



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE**

**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

Trabajo de Graduación

Evaluación de la producción de biomasa en banco proteico de *Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M, *Moringa oleífera* (Lam) y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) para alimento animal ante el cambio climático en el C.E.V.T Finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2017-2018.

AUTORES

Br. Yarince Zamir Delgado

Br. Luis Gabriel Martínez Matamoros

ASESORES

Ing. MSc. Olman Narváez Espinoza

Ing. Lucilizabeth Pérez Rivera

Managua, Nicaragua

Enero, 2020



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE

Tesis para optar al grado de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Evaluación de la producción de biomasa en banco proteico de *Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M, *Moringa oleífera* (Lam) y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit) para alimento animal ante el cambio climático en el C.E.V.T Finca Las Mercedes, UNA, Managua, 2017-2018.

AUTORES

Br. Yarince Zamir Delgado
Br. Luis Gabriel Martínez Matamoros

ASESORES

Ing. MSc. Olman Narváez Espinoza
Ing. Lucilizabeth Pérez Rivera

Managua, Nicaragua
Enero, 2020

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente como requisito parcial para optar al título profesional de:

Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

Miembros del tribunal examinador

Ing. MSc. Jael Cruz Castillo

Presidente

Ing. MSc. Heyddy Gonzales Luna

Secretario

Ing. MSc. Edwin Alonzo Serrano

Vocal

Managua, Nicaragua

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODOS	4
3.1 Ubicación del área de estudio	4
3.2 Descripción Biofísica	5
3.2.1 Condiciones Climáticas	5
3.2.2 Geología y Suelo	6
3.2.3 Hidrología	6
3.3 Diseño Metodológico	7
3.4 Planificación del Trabajo	7
3.4.1 Selección del sitio	7
3.4.2 Obtención de semillas	8
3.4.3 Establecimiento del vivero	8
3.4.4 Preparación de parcelas	8
3.4.5 Trasplante de plantas	9
3.5 Fase de levantamiento de datos	10
3.6 Variables evaluadas	10
3.7 Altura total de la planta	11
3.8 Diámetro de la planta	11
3.9 Biomasa verde total	11
3.10 Biomasa seca total	12
3.11 Biomasa verde comestible	13
3.12 Supervivencia	13

3.13 Recolección de agentes biológicos	14
3.14 Procesamiento y análisis de datos	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
4.1 Producción de biomasa	16
4.1.1 Producción de biomasa verde total	16
4.1.2 Producción de biomasa verde comestible	17
4.1.3 Producción de biomasa seca total	19
4.2 Supervivencia	20
4.3 Agentes Biológicos	22
4.4 Análisis de los parámetros dasométricos de la especie Quelite y Marango	24
4.4.1 Análisis estadístico del diámetro de Quelite y Marango después de la primera poda	24
4.4.2 Análisis estadístico de altura del Quelite y Marango después la primera poda	25
4.4.3 Promedio del número de rebrotes de Quelite y Marango después de la primera poda	26
V. CONCLUSIONES	28
VI. RECOMENDACIONES	29
VII. LITERATURA CITADA	30
VIII. ANEXOS	34
GLOSARIO DE TÉRMINOS	37

DEDICATORIA

A **Jah (Dios)** por brindarme sabiduría, fuerza y entendimiento en cada logro y etapa de mi vida. A mis dos madres **Silvia Olinda Delgado Ruiz** y **Armida Etelvina Delgado Ruiz** por sus buenos consejos, apoyo incondicional y siempre estar alentándome a seguir por el camino del éxito, a mi hermana **Leonor Nathaly Delgado** por siempre darme ánimo y contar siempre con ella cuando la necesito, a mis primos hermanos **Nimrod Esli Arce Delgado, Dania Elizabeth Arce Delgado, Dani Israel Arce Delgado** y **Emilio Josué Arce Delgado** por ser parte de mi niñez, adolescencia, siempre estar aconsejándome y contar con su apoyo.

A mis **docentes** que fueron los formadores de mi etapa como profesional, por sus buenas enseñanzas, consejos, ánimos y por cada experiencia vivida.

A mis **compañeros** de la carrera de Ing. Recursos Naturales Renovables generación 2013 y 2014 por haber compartido todo este lapso de tiempo durante el período universitario y haber vivido buenos momentos.

Br. Yarince Zamir Delgado

A Dios padre creador, por lograr terminar la carrera a pesar de los obstáculos nunca perder la fe y siempre darme la fuerza para seguir adelante sin importar las dificultades que se confronta en el camino de la vida, en enseñar el camino de la sencillez y compartir con mis seres amados.

Esta tesis se la dedico especialmente a mi madre **Rosa Argentina Laguna Matamoros** que en paz descansa ya que ella me impulsó a prepararme y me enseñó las cosas buenas de la vida, por brindarme su apoyo incondicional sin importar las veces que me desanimara siempre estabas tú para animarme y darme palabras de aliento. Gracias madre por estar conmigo siempre que necesitaba de vos y como decía ella "la mejor herencia que se puede dejar es la educación."

A mis hermanos que siempre me apoyaron en mi estudio, a mi tía mamalena que ya tiene uno de sus hijos preparado gracias mamalena por haberme cuidado y dedicado tu tiempo hacia mí y mis hermanos.

Br. Luis Gabriel Martínez Matamoros

AGRADECIMIENTOS

A Jah (Dios) por ofrecernos el conocimiento, fuerza y confianza para seguir adelante y llegar hasta la meta, a nuestros familiares por brindarnos su apoyo y motivación, a nuestros amigos que han estado presente en toda la etapa universitaria.

Agradecerles a nuestros asesores MSc. Olman Narváez Espinoza e Ing. Lucilizabeth Pérez Rivera por su gran apoyo, paciencia y enseñanzas durante el periodo de la realización del trabajo de investigación y darnos la oportunidad de trabajar este importante tema y así tener más herramientas de estudio para los que le sean de mucha utilidad.

Al Ing. Jorge Gómez Martínez por facilitar las condiciones de la Fica Las Mercedes y llevar acabo dicho estudio apoyando desde la etapa de vivero hasta el establecimiento de las plantas.

Al Profesor Alex Serrato encargado del laboratorio de entomólogo de la UNA, por su ayuda en la identificación de los agentes biológicos encontrados en el ensayo.

Al Ing. Luis Tercero, Ph.D. Fernando Mendoza por su ayuda en la realización del mapa de ubicación de la Hacienda Las Mercedes.

Al Lic. Heraldo Salgado por facilitar las condiciones del laboratorio, principalmente el horno deshidratador.

Gracias a todos y cada uno de los que apoyaron en la realización de este trabajo, que Dios los bendiga siempre.

Br. Yarince Zamir Delgado y Luis Gabriel Martínez Matamoros

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Categoría para la evaluación de la sobrevivencia de las plantas	14
2. Producción de biomasa verde total en kg/ha en la primera y segunda poda en Finca las Mercedes, Managua	17
3. Producción de biomasa verde comestible en kg/ha en la primera y segunda poda en Finca las Mercedes, Managua	19
4. Producción de biomasa seca total en kg/ha en la primera y segunda poda en Finca las Mercedes, Managua	20
5. Sobrevivencia en porcentaje para las especies Quelite, Marango y Leucaena luego de establecido el ensayo (1 año en tiempo total de establecido), en Finca las Mercedes, Managua	21
6. Agentes biológicos localizado en Quelite, Marango y Leucaena, en Finca las Mercedes	23
7. Crecimiento por mes durante la primera y segunda poda	27

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Mapa de vía de acceso al Centro de Experimentación y Validación Tecnológico Finca Las Mercedes, UNA 2019.	4
2. Ubicación del Centro de Experimentación y Validación Tecnológico Finca Las Mercedes, UNA 2019.	5
3. Procedimiento metodológico	7
4. Diseño de plantación del banco de proteína	9

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Parámetro: Precipitación (mm)	33
2. Prueba de Shapiro Wilks para el diámetro de la especie Quelite	33
3. Prueba de análisis de (ANOAVA) para el incremento en diámetro del Quelite	33
4. Prueba de separación de media de Tukey para el incremento en diámetro del Quelite	33
5. Prueba de Shapiro Wilks para el diámetro para la especie Marango	34
6. Prueba de análisis de (ANOAVA) para el incremento en diámetro del Marango	34
7. Prueba de separación de media Tukey para el incremento en diámetro del Marango	34
8. Prueba de Shapiro Wilks para la altura de la especie Quelite	34
9. Prueba de análisis de (ANOAVA) para el incremento en altura del Quelite	34
10. Prueba de separación de media de Tukey para el incremento en altura del Quelite	35
11. Prueba de Shapiro Wilks para la altura de la especie Marango	35
12. Prueba de análisis de (ANOAVA) para el incremento en altura del Marango	35
13. Prueba de separación de media de Tukey para el incremento en altura del Marango	35

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Centro de Experimentación y Validación Tecnológico Finca Las Mercedes, UNA Managua, donde se evaluó la producción de biomasa de las especies Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M), Marango (*Moringa oleífera* (Lam)) y Leucaena (*Leucana leucocephala* (Lam) de Wit)), al realizar dos podas. El objetivo del estudio evaluar la cantidad de biomasa que se produce al realizar dos podas en las especies de las tres especies como alternativa de alimentación animal en condiciones de trópico seco. La mayor producción de biomasa verde total en la primera poda la obtuvo la especie *Cnidoscolus aconitifolium* con una cantidad de 26,572 kg/ha seguida de la especie *Moringa oleífera* con 8,952 kg/ha. Con respecto a la biomasa comestible la mayor producción la obtuvo la especie *Cnidoscolus aconitifolium* con una cantidad de 26,572 kg/ha respectivamente, la *Moringa oleífera* con 2,667 kg/ha. En el caso de la especie *Leucana leucocephala* no se obtuvo producción de biomasa debido al ataque severo que sufrió de agentes biológicos.

En la segunda poda la mayor producción de biomasa verde total la obtuvo nuevamente la especie *Cnidoscolus aconitifolium* con un total de 62,666 kg/ ha seguida de la especie *Moringa oleífera* con 5,350 kg/ha. Con respecto a la biomasa comestible la mayor producción la obtiene la especie *Cnidoscolus aconitifolium* con un total de 62,666 kg/ha, la *Moringa oleífera* con 2398 kg/ha. Siendo la especie *Cnidoscolus aconitifolium* la que mostró un mejor rendimiento de biomasa verde total y biomasa comestible en la primera y segunda poda.

El mejor porcentaje de sobrevivencia en la primera poda lo obtuvo la especie *Cnidoscolus aconitifolium* con un 100% seguido del *Moringa oleífera* con 95%, en la segunda poda nuevamente el *Cnidoscolus aconitifolium* demostró un mejor porcentaje con un 95%, la *Moringa oleífera* disminuyó obteniendo un 75% y la *Leucana leucocephala* con 0% de sobrevivencia.

Se realizó monitoreo, captura e identificación de agentes biológicos para conocer el daño que estos causaban a las plantas de los cuales fueron el Zompopo (*Atta sp*) y la Iguana (*Iguana iguana*) quienes causaron mayores daños principalmente a la planta *Leucana leucocephala*.

Palabras claves: Biomasa, Biomasa verde comestible, Biomasa seca.

ABSTRACT

The present study was carried out at the Finca Las Mercedes Technological Experimentation and Validation Center, UNA Managua, where biomass production of the Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) LM), Marango (*Moringa oleifera* (Lam)) and Leucaena (*Leucana leucocephala* (Lam) de Wit)) species was evaluated, when performing two pruning. The objective of the study is to evaluate the amount of biomass that is produced by performing two pruning's on the species of the three species as an alternative for animal feeding under dry tropic conditions.

The highest production of total green biomass in the first pruning was obtained by the species *Cnidoscolus aconitifolium* with an amount of 26,572 kg / ha followed by the *Moringa oleifera* species with 8,952 kg / ha. With respect to edible biomass, the highest production was obtained by the species *Cnidoscolus aconitifolium* with an amount of 26,572 kg / ha respectively, the *Moringa oleifera* with 2,667 kg / ha. In the case of the *Leucana leucocephala* species, biomass production was not obtained due to the severe attack suffered from biological agents.

In the second pruning the highest production of total green biomass was obtained again by the species *Cnidoscolus aconitifolium* with a total of 62,666 kg / ha followed by the *Moringa oleifera* species with 5,350 kg / ha. With respect to edible biomass, the highest production is obtained by the species *Cnidoscolus aconitifolium* with a total of 62,666 kg / ha, the *Moringa oleifera* with 2398 kg / ha. The species *Cnidoscolus aconitifolium* being the one that showed a better yield of total green biomass and edible biomass in the first and second pruning.

The best percentage of survival in the first pruning was obtained by the species *Cnidoscolus aconitifolium* with 100% followed by the *Moringa oleifera* with 95%, in the second pruning again the *Cnidoscolus aconitifolium* showed a better percentage with 95%, the *Moringa oleifera* decreased obtaining a 75% and *Leucana leucocephala* with 0% survival.

Biological agents were monitored, captured and identified to know the damage they caused to the plants of which it was the Zompopo (*Atta sp*) and the Iguana (*Iguana iguana*) who caused major damage mainly to the *Leucana leucocephala* plant.

Keywords: *Biomass, edible green biomass, dry biomass.*

I. INTRODUCCIÓN

En América Central entre el 45% y 78% de los productores agrícolas posee fincas entre 3.5 y 10 ha, las cuales ocupan entre el 0.4 y el 10.0% de la tierra cultivada (CATIE, 1985). Además de esta situación, la ubicación de pequeñas fincas en zonas no aptas para las actividades agropecuarias, limitan o imposibilitan la alimentación de animales. En tales condiciones los alimentos disponibles en la mayoría de estas fincas, apenas es suficiente para satisfacer los requerimientos de mantenimiento del ganado menor y mayor (Raun, 1982).

En las últimas décadas, la temperatura y precipitación se han modificado como consecuencia del cambio climático, las proyecciones indican que los cambios se acentuarán en los próximos años. Esto trae algunos efectos potenciales sobre el sector agropecuario de Nicaragua, ya que es sensible a cambios climáticos. Según los diferentes escenarios climáticos el clima sufrirá variaciones severas en los próximos años, afectando la alimentación de muchos animales y personas (Ramírez *et al.* 2010).

En Nicaragua las afectaciones del cambio climático ya se vienen experimentando en las actividades productivas pecuarias (ganado mayor y menor) y agropecuarias, esto en sus efectos visibles en altas temperaturas, pocas o extremas precipitaciones, que por ende provocan sequías (poca disponibilidad de agua), inundaciones, etc. para llevar a cabo las actividades productivas en este rubro.

Nicaragua cuenta con un gran número de árboles forrajeros, que constituyen una fuente importante de nutrientes para el sustento de los animales, sin embargo, es necesario considerar el potencial de producción con que cuenta cada una de las especies, ya que el escaso uso, radica en el desconocimiento de las cualidades que presentan dichas plantas.

Es necesario rescatar plantas forrajeras con alto potencial en producción comestible, rica en proteínas, vitaminas y minerales para mitigar el impacto del cambio climático en las actividades productivas pecuarias en unidades de producción.

El follaje, fruto e incluso la corteza de muchas leñosas entre árboles y arbustos han provisto de alimento a los animales domésticos en diversos ecosistemas y quizás tienen más importancia en los sistemas semiáridos y sub húmedos donde hacen mayor contribución en la dieta en el período seco esto debido a que son ricas en proteína cruda, vitaminas y la mayoría de los minerales.

El uso de especies forrajeras leñosas como bancos de proteínas para este tipo de actividades productivas ha mostrado ser resistente y mitigable a los cambios que el clima está pasando por otro lado son de buena calidad nutritivas, de alta digestibilidad y agradable para los animales.

Dentro de las especies utilizadas para bancos de proteínas está el Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M), Marango (*Moringa oleifera* (Lam)) y Leucaena (*Leucana leucocephala* (Lam) de Wit)), por lo que el presente estudio tiene como objetivo evaluar estas tres especies en capacidad productiva de biomasa verde, comestible y seca en dos ciclos de podas mediante la siembra de las tres especies anteriormente mencionadas en parcelas demostrativa ubicadas en el Centro de Experimentación y Validación Tecnológico Finca Las Mercedes (C.E.V.T.F.M), UNA de la ciudad de Managua.

Este estudio viene aportar a futuras investigaciones o servir como material de apoyo para otros estudios relacionados sobre estas especies y conocer sus utilidades, beneficios que estas especies brindan y que pocos tienen conocimiento de su utilidad.

Los beneficios que le brindan a la universidad y la Finca Las Mercedes es aportar más información sobre estas especies y principalmente la especie Quelite ya que son pocos estudios que se han realizado sobre esta especie y así brindar datos sobre producción de biomasa y sobrevivencia.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar la cantidad de biomasa que se produce al realizar dos podas en las especies de *Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M, *Moringa oleífera* (Lam) y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit), como alternativa de alimentación animal en condiciones de trópico seco.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la producción de biomasa verde total y biomasa comestible en banco de proteína de *Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M, *Moringa oleífera* (Lam) y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit), para alimentación animal.
- Determinar la sobrevivencia de las especies *Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M, *Moringa oleífera* (Lam) y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit), en banco de proteína durante sus dos podas en la Finca Las Mercedes de la UNA.
- Identificar los agentes biológicos que afectan la producción de biomasa de *Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M, *Moringa oleífera* (Lam) y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit), en banco de proteína de la Finca Las Mercedes UNA.

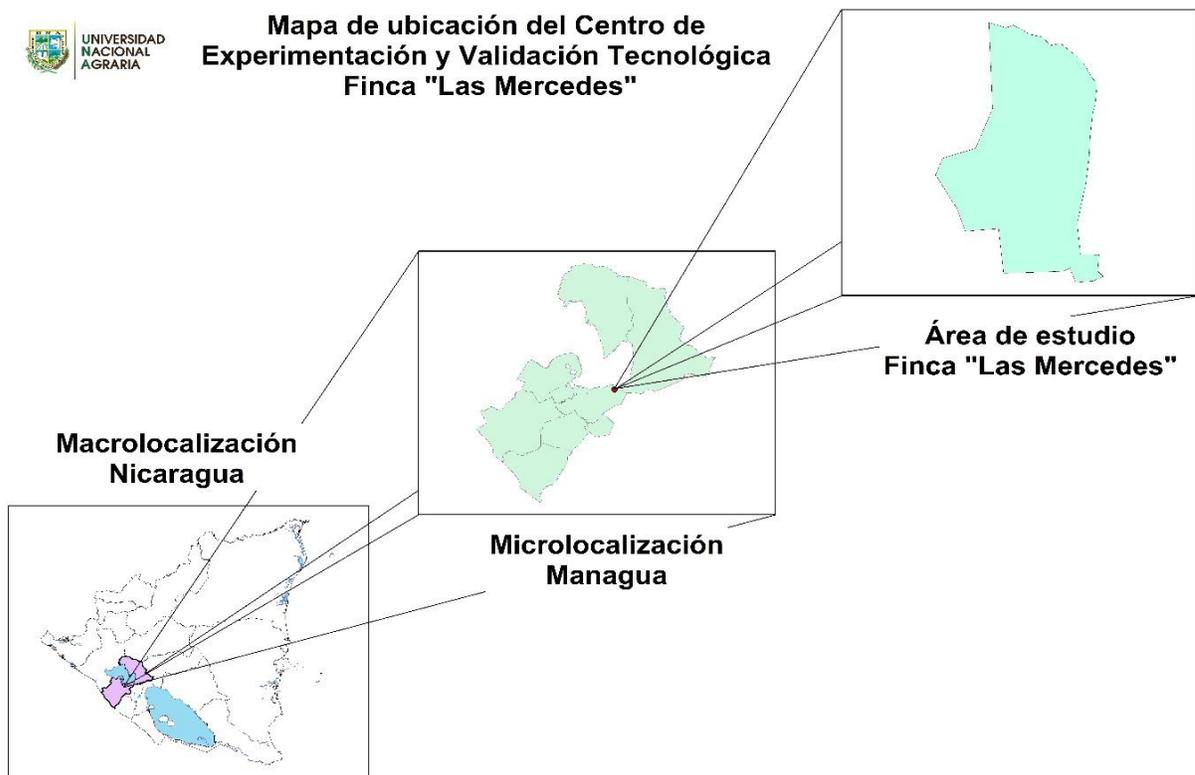


Figura 2. Ubicación del Centro de Experimentación y Validación Tecnológico Finca Las Mercedes, UNA 2019.

3.2 Descripción Biofísica

3.2.1 Condiciones Climáticas

Las condiciones promedio de lluvia varían entre las 200 y 700 mm. Generalmente se caracteriza por presentar una estación seca que va de noviembre hasta abril y otra lluviosa que va de mayo a octubre. Así mismo, la zona presenta variadas temperaturas que van desde 21° a 30°C, con máximas de hasta 41°C, esto varía en dependencia de la estación seca. Según la clasificación de Holdridge la zona en estudio es subtropical, bosque seco, semi árido por presentar temperaturas aproximadamente altas (INETER, 2005).

3.2.2 Geología y Suelo

Los suelos de esta finca muestran una complejidad y heterogeneidad. En general son suelos poco desarrollados que presentan capas endurecidas que conducen a lo que se traduce como perfiles (profundidad) que prestan diferentes secuencias texturales, (Villanueva, 1990).

Estos suelos han sido afectados por procesos de calcificación, a la vez presentan alcalinidad en algunas subunidades debido a sedimentos lacustres en el área más cercana al lago, la formación del suelo es en general débil, los procesos de formación de suelos predominantes fuertes tendencias a la calcificación, esto verificado por la presencia de altos índices de carbonatos, valores altos de pH alta cantidad de magnesio (Villanueva, 1990).

3.2.3 Hidrología

El régimen hídrico se caracteriza por presentar un fuerte déficit durante la estación seca. Durante la estación lluviosa la hidrología del área se complica por causa de dos factores, (Villanueva, 1990):

- La afluencia de agua de escorrentía sub superficial desde la sierra que bordea Managua por el sur oeste.
- El ascenso del nivel del agua que repercute en la elevación del nivel freático.

3.3 Diseño Metodológico

El procedimiento metodológico consistió en tres etapas a como se muestra en la figura:

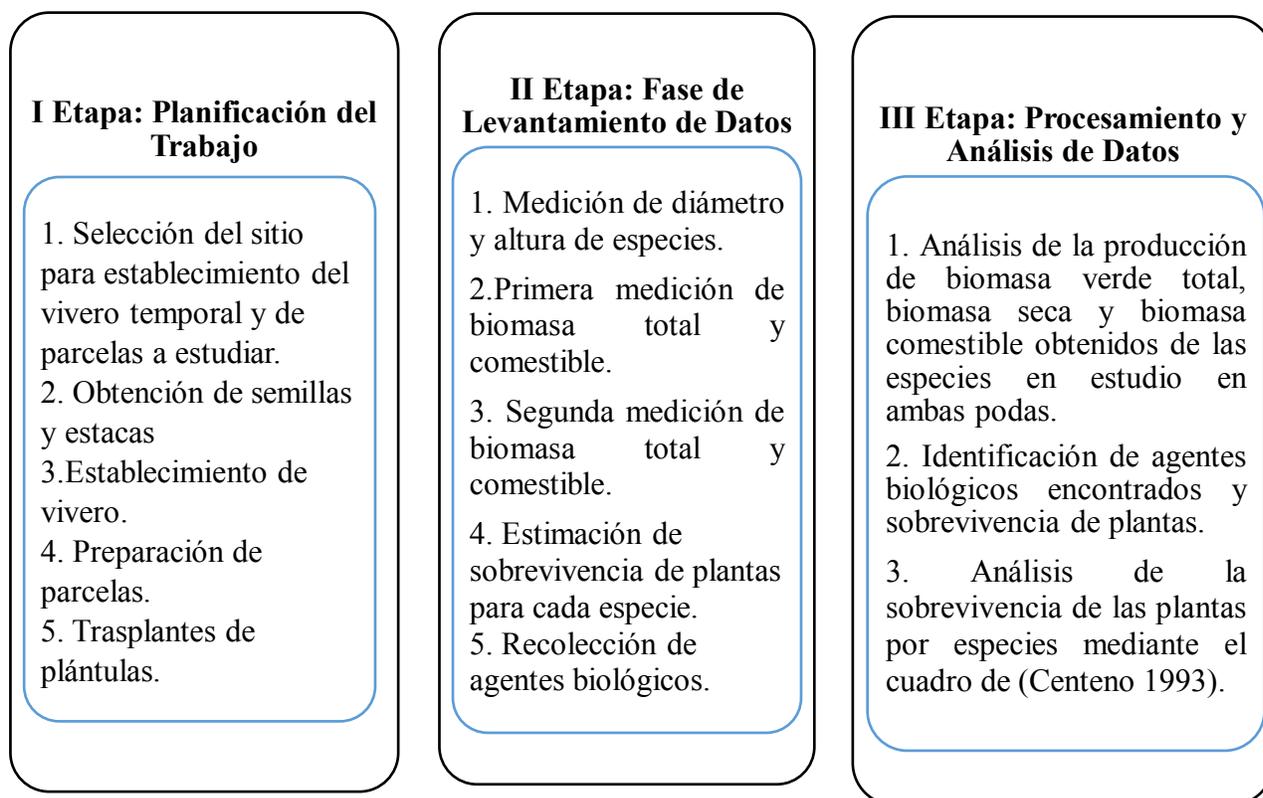


Figura 3. Procedimiento metodológico

3.4 Planificación del Trabajo

3.4.1 Selección del sitio

Se realizó una reunión con el Ing. Miguel Ríos encargado del Centro de Experimentación y Validación Tecnológico Finca Las Mercedes para la selección de un sitio que prestara las condiciones para el establecimiento del vivero temporal, que tuvo una duración de un mes y posteriormente se seleccionó el área de establecimiento de parcelas a trabajar ubicado en sitio conocido como el área de los Marangos.

3.4.2 Obtención de semillas

Las semillas de Marango (*Moringa oleífera* (Lam)) fueron obtenidas en Centro de Experimentación y Validación Tecnológico Finca Las Mercedes y Leucaena (*Leucana leucocephala* (Lam) de Wit)) en las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria, mientras que la especie de Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M) se obtuvo de estacas de aproximadamente 60 cm de largo y de 2-4 cm de diámetro, tomadas de árboles de cercas vivas en la Colonia Bélgica, San Marco Carazo.

Se seleccionaron estas especies principalmente por su alto contenido de proteínas, nutrientes, soporte de poda y adaptación a las variaciones climáticas (sequía y lluvia), son de mejor alimentación para el animal debido a que en temporadas secas mantienen su vigorosidad en comparación al pasto.

3.4.3 Establecimiento del vivero

Para el establecimiento del vivero temporal, se procedió al llenado de bolsas, con sustrato adecuado 60% tierra y 40% materia orgánica, que permitió la germinación de las semillas de Marango (*Moringa oleífera* (Lam)), Leucaena (*Leucana leucocephala* (Lam) de Wit)) y las estacas de Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M). Luego se ubicaron en sus respectivos bancales, se llenó un total de 120 bolsas por especie para un total de 360 bolsas.

3.4.4 Preparación de parcelas

Las especies fueron monitoreadas en el vivero por dos días a la semana hasta que estas alcanzaron la consistencia necesaria (un mes), para ser trasplantadas al sitio definitivo; las parcelas fueron limpiadas manualmente eliminando todo tipo de hierbas, piedras, ramas y posteriormente el ahoyado para la siembra de plántulas.

3.4.5 Trasplante de plantas

Una vez que se determinó que las plantas tenían las consistencias para ser trasplantadas, se trasladaron al sitio de investigación utilizando parcelas como banco de proteína de 3 x 3.50 m para cada una de las especies y un marco de plantación de 0.25 m entre plantas y 0.75 m entre hileras, con 78 plantas por parcela, para un total de 234 plántulas utilizadas en el estudio. El diseño de plantación es el mismo para las tres especies, una parcela por especie que adquiere las mismas medidas y separación entre planta. (Figura 4).

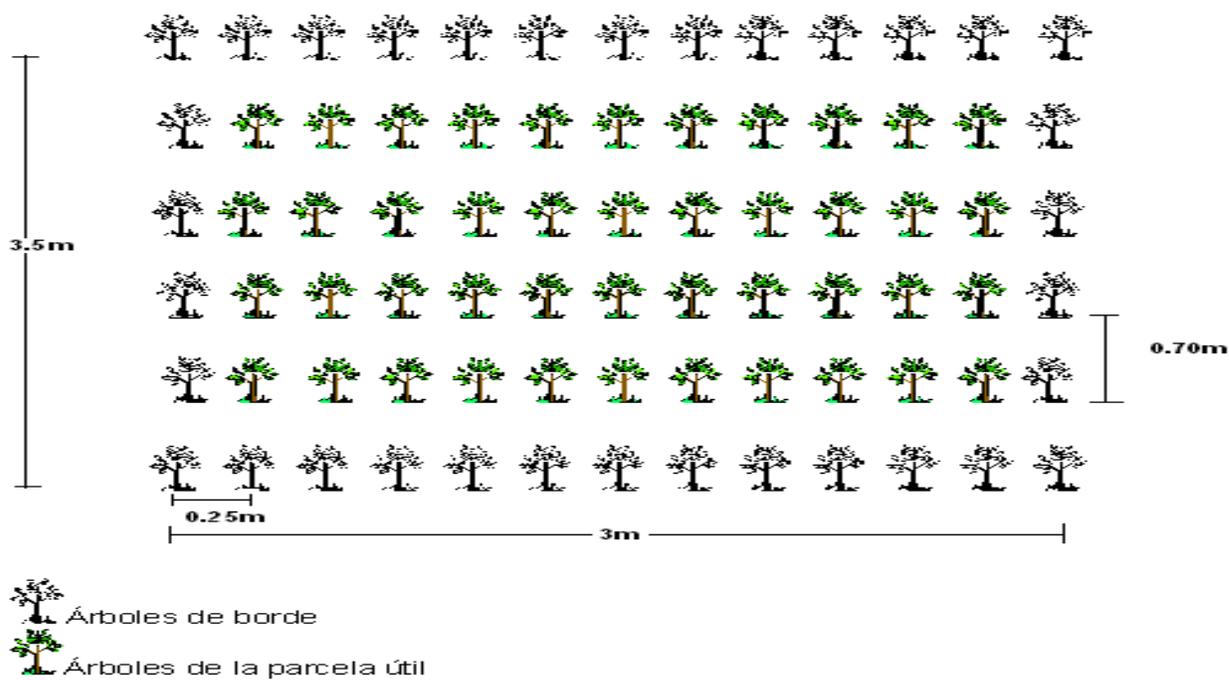


Figura 4. Diseño de plantación del banco de proteína.

Este diseño se tomó del estudio realizado por Juan Moreno en San Francisco Libre, Pacora 2005.

3.5 Fase de levantamiento de datos

Para la fase de levantamiento de datos se usó un formulario de campo en donde se tomaron los datos de mediciones en altura (metro), diámetro (centímetro) y los números de rebrotes que se contabilizaron de manera manual para cada especie seleccionada. Se eligieron tres plantas al azar por surco sin tomar en cuenta ningún criterio marcando con cinta biodegradable la planta seleccionada, pero en el caso de los rebrotes se tomó en cuenta el criterio de seleccionar el rebrote más representativo de la planta para su respectiva medición.

Las mediciones se realizaron dos veces por mes desde que las plantas fueron establecidas en el área de estudio, durante la primera poda a los seis meses de establecido y durante la segunda poda seis meses después haberse realizado la primera poda. Una vez tomados los datos de campo, se procedió a realizar la base de datos en el programa Excel para luego hacer su debido análisis estadístico entre las variables.

3.6 Variables evaluadas

Se evaluaron las siguientes variables: diámetro en centímetro, altura de rebrotes en metro, número de rebrotes, biomasa comestible en kg, biomasa verde total en kg, biomasa comestible en kg, biomasa seca y sobrevivencia, con el fin de determinar el mejor desempeño en incremento, producción de biomasa y sobrevivencia por especie. En las respectivas mediciones se utilizaron los siguientes equipos de medición: cinta métrica graduada en metro, vernier graduada en centímetro, pesa colgante digital graduada en kilogramos marca T.Scale y cinta biodegradables para el marcado de las plantas seleccionadas.

3.7 Altura total de la planta

Para determinar la altura total de las especies de Marango (*Moringa oleifera* (Lam)) y Leucaena (*Leucana leucocephala* (Lam) de Wit)) se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice. En el caso del Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M) se midió desde el rebrote principal y representativo hasta el ápice. Esta medición fue realizada con cinta métrica.

3.8 Diámetro de la planta

Para la medición del diámetro de las especies de Marango (*Moringa oleifera* (Lam)) y Leucaena (*Leucana leucocephala* (Lam) de Wit)) se utilizó un vernier midiendo a 4 cm del suelo, para Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M) se midió el diámetro del rebrote principal a una altura de 2 cm, el Marango (*Moringa oleifera* (Lam)) presentó rebrotes después haberse realizado la primera poda midiendo el tallo del rebrote. De la especie Leucaena (*Leucana leucocephala* (Lam) de Wit)) no se logró seguir midiendo por su alta mortalidad antes de haberse realizado la primera poda obteniendo resultados nulos de esta especie.

3.9 Biomasa verde total

Se realizó la primera poda a los 6 meses de haberse establecido las plantas en la parcela de estudio ya que se estimó que las plantas alcanzaron un buen desarrollo y una buena producción de biomasa obteniendo altura de 120 cm, la segunda poda se realizó 6 meses después de haber realizado la primera poda. Según (Muñoz y Juárez 2016), para realizar la poda las plantas deben alcanzar una altura mayor a los 100 cm, similar a la del estudio.

Se separó y se pesó el material vegetal en tres componentes tallo, hojas y ápice para Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M) y Marango (*Moringa oleifera* (Lam)). Una vez que se obtuvo el peso verde en kilogramo de la parcela útil de 5.25 m² la cual es el área de aprovechamiento (Figura 4), se extrapolaron a kilogramos por hectárea mediante la ecuación:

$$\text{PV kg/ha} = [\text{PVP kg} \cdot 10000 \text{m}^2] / 5.25 \text{m}^2$$

Dónde:

PVP kg = peso verde de la parcela en kg.

5.25 m² = área evaluada.

3.10 Biomasa seca total

Se tomaron dos muestras de 300 g de la biomasa verde empaquetándola en bolsa de papel crafis para obtener un secado homogéneo por cada uno de los componentes tallo, hojas y ápice por especie, para un total de 600 g por componente. Cada una de las muestras fueron trasladada al Laboratorio de Recursos Naturales donde se secaron en el horno deshidratador durante un periodo de ocho días con un tiempo de 8 horas al día, el horno se apagaba a las 4 pm y se encendía nuevamente al día siguiente con una temperatura de 70 °C hasta obtener un peso seco constante y luego calcular su promedio por componente.

Con el peso seco promedio, que se obtuvo de cada uno de los componentes, se calculó el porcentaje de humedad de cada uno de los componentes, (Walker, 2010).

$$\text{CH\%} = [(\text{Ph}-\text{Ps}) / \text{Ph}] \cdot 100$$

Dónde:

CH% = Contenido de humedad de la muestra en porcentaje.

Ph = peso húmedo de la muestra (kg)

Ps = Peso seco de la muestra (kg)

Una vez calculado el porcentaje de humedad de los componentes por especie se determinó la biomasa seca total contenida en las parcelas, (Domínguez Cabrera *et al.*, 2009).

$$\text{Bsc} = \text{Phc} - [(\text{Phc} \times \text{CH \%}) / 100]$$

Dónde:

Bsc: biomasa seca del componente (kg)

Phc: peso húmedo del componente (kg)

CH%: porcentaje de humedad del componente

3.11 Biomasa verde comestible

La biomasa verde comestible se separó por secciones tallo, hojas y ápice. Para la especie Marango (*Moringa oleifera* (Lam)) no se tomó en cuenta el tallo, debido que este se lignifica y no puede ser consumido por el animal debido a su dureza. En el caso de la especie Leucaena (*Leucana leucocephala* (Lam) de Wit)) no se pudo tomar ninguna muestra ya que esta especie fue atacada fuertemente por dos agentes biológicos, zompopo (*Atta Sp*) e iguana (*Iguana iguana*), la iguana no se pudo controlar por ser una especie considerada en amenaza he incluida en el Apéndice II de la CITES.

Para la especie de Quelite (*Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M) se tomaron en cuenta sus tres componentes (hojas, tallo y ápice), ya que al realizarle podas periódicas el tallo de esta especie permanece succulento y no se lignifica, por ende, el animal puede consumir todo su material siendo aprovechada en su totalidad.

Una vez que se obtuvo el peso verde comestible de la parcela útil (5.25m²), se extrapolo a kilogramos por hectárea.

3.12 Sobrevivencia

La sobrevivencia fue determinada en base a la relación entre el número de plantas sembradas y el número de plantas vivas y encontradas al momento de la primera poda y después de la segunda poda.

Se contabilizó el número de plantas vivas al momento de cada poda, y se estimó el porcentaje mediante la siguiente ecuación (Linares, 2005).

$$\% \text{ Sobrevivencia} = \left[\frac{Pv}{Pv+Pm} \right] * 100$$

Donde:

Pv=Plantas vivas

Pm=Plantas muertas

La evaluación de la sobrevivencia se obtuvo mediante el número de las plantas que sobrevivieron respecto a las plantas efectivamente plantadas. Para su análisis se utilizó las categorías empleadas por, (Centeno, 1993).

Cuadro 1. Categoría para la evaluación de la sobrevivencia de las plantas.

Categoría	Porcentaje de sobrevivencia
Bueno	≥ 80 %
Regular	40 – 80 %
Malo	≤ 40 %

3.13 Recolección de agentes biológicos

Se realizó monitoreo de forma periódica en la etapa de vivero y parcelas, observando las hojas, ápice y tallo de la planta para indagar si se encontraban insectos, para luego proceder a su captura e identificación de los insectos encontrados en las tres especies estudiadas.

Una vez capturados se introdujeron en envase con alcohol al 70% para evitar su escape y descomposición, posteriormente los insectos se llevaron al Laboratorio de Entomología de la UNA, para ser identificados y conocer si perjudicaba o ayudaba a la planta. La identificación se realizó con el apoyo del Lic. Alex Serrato encargado del Laboratorio de Entomología.

3.14 Procesamiento y análisis de datos

La razón del análisis estadístico es para comparar la confiabilidad que aporta cada especie en estudio brindando la viabilidad que requiere para dicho estudio demostrando que si es altamente significativo o no significativo.

Se comprobó si los datos a analizar son normales sometiéndolos a una prueba de Shapiro Wilks, luego se procedió a realizar una prueba de ANOVA para diámetro, altura por especie y entre especie y por último se realizó una prueba de Tukey para probar las diferencias de medias entre altura y diámetro por especie. Este análisis se realizó por medio del programa estadístico InfoStat.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Producción de biomasa

4.1.1 Producción de biomasa verde total

La producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo por especie, fue obtenida de la sumatoria de los tres componentes de la planta podadas (tallo, hojas y ápice).

La mayor producción de biomasa verde total para la primera poda la obtuvo la especie de Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M) con 26,572 kg/ha superior al obtenido por Pineda (2017), que registró 16,000 kg/ha de biomasa verde, la producción supera también a lo obtenido por Moreno (2005) de 3, 358 kg/ha en su primera poda, en condiciones climáticas similares, en la comunidad de Pacora San Francisco Libre.

La producción de biomasa verde del Marango (*Moringa oleifera* (Lam)) fue de 8,952 kg/ha superior al estudio realizado por Meza et al., (2016), que obtuvo un promedio de 7,151 kg/ha en condiciones similares a la del estudio, con temperatura promedio de 27.7°C, pero inferior al estudio de Moreno (2005), que es de 4,413 kg/ha en su primera poda.

La producción de biomasa verde en Leucaena fue nula por su bajo porcentaje de sobrevivencia debido al ataque severo de agentes biológicos principalmente Iguana y Zompopo.

En la segunda poda la mayor producción de biomasa verde total, la obtuvo la especie de Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M) con 62,666 kg/ha, esta vez siendo más del doble que la obtenida en la primera poda, para la segunda poda las plantas tienen 12 meses de establecidas en el ensayo, por ende, un mayor número de rebrotes, mayor y raíces más desarrolladas, lo que conlleva a mayor producción de biomasa. Esta producción supera a la obtenida por Moreno (2005), la cual fue de 25,553 kg/ha.

La producción de biomasa verde de Marango (*Moringa oleífera* (Lam)) fue de 5,350 kg/ha, menor que la obtenida en el estudio realizado por Muñoz, E. y Juárez, D. (2016), con valores que registraron los 523,900 kg/ha a pesar que la mayoría de las especies fueron afectadas por estrés hídrico durante los meses de la época seca con bajas precipitaciones durante los primeros meses del año 2018, (Anexo 1); la producción es también superada por la obtenida en el estudio realizado por Moreno (2005), que fue de 34,873 kg/ha y Leucaena con una nula producción.

Cuadro 2. Producción de biomasa verde total en kg/ha en la primera y segunda poda en Finca las Mercedes, Managua

Especies	Primera poda				Segunda poda			
	Peso en kg/ha				Peso en kg/ha			
	Tallo	Hoja	Ápice	B.V.T	Tallo	Hoja	Ápice	B.V.T
Quelite	15,619	7,143	3,810	26,572	40,571	13,333	8,762	62,666
Marango	6,285	2,286	381	8,952	2,952	2,191	207	5,350
Leucaena	-	-	-	0	-	-	-	0

B.V.T. = Biomasa verde total.

La disminución en la producción de biomasa entre la primera y segunda poda en este estudio para el Marango (*Moringa oleífera* (Lam)), se debió a que la planta pasó por un estrés hídrico y los agentes biológicos continuaron los ataques evitando su vigorosidad y productividad.

4.1.2 Producción de biomasa verde comestible

La producción de biomasa verde comestible para la primera y segunda poda, fue obtenida de la sumatoria de sus tres componentes (hojas, ápices y tallos) para las especies Quelite (*Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M), mientras que para la especie Marango (*Moringa oleífera* (Lam)) solo fueron tomados los componentes hojas y ápice debido a que el tallo de esta especie se lignifica y no puede ser digerido por el animal, mientras que para especie Quelite (*Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M) si puede ser consumido cuando se realizan podas periódicas.

La especie con mayor producción de biomasa verde comestible en la primera poda fue el Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M) con 26,572 kg/ha respectivamente, superior al obtenido por Pineda (2017), que registró 16,000 kg/ha de biomasa comestible, también superando a Moreno (2005), con 9,491 kg/ha. Es importante mencionar que, en la especie de Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M), todos los componentes (tallo, hoja y ápice), son comestibles, debido a que sus tallos son suaves, suculentos y el animal los puede consumir sin ningún problema.

La producción de biomasa verde comestible de la especie Marango (*Moringa oleífera* (Lam)) fue de 2,667 kg/ha inferior que el obtenido por Moreno (2005), que fue de 4,962 kg/ha de biomasa comestible en la primera poda.

En la segunda poda se obtuvieron resultados similares, el Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M) mostró la mayor cantidad de biomasa verde comestible con 62,666 kg/ha, superando a Moreno (2005), con 25,553 kg/ha, también supera al estudio realizado por Molina *et al.* (2003), con 11, 966 kg/ha, esto está relacionado por las características de la especie Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M), que le permiten producir gran cantidad de follaje y mayor número de rebrotes, permitiendo obtener una mayor producción.

La especie Marango obtuvo (*Moringa oleífera* (Lam)) 2,398 kg/ha de biomasa verde comestible en la segunda poda siendo bastante similar a la primera poda, esto debido a que en la segunda poda el Marango (*Moringa oleífera* (Lam)) sufrió mayor mortalidad del 20% provocando su baja producción en la segunda poda. La especie Leucaena no presenta producción debido a la mortalidad.

Cuadro 3. Producción de biomasa verde comestible en kg/ha en la primera y segunda poda en Finca las Mercedes, Managua

Especies	Primera poda				Segunda poda			
	Peso en kg/ha				Peso en kg/ha			
	Tallo	Hoja	Ápice	B.V.C	Tallo	Hoja	Ápice	B.V.C
Quelite	15,619	7,143	3,810	26,572	40,571	13,333	8,762	62,666
Marango	6,285	2,286	381	2,667	2,952	2,191	207	2,398
Leucaena	-	-	-		-	-	-	

B.V.C. Biomasa verde comestible.

4.1.3 Producción de biomasa seca total

Se presenta la producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, para las especies evaluadas en la primera y segunda poda.

La mayor producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo en la primera poda la obtuvo la especie de Quelite (*Cnidioscolus aconitifolium* (Mill) L.M) con 3,954 kg/ha, superior a la obtenida por Moreno (2005) con 1,790 kg/ha en condiciones similares en la comunidad de Pacora San Francisco Libre. Seguido de la especie Marango (*Moringa oleífera* (Lam)) con 2,099 kg/ha menor que lo obtenido por Zurel Pan (2016) con una producción de 9,330 kg/ha en un período de 45 días de producción de biomasa seca con una densidad de siembra de 4, 444 plantas/ha, también inferior a lo obtenido por Moreno (2005), que registró 1,265 kg/ha en su primera poda.

En la segunda poda la mayor producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, la presentó la especie Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M) con 11,505 kg/ha, superior al obtenido por Moreno (2005), la cual fue de 1,265 kg/ha, en este estudio con las mismas especies y densidad de siembra el Quelite mostró los rendimientos más bajos debido a que sufrió el ataque de un hongo (*Puccinia sp*) causando su baja producción en la segunda poda, superando también al estudio hecho por Molina *et al.* (2003), que registro 7,000 kg/ha.

Seguido de la especie Marango (*Moringa oleifera* (Lam)) con 1,263 kg/ha siendo inferior al estudio realizado por Meza et al., (2016) con 1,681 kg/ha, también inferior a lo obtenido por Moreno (2005), que fue de 6,740 kg/ha.

Cuadro 4. Producción de biomasa seca total en kg/ha en la primera y segunda poda en Finca las Mercedes, Managua

Especies	Primera poda				Segunda poda			
	Peso en kg/ha				Peso en kg/ha			
	Tallo	Hoja	Ápice	B.S.T	Tallo	Hoja	Ápice	B.S.T
Quelite	2,030	1,429	495	3,954	7,619	2,266	1,219	11,505
Marango	1,467	537	95	2,099	724	482	57	1,263
Leucaena	-	-	-		-	-	-	

B.S.T. Biomasa seca total.

4.2 Sobrevivencia

Los mayores porcentajes de sobrevivencia a los seis meses de establecido el estudio y al momento de realizarse la primera poda la obtuvo el Quelite, sobreviviendo completamente con un 100% siendo esta mayor que el estudio realizado en San Francisco Libre, Pacora 2005 con un 83% de sobrevivencia, seguido de Marango con un 95% de sobrevivencia menor que el estudio hecho en San Francisco Libre, Pacora 2005 que fue de un 100% y la especie de Leucaena no sobrevivió obteniendo un 0% siendo inferior al estudio realizado en San Francisco Libre, Pacora 2005 que tuvo una sobrevivencia del 100%.

En la segunda poda a los seis meses después de haber realizado la primera poda se obtuvieron datos similares; siendo la especie de Quelite el que presentó un 95% de sobrevivencia, superando al estudio realizado en San Francisco Libre, Pacora 2005 que fue 75% de sobrevivencia al haber realizado su segunda poda, seguido de la especie de Marango 75% inferior al estudio realizado en San Francisco Libre, Pacora 2005 que fue de 98%.

La especie de Leucaena con 0% de sobrevivencia, esto debido a que todas las plántulas una vez establecidas al área de estudio fueron perjudicadas por agentes biológicos principalmente el zompopo (*Atta sp*) e iguana (*Iguana iguana*), estos causaron un daño severo en la plantación provocando su total mortalidad.

Borges (2012), realizó un estudio de la especie Quelite en diferentes condiciones establecidos en el área de estudios, los cuales eran bajo sombra y bajo luz presentando dos etapas con sobrevivencias que corresponden al 30% bajos sombra y 70% bajo luz respectivamente, el cual menciona que la sobrevivencia en promedio no representó ni el 60 %, puede decirse que los datos obtenidos en la Finca Las Mercedes, superan los valores referidos en el estudio por realizado por Borges.

Por lo tanto, se demuestra que la especie de Quelite al presentar el mayor porcentaje de sobrevivencia, presentó el mayor rendimiento de biomasa verde, comestible y seca sumado a sus características fisiológicas que la hacen ser tolerable a la poda por su capacidad de rebrotar.

Cuadro 3. Sobrevivencia en porcentaje para las especies Quelite, Marango y Leucaena luego de establecido el ensayo (1 año en tiempo total de establecido), en Finca las Mercedes, Managua

Especies	Sobrevivencia en %		Categoría
	Primera poda	Segunda poda	
Quelite	100	95	Bueno \geq 80 %
Marango	95	75	Regular 40 – 80 %
Leucaena	0	0	Malo \leq 40 %

4.3 Agentes Biológicos

Durante el período que las plantas estuvieron en la etapa de vivero, fueron atacadas por *Atta sp*, pero esto fue ligero y no perjudicó el crecimiento y desarrollo de las plantas. En el proceso que las plantas fueron trasplantadas y estas comenzaron a establecerse en el terreno, la especie *Leucaena* sufrió un ataque perjudicándola totalmente, atacada principalmente por *Atta sp* e *Iguana iguana* arremetiendo su follaje llevándola a su total mortalidad el 100% de plantas muertas.

En la especie de Quelite se identificaron las siguientes especies *Saissetia sp* encontrado en el tallo, también *Neocepholus sp*, *Erinnyis ello*, *Centrophilum sp*, *Araniella sp*, *Haliphus sp*, estos se encontraron en su mayoría en el follaje de la especie. Ninguno de estos insectos le causaba daño la planta.

En el Marango, el único insecto encontrado fue el *Atta sp*, pero estos causaron un daño mínimo a las plantas permitiendo su crecimiento y desarrollo, pero baja productividad de biomasa durante su segunda poda.

Estudio realizado en Pacora Nicaragua por Juan Moreno en el año 2005 de la especie de Quelite, fue atacada severamente con el hongo *Puccinia sp*, en Finca Las Mercedes no estuvo presente el hongo obteniendo mejor resultado que el estudio anterior.

Cuadro 4. Agentes biológicos localizado en Quelite, Marango y Leucaena, en Finca las Mercedes

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Especie en que se encontró	Etapa en que se encontró	Parte donde se encontró
Lepidóptera	Sphingidae	<i>Erinnyis ello</i>	Gusano cachón	Quelite	Plantación	Follaje
Hymenóptera	Formicidae	<i>Atta sp</i>	Zompopos	Marango Leucaena	Vivero Plantación	Follaje
Squamata	Iguanidae	<i>Iguana iguana</i>	Iguana	Leucaena	Plantación	Follaje Tallo
Orthóptera	Tettigoniidae	<i>Neocepholus sp</i>	Chapulín patón	Quelite	Plantación	Follaje
Orthóptera	Tettigoniidae	<i>Katydid</i> s	Esperancita	Quelite	Plantación	Follaje
Díptera	Dolichopodidae	<i>Condylostylus sp</i>	Mosca de patas larga	Quelite	Plantación	Follaje
Hymenoptera	Halictidae	<i>Halictus sp</i>	Abejorro azulado	Quelite	Plantación	Follaje
Hymenoptera	Braconidae	<i>Chelonus sp</i>	Avispa parasitoide	Quelite	Plantación	Follaje
Araneae	Araneidae	<i>Araniella sp</i>	Araña	Quelite	Plantación	Follaje
Hemiptera	Coccidae	<i>Saissetia sp</i>	Cochinilla	Quelite	Plantación	Follaje Tallo

4.4 Análisis de los parámetros dasométricos de la especie Quelite y Marango

4.4.1 Análisis estadístico del diámetro de Quelite y Marango después de la primera poda

Se sometieron los datos a una prueba de Shapiro Wilks, para comprobar si los datos de incremento en diámetro de los rebrotes de la especie Quelite son normales. Resultando no significativo con $p > 0.05$ para todas las mediciones, por lo tanto, son normales, (Anexo 1).

Como los datos resultaron ser normales se procedió a realizar una prueba de ANOVA de datos pareados. Los resultados en el análisis de varianza a la variable incremento en diámetro después de la primera poda, se aprecian diferencias altamente significativas con $p = 0.0001$, entre los diferentes momentos de medición del diámetro de los rebrotes de la especie Quelite, (Anexo 2).

El análisis de varianza demuestra que después de la primera poda, existen diferencias apreciables en el incremento en diámetro del Quelite teniendo un incremento de 0.17 cm/mes.

La separación de medias de Tukey, detecto tres categorías estadísticas para esta variable después de la primera poda, indicando que existen diferencias estadísticas entre la primera, segunda y cuarta medición del diámetro en la especie Quelite; con medias en las diferentes mediciones de 1.21 cm, 1.39 cm y 1.75 cm, pero no existe diferencia estadística entre la segunda y tercera medición del diámetro con medias de 1.39 cm y 1.49 cm, (Anexo 3).

La especie Marango también se sometió a una prueba de Shapiro Wilks para verificar si los datos en incremento de diámetro de los rebrotes son normales para la primera y última medición del diámetro, dando como resultado no significativo con $p > 0.05$ por lo tanto son normales, (Anexo 4).

De manera que los datos resultaron ser normales se realizó una prueba de análisis de varianza (ANOVA) para datos pareados, apreciando diferencia altamente significativa con $p = 0.0019$ para la primera y última medición por lo tanto son normales, (Anexo 5).

Se demuestra en el análisis de varianza que después de la primera poda constan diferencias consideradas en el aumento en diámetro del Marango obteniendo un aumento de 0.14 cm/mes.

Al realizar la prueba de separación de medias de Tukey se mostraron dos categorías estadísticas después de haberse realizado la primera poda, demostrando que hay diferencias estadísticas solo en la primera medición con 0.66 cm, mientras que en las otras tres mediciones no lo hay, por lo tanto, no existe diferencia estadística entre la segunda, tercera y cuarta medición del diámetro con 1.12 cm, 1.30 cm y 1.32 cm, (Anexo 6).

4.4.2 Análisis estadístico de altura del Quelite y Marango después la primera poda

Se procedió a realizar una prueba de Shapiro Wilks para comprobar si los datos de incremento en altura de los rebrotes son normales para especie Quelite. Resultando no significativo con una $p > 0.05$ para todas las mediciones por lo cual son normales, (Anexo 7).

Se procedió a realizar una prueba de análisis de varianza (ANOVA) de datos pareados ya que los datos resultaron ser normales. Los resultados obtenidos reflejaron un incremento en la altura después de la primera poda, apreciando diferencias altamente significativas con $p = 0.0001$, entre las diferentes mediciones de altura de la especie Quelite, (Anexo 8).

Existen diferencias significativas en el incremento de altura después de la primera poda para la especie Quelite, obteniendo un crecimiento mensual de 29 cm./mes

La prueba de separación de medias Tukey para los incrementos en altura después de la primera poda reflejó tres categorías estadísticas para cada variable, dando como resultado diferencias estadísticas entre la primera, la tercera y la cuarta medición, con diferentes mediciones las cuales son 1.20 cm, 49.90 cm y 106.10 cm, pero no se encuentra diferencias estadística entre la primera y segunda medición, igualmente en la segunda y tercera medición con medias de 19.20 cm y 36.20 cm, 36.20 cm y 49.20 cm respectivamente, (Anexo 9).

Al realizar la prueba de Shapiro Wilks para la altura de la especie Marango para evidenciar si los datos de incremento en altura de los rebrotes son normales, reflejando resultados no significativos con una $p > 0.05$ para la primera y última medición de altura por lo tanto son normales, (Anexo 10).

Sabiendo que los datos son normales se procedió a realizar una prueba de análisis de varianza dando como resultado una diferencia altamente significativa con $p = 0.0002$ entre la primera y última medición de la especie Marango, (Anexo 11).

El análisis de varianza indica que existen diferencias meritorias en la altura de los rebrotes la especie Marango después de la primera poda con un crecimiento de 22 cm por mes.

Se realizó la prueba de separación de medias de Tukey encontrando dos categorías estadísticas para esta variable, habiendo diferencias estadísticas solo en la primera medición con 32.78 cm, mientras que, en la segunda, tercera y cuarta medición no lo hay con mediciones de 87.44 cm, 97 cm y 101.67 cm correspondientemente, (Anexo 12).

4.4.3 Promedio del número de rebrotes de Quelite y Marango después de la primera poda

Desde su siembra por estaca, hasta su primera poda, la especie de Quelite ya venía presentando rebrote significativo. Al realizar el monitoreo con el fin de conocer la cantidad de rebrotes en promedio, dio un resultado de cuatro rebrotes por planta antes de la primera poda. Antes de realizar la segunda poda, el monitoreo registro siete rebrotes, siendo tres más que en la primera poda.

La especie Marango no presentó rebrotes antes de la primera poda ya que su reproducción fue por medio de semillas; sus primeros rebrotes los presentó después de la primera poda dando como resultado un promedio de dos rebrotes por planta.

Cuadro 7. Crecimiento por mes durante la primera y segunda poda.

	Especies	Diámetro	Altura	Número de rebrotes	Tiempo (mes)
I Poda	Quelite	0.10 cm/mes	15.8 cm/mes	4	6
	Marango	0.15 cm/mes	24.5 cm/mes	-	6
	Leucaena	-	-	-	-
II Poda	Quelite	0.17 cm/mes	29 cm/mes	6	12
	Marango	0.14 cm/mes	22 cm/mes	2	12
	Leucaena	-	-	-	-

V. CONCLUSIONES

La especie Quelite fue la que obtuvo la mayor producción de biomasa verde total, biomasa verde comestible y biomasa seca total en las dos podas, seguida de la especie Marango, la especie Leucaena no sobrevivió al ataque severo de plagas; por lo tanto, no se pudo obtener resultados de esta especie.

El máximo porcentaje de sobrevivencia en la primera y la segunda poda lo presentó la especie Quelite con un 100% y 95% y el Marango con 95% y 79% respectivamente.

Los agentes biológicos encontrados en el ensayo no ocasionaron daños que pudieran influir en el desarrollo, producción y calidad de biomasa del Quelite, pero sí daños bajos en la producción de biomasa en la especie Marango y daños severos en la producción de biomasa en la especie Leucaena.

La especie Quelite, debido a sus altos resultados en biomasa verde total, biomasa comestible y biomasa seca total, se puede considerar como una alternativa de alimentación animal en condiciones de trópico seco.

VI. RECOMENDACIONES

- Promover bancos de proteínas con la especie Quelite ya que, según los resultados del estudio, presenta un alto rendimiento en biomasa, proteína, nutriente y además de ser suculento para ganado, tiene mayor tolerancia a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio.
- Realizar estudios en otras zonas con diferentes condiciones edafoclimáticas, utilizando las especies estudiadas para hacer comparaciones de producción de biomasa y adaptabilidad.
- Realizar estudios de seguridad alimentaria para promover la importancia nutricional en el consumo humano de la especie Quelite.
- Hacer monitoreo del sitio donde se establezca el banco de proteína de la especie *Leucaena* para identificar plaga como el zompopo (*Atta sp*) e iguana (*Iguana iguana*) las cuales afectaron severamente y así tomar las precauciones necesarias.

VII. LITERATURA CITADA

- ACCIONA. (s.f.)** ¿Qué es el cambio climático? [Mensaje en un blog]. Recuperado de: <https://www.accionacom.com/es/cambio-climatico/>
- Benavidez, J. (1999).** Árboles y arbustos forrajeros: Una alternativa agroforestal para la ganadería. En *Agroforestería para la producción animal en América Latina*, FAO (pp. 449-491). Recuperado de <http://www.fao.org/3/x1213s/x1213s12.pdf>
- Borges, Y. (2012).** *Cultivo de chaya (Cnidoscolus chayamansa) en traspatio* (tesis de licenciatura). Recuperado de <http://192.100.164.54/S/SB300.B67.2012-%2064979.pdf>
- Camero, A., Ibrahim, M. (octubre, 1995)** Bancos de proteínas de Poró (*Erythrina berteroana*) y Madero negro (*Gliricidia sepium*). *Agroforestería en las Américas*, 2(8). Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-x6307s.pdf>
- Centeno; M. (1993).** Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua (Tesis de ingeniería). Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/877/1/tnk10c397.pdf>
- Domínguez Cabrera, G, O. Aguirre Calderón, J. Jiménez Pérez, R. Rodríguez Laguna y Díaz Balderas J.A. (febrero, 2009).** Biomasa aérea y factores de expansión de especies arbóreas en bosques del sur de Nuevo León. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 15 (1). Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v15n1/v15n1a7.pdf>
- Foro nuclear. (s.f.).** Biomasa: Aspectos generales [Documento en un foro]. Recuperado de: <http://www.rinconeducativo.org/es/recursos-educativos/biomasa-aspectos-generales>

García, S. (s.f). Centrales termoeléctricas de biomasa [Documento en un blog]. Recuperado de: <http://www.plantasdebiomasa.net/que-es-la-biomasa.html>

Instituto Nacional de Estudio Territoriales. (2005). Clasificación Climática según Koppen. Periodo 1971-2000 [Mapa climático]. Recuperado de https://webserver2.ineter.gob.ni/geofisica/mapas/Nicaragua/clima/atlas/Clasificacion%20Climatica/Clasificacion_Climatica_Koppen.jpg

Linares, E. (2005). Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales. Ed. MINAG. 94 p. (Instrucción Técnica 6).

López, D. F. (2000). *Estudio de tratamientos pre-germinativos, crecimiento y rendimiento de Ochroma lagopus Sw. a nivel de vivero y plantación* (tesis de ingeniería). Recuperada de: <http://repositorio.una.edu.ni/965/1/tnf62l864.pdf>

Meza, Z, Olivares, E, Gutiérrez, E, y Carranza, R. (noviembre, 2016). Crecimiento y producción de biomasa de moringa (*Moringa oleífera Lam.*) bajo las condiciones climáticas del noreste de México. TECNOCENCIA Chihuahua,10(3). Recuperado de: <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/documents/2017augcrecimientoyproducciondebiomasademoringamoringaoleiferalambajolascondicionesclimaticasdelnore.pdf>

Ministerio de Sanidad y Consumo. (2001). Agentes biológicos. Recuperado de: https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/agentes_biologicos.pdf

- Molina, A. Cifuentes, R. Arias, C. Gomes, E., y Castillo, L. (marzo, 2003).** Evaluación de cuatro selecciones de chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*; *Euphorbiaceae*) dos niveles de defoliación en cuatro regiones de Guatemala, y aceptabilidad de sus hojas y cogollo en humanos (Proyecto FODECYT No. 45-99). Recuperado de <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%201999.45.pdf>
- Moreno, J. (2005, junio).** *Evaluación de la producción de forraje de Moringa oleífera (Lam, Cnidoscolus aconitifolium (Mill) L.M. Johnst y Leucaena leucocephala (Lam) de Wit, para banco proteico en Pacora, San Francisco Libre, Managua* (Tesis de ingeniería). UNA, Managua. Recuperado de: <http://repositorio.una.edu.ni/1063/1/tnl02m843.pdf>
- Muñoz S., E. M., Juárez D., D.M. (2016).** *Producción de forraje de dos especies Marango (Moringa oleífera Lam.) y Leucaena (Leucaena leucocephala Lam De Wit.), en un sistema de cercas vivas durante la época seca en la finca santa rosa* (tesis de ingeniería). UNA, Managua. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3390/1/tnk10m971.pdf>
- Pineda, O. (mayo, 2017).** La Chaya (*Cnidoscolus aconitifolium*), un recurso forrajero no tradicional propio de la región tropical del país. Lechería. Recuperado de: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/chaya-cnidoscolus-aconitifolium-recurso-t40133.htm>
- Ramírez, D.; Ordaz, J. L.; Mora, J.; Acosta, A. y Serna, B. (2010).** Efectos del cambio climático sobre la agricultura. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/25925/1/lcmexl964.pdf>
- Raun, N.S. (1982).** The emerging role of goats in world food production. In International Conference of Goat Production and Disease, 3ra. Tucson, Ariz., EE.UU. Proceedings. Dairy Goat Journal, 133-141 pp.

Secretaria de Energía. (2008). Energías Renovables-Energía Biomasa. Recuperado de:
http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_biomasa.pdf

Villanueva, E. (1990). *Los suelos de la Finca las Mercedes y las propiedades más Relevante para planear su uso y manejo. Managua, Nicaragua* (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional Agraria, Managua. Recuperado de:
<http://repositorio.una.edu.ni/2589/1/tnp33v718.pdf>

Walker, J.C.F. (2010). Primary wood processing principles and practice. Springer: 1 ed.

Zurel, M., García P. (2016). *Evaluación de especies arbustivas forrajeras con potencial para el diseño de estrategias de adaptación de los sistemas de producción ganadera al cambio climático en ecosistemas de bosque húmedo tropical* (tesis ingeniería). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. Recuperado de
http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/20808/13101046_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Parámetro: Precipitación (mm)

Estación: AEROPUERTO INTERNACIONAL 2018

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Precipitaciones mm	0.4	12.3	0.0	29.8	128.6	121.4

Anexo 2. Prueba de Shapiro Wilks para el diámetro de la especie Quelite.

Medición	Media	Desviación Estándar	W*	Prueba Unilateral
Diámetro 1	1.21	0.12	0.96	0.8668
Diámetro 2	1.39	0.13	0.94	0.6834
Diámetro 3	1.49	0.13	0.92	0.5181
Diámetro 4	1.75	0.17	0.97	0.8941

Anexo 3. Prueba de análisis de varianza (ANOAVA) para el incremento en diámetro del Quelite.

F.V	S.C	CM	F	P. Valor
Diámetro	1.34	0.45	23.16	0.0001

Anexo 4. Prueba de separación de media de Tukey para el incremento en diámetro del Quelite.

Medición	Media	Separación de media
Diámetro 1	1.21	A
Diámetro 2	1.39	B
Diámetro 3	1.49	B
Diámetro 4	1.75	C

Anexo 5. Prueba de Shapiro Wilks para el diámetro para la especie Marango.

Medición	Media	Desviación Estándar	W*	Prueba Unilateral
Diámetro 1	0.88	0.16	0.92	0.49
Diámetro 4	1.47	0.51	0.85	0.10

Anexo 6. Prueba de análisis de varianza (ANOAVA) para el incremento en diámetro del Marango.

F.V	S.C	CM	F	P. Valor
Diámetro	1.25	0.26	64	0.0019

Anexo 7. Prueba de separación de media de Tukey para el incremento en diámetro del Marango.

Medición	Media	Separación de media
Diámetro 1	0.66	A
Diámetro 2	1.12	B
Diámetro 3	1.30	B
Diámetro 4	1.32	B

Anexo 8. Prueba de Shapiro Wilks para la altura de la especie Quelite.

Medición	Media	Desviación Estándar	W*	Prueba Unilateral
Altura 1	19.20	5.45	0.84	0.0760
Altura 2	36.20	6.53	0.92	0.4783
Altura 3	49.90	8.17	0.94	0.6708
Altura 4	106.10	28.68	0.76	0.0040

Anexo 9. Prueba de análisis de varianza (ANOAVA) para el incremento en altura del Quelite.

F.V	S.C	CM	F	P. Valor
Altura	42,538.10	14,179.37	58.99	0.0001

Anexo 10. Prueba de separación de media de Tukey para el incremento en altura del Quelite.

Medición	Media	Separación de media
Altura 1	19.20	A
Altura 2	36.20	A B
Altura 3	49.90	B
Altura 4	106.10	C

Anexo 11. Prueba de Shapiro Wilks para la altura de la especie Marango.

Medición	Media	Desviación Estándar	W*	Prueba Unilateral
Altura Total	66.56	45.53	0.91	0.1830

Anexo 12. Prueba de análisis de varianza (ANOVA) para el incremento en altura del Marango.

F.V	S.C	CM	F	P. Valor
Altura	20,536	20,536	22.34	0.0002

Anexo 13. Prueba de separación de media de Tukey para el incremento en altura del Marango.

Medición	Media	Separación de media
Altura 1	32.78	A
Altura 2	87.44	B
Altura 3	97	B
Altura 4	101.67	C

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Biomasa

La biomasa es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente. Las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis, y parte de esta energía queda almacenada en forma de materia orgánica García, S. (s.f.).

Biomasa verde

La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis vegetal que a su vez es desencadenante de la cadena biológica. Mediante la fotosíntesis las plantas que contienen clorofila, transforman el dióxido de carbono y el agua, productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y a su vez sirven de alimento a otros seres vivos (Foro nuclear. (s.f.)).

Biomasa seca

Aquella que puede obtenerse en forma natural con un tenor de humedad menor al 60%, como la leña, paja, etc. Este tipo se presta mejor a ser utilizada energéticamente mediante procesos termoquímicos o fisicoquímicos, que producen directamente energía térmica o productos secundarios en la forma de combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. (Secretaría de Energía. 2008)

Cambio climático

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. Es debido a causas naturales y también a la acción del hombre y se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc. (ACCIONA. (s.f.))

Sobrevivencia

Esta variable se determina realizando la relación entre plantas vivas y muertas, entre el número de plantas establecidas. (López 2000).

Agentes biológicos

Microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares, hongos y endoparásitos, susceptibles de originar cualquier tipo de daño y/o muerte a los seres vivos. (Modificado de Ministerio de Sanidad y Consumo, 2001).

Bancos de proteína

Se denomina bancos de proteína a la siembra de especies herbáceas o de árboles y arbustos con follaje de alto contenido proteico, dispuestos en arreglos de altas densidades de plantas que pueden ser cosechados y llevados a los animales en un sistema de corte y acarreo o que pueden ser pastoreados directamente (Camero 1995).



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AGRARIA