
NBC	2	29,25	14,63	4,81	0,0243
CC*NBC	2	5,58	2,79	0,92	0,4207
Error	15	45,63	3,04		
Total	23	116,63			

Anexo 7. Análisis de la varianza para la variable PFM de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.

F. V	GL	SC	CM	F	P - VALOR
Repeticiones	3	33,32	11,11	2,10	0,1430
Clones	1	7,41	7,41	1,40	0,2547
NBC	2	47,17	23,58	4,46	0,0302
CC*NBC	2	2,58	1,29	0,24	0,7868
Error	15	79,28	5,29		
Total	23	169,77			

Anexo 8. Análisis de la varianza para la variable PFA de los clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51 y EET-800 en la zona de Buena Fe.

F. V	GL	SC	CM	F	P - VALOR
Repeticiones	3	3,51	1,17	2,04	0,1512
Clones	1	0,95	0,95	1,65	0,2179
NBC	2	3,89	1,95	3,40	0,0608
CC*NBC	2	0,26	0,13	0,23	0,8004
Error	15	8,60	0,57		
Total	23	17,21			

Anexo 9. Identificación de clones de cacao en La Fundación Maquita.

Anexo 10. Reunión con la directora de"Maquita" para poder realizar investigación en dicho sector.

Anexo 9. Identificación de clones usados en la investigación.

Anexo 10. Toma de datos inicial de diámetro de tallo de los clones.