

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE



TRABAJO DE DIPLOMA

Evaluación de la producción de forraje de *Moringa oleífera* (Lam), *Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M. *Johnst* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de wit, para banco proteico en Pacora, San Francisco Libre, Managua.

Autor:

Br. Juan Carlos Moreno López

Asesor. Ing. Olman José Narvárez Espinoza

**Managua – Nicaragua
Junio, 2005**

INDICE GENERAL

Contenido	Pág.
INDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	vi
DEDICATORIA.....	x
AGRADECIMIENTOS.....	xi
SUMMARY.....	xii
RESUMEN.....	xiii
I INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	3
Objetivo General.....	3
Objetivos Específicos.....	3
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Árboles y arbustos como fuente de alimentación para ganado	4
2.2 Banco forrajero.....	4
2.3 Establecimiento de un banco forrajero.....	5
2.3.1 Selección de especies.....	5
2.3.2 Dónde establecer un banco forrajero.....	5
2.3.3. Arreglo espacial.....	6
2.3.4 Técnicas de siembra.....	6
2.4 Manejo de un banco forrajero.....	6
2.4.1 Fertilización.....	6
2.4.2 Defoliación.....	6
2.4.3 Altura de efectuar las podas.....	7
2.5 Biomasa.....	8
2.5.1 Biomasa comestible.....	8

2.5.2 Producción de biomasa seca.....	8
2.5.3 Métodos de estimación de biomasa.....	9
2.5.1 Método directo.....	9
2.5.2 Método indirecto.....	9
2.6 Supervivencia.....	10
2.7 Origen y distribución botánica de las especies.....	10
2.7.1 Marango (<i>Moringa oleífera</i>) Lam.....	10
2.7.1.1 Condiciones del cultivo.....	11
2.7.1.2 Uso forrajero.....	12
2.7.1.2 Otros usos.....	12
2.7.1.3 Valor nutricional.....	13
2.8.2 Quelite (<i>Cnidocolus aconitifolium</i> (Mill) L.M. Johnst).....	13
2.8.2.1 Valor nutricional del Quelite.....	14
2.9 Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>) (Lam) de Wit.....	14
2.9.1 Origen y distribución botánica de la especie.....	14
2.9.2 Requerimientos ambientales.....	15
2.9.3 Usos de Leucaena.....	15
2.9.4 Uso forrajero.....	16
2.9.5 Valor nutricional de la Leucaena.....	16
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Descripción y ubicación del área de estudio.....	17
3.2. Servicios públicos e infraestructura.....	17
3.3 Clima.....	19
3.4 Suelos.....	19
3.5 Principales problemas y limitaciones de la finca.....	19
3.6 Descripción del experimento.....	20
3.7 Obtención del material vegetativo.....	22
3.8 Transporte y plantación de las especies en la finca.....	22
3.9 Preparación del suelo y siembra.....	23
3.10 Variables a evaluar.....	23

3.10.1	Altura total de la planta.....	23
3.10.2	Diámetro de la planta.....	23
3.10.3	Biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo.....	23
3.10.4	Biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo.....	24
3.10.5	Biomasa verde comestible.....	25
3.10.6	Biomasa seca comestible.....	25
3.10.7	Sobrevivencia.....	26
3.10.8	Recolección agentes biológicos (insectos).....	26
3.11	Altura a efectuar las podas.....	26
3.12	Secciones consideradas para el cálculo de biomasa.....	26
3.13	Análisis estadísticos.....	27
3.13.1	Análisis de varianza.....	27
IV	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1	Producción de biomasa.....	28
4.1.1	Producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo.....	28
4.1.2	Producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo.....	29
4.1.2	Producción de biomasa verde comestible.....	31
4.1.3	Producción de biomasa seca comestible.....	33
4.2	Sobrevivencia.....	34
4.3	Agentes biológicos que afectan a las especies, Marango, Quelite y Leucaena en Pacora, San Francisco Libre.....	36
V	CONCLUSIONES.....	37
VI	RECOMENDACIONES.....	38
VII	BIBLIOGRAFIA.....	39

VIII ANEXOS.....

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo en Kg/ha en la primera y segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	28
2	Producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo en Kg/ha en la primera y segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	30
3	Producción de biomasa verde comestible en Kg/ha en la primera y segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	32
4	Producción de biomasa seca comestible en Kg/ha en la primera y segunda poda en Pacora San Francisco Libre.....	33
5	Porcentaje de sobrevivencia para las especies Marango, Quelite y Leucaena a los siete meses de establecido el ensayo y al año de establecido, en Pacora, San Francisco Libre.....	35
6	Agentes biológicos que afectaron a las especies Marango, Quelite y Leucaena, en Pacora, San Francisco Libre.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Localización del área de estudio.....	18
2	Diseño y ubicación del ensayo en el campo.....	21

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Pág.
1A	Análisis de varianza para la variable producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo en la primera poda en Pacora San Francisco Libre.....	42
2A	Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo en la primera poda en Pacora, San Francisco Libre.....	42
3A	Análisis de varianza para la variable producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	42
4A	Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	43
5A	Análisis de varianza para la variable producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo en la primera poda en Pacora, San Francisco Libre.....	43
6A	Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo en la primera poda en Pacora, San Francisco Libre.....	43
7A	Análisis de varianza para la variable producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	43
8A	Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	44
9A	Análisis de varianza para la variable producción de biomasa verde comestible en la primera poda en Pacora, San Francisco libre.....	44
10A	Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa verde comestible en la primera poda en Pacora, San Francisco libre.....	44
1B	Análisis de varianza para la variable producción de biomasa verde comestible en la segunda poda en Pacora San Francisco Libre.....	44

2B	Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa verde comestible en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	45
3B	Análisis de varianza para la variable producción de biomasa seca comestible en la primera poda en Pacora, San Francisco Libre.....	45
4B	Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa seca comestible en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	45
5B	Análisis de varianza para la variable producción de biomasa seca comestible en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	45
6B	Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa seca comestible en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	46
7B	Análisis de varianza para la variable sobrevivencia en la primera poda para las especies evaluadas en Pacora, San Francisco Libre.....	46
8B	Análisis de varianza para la variable sobrevivencia en la segunda poda para las especies evaluadas en Pacora San Francisco Libre.....	46
9B	Correlaciones para la variable diámetro versus variables producción de biomasa para las especies evaluadas.....	46
10B	Correlaciones para la especie Marango.....	48
1C	Coeficientes de correlación para las variables evaluadas en la primera poda, para la especie Marango.....	48
2C	Coeficientes de correlación para las variables evaluadas en la segunda poda, para la especie Marango.....	48
3C	Correlaciones para la especie Quelite.....	48
4C	Coeficientes de correlación para las variables evaluadas en la primera poda, para la especie Quelite.....	49
5C	Coeficientes de correlación para las variables evaluadas, en la segunda poda, para la especie Quelite.....	59
6C	Correlaciones para la especie Leucaena.....	59

7C	Coeficientes de correlación para las variables evaluadas, en la primera poda, para la especie Leucaena.....	50
8C	Coeficientes de correlación para las variables evaluadas en la segunda poda para la especie Leucaena.....	50
9C	Modelos estadísticos de estimación y predicción preliminar de biomasa (regresión lineal).....	50
10C	Modelos estadísticos para la especie Marango.....	51
1D	Modelos estadísticos para la especie Quelite.....	51
2D	Modelos estadísticos para la especie Leucaena.....	51
3D	Crecimiento en diámetro y altura (cm) de las especies evaluadas al realizar la primera y segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.....	52

DEDICATORIA

A Dios

Por darme la oportunidad de vivir, culminar mis estudios y caminar conmigo en todos los momentos

A mis padres

Catalina López Benavides
Juan Ramón Moreno Talavera

Por traerme al mundo, enseñarme la decencia e inducirme a lo correcto, estar conmigo siempre, por haber sacrificado su vida para mi educación, por haber depositado toda su confianza en mí y ser padres ejemplares

A mis hermanos

Wilfredo, Ileana, Sandra,
Ricardo y Juan José q.e.p.d.

Por estar conmigo siempre en los momentos más difíciles y hacer suyos mis problemas

Juan Carlos Moreno López

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto UNA-FUNICA/PACORA por haber financiado este trabajo de tesis.

Al ing. Olman Narváez Espinoza por su asesoría en este trabajo.

Al Dr. Emilio Pérez Castellón por darme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación y aportar sus conocimientos en la realización de esta.

Al Ing. Álvaro Benavides por su valiosa ayuda en la parte de estadística.

Al ing. Juan José Membreño, por sus aportes y consejos en la realización de este trabajo.

A Cornelia Palacios Tinoco por prestar el apoyo y su tiempo al momento de hacer uso del laboratorio.

A Alex Serrato, entomólogo de la UNA, por apoyarme en la identificación de los insectos encontrados en el ensayo.

Al señor Alfredo Rojas, productor de la Comunidad Pacora por facilitar su finca para el establecimiento del ensayo y prestar sus cuidados a este.

A los demás productores de la comunidad Pacora involucrados en el proyecto UNA-FUNICA/PACORA.

A la dirección de servicios estudiantiles, por su apoyo incondicional durante toda mi carrera.

A mis compañeros de estudios José Santos, Grethel, Marlon, Francis, Mauricio, Fadir, Fidel, José María y a todos los docentes y demás personas que colaboraron con la culminación de este trabajo.

Juan Carlos Moreno López

SUMMARY

This study was carried out in Pacora, San Francisco Libre, Managua. The purpose consisting in evaluating the production of edible biomass and the survival of the species: Marango (*Moringa oleífera*) Lam, Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M.Johnst y Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de wit). The field design was simple plots.

The analysis of variance made to the variables ($P < 0.05$) showed significative and high significance differences.

The higher production of total fresh biomass in the first and second pruning was Marango (15,991 Kg/ha and 34,873 Kg/ha). Also this specie showed the higher production of total dry biomass (4,181 Kg/ha) in the first pruning but it was overcome by Leucaena (6,782 Kg/ha) in the second pruning.

The higher fresh edible biomass production during the first and second pruning was Quelite (9,491Kg/ha and 25,553Kg/ha). The species also showed the higher yielding in dry biomass in the first pruning (1,790 Kg/ha) and second pruning (5,817 Kg/ha).

The higher survival percentage during the first pruning (7 months) was Leucaena heving 100% and also was the five months later.

The biological agents (insects) found in the rehearsal they didn't cause damages to the plants that could incur in the production and the quality of the biomass obtained in the study.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la comunidad de Pacora San Francisco Libre, Managua. El objetivo de este fue evaluar la producción de biomasa comestible para la alimentación de ganado menor, y evaluar la sobrevivencia para cada especie, las especies utilizadas en el ensayo fueron: Marango (*Moringa oleifera*) Lam, Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M.Johnst) y Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de wit). Se utilizó un diseño de parcelas simples.

En el análisis de varianza realizado a las variables evaluadas con ($P < 0.05$) se encontraron diferencias significativas y altamente significativas.

La mayor producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo la obtuvo la especie *Moringa oleifera* (Lam) con 15,991Kg/ha en la primera poda y en la segunda poda con 34,873Kg/ha. Esta misma especie mostró los mejores rendimientos de biomasa seca total en la primera poda con, 4,181Kg/ha pero en la segunda poda fue superada por la especie *Leucaena leucocephala* (Lam) de wit con 6,782Kg/ha.

La mayor producción de biomasa verde comestible en la primera poda la obtuvo la especie Quelite con 9,491Kg/ha y en la segunda poda con 25,553Kg/ha, Esta misma especie mostró los mayores rendimientos en biomasa seca comestible con 1,790Kg/ha en la primera poda y 5,817Kg/ha en la segunda poda.

Los mayores porcentajes de sobrevivencia (100%), en la primera poda (7 meses de establecido el ensayo) fueron obtenidos por la especie *Leucaena leucocephala* (Lam) de wit, (100%). Cinco meses después, esta misma especie mostró rendimientos de 100% de sobrevivencia.

Los agentes biológicos (insectos) encontrados en el ensayo no ocasionaron daños a las plantas que pudieran incurrir en la producción y la calidad de la biomasa obtenida en el estudio.

I. INTRODUCCIÓN

América Central es un área privilegiada en cuanto a la diversidad de plantas leñosas perennes con potencial alimenticio para animales, sin embargo es solo hasta hace poco mas de una década que en esta región se hace un esfuerzo para un estudio sistemático de la calidad nutritiva, el manejo agronómico y el potencial de incorporación de estos forrajes en la dieta de animales, como una forma de intensificación de la alimentación animal basada en forrajes (Pezo, D.1998).

En los últimos años se ha investigado sobre el cultivo de especies leñosas (leguminosas y no leguminosas) en bloques compactos y de alta densidad, con el fin de maximizar la producción de fitomasa para suplementar la alimentación animal en diferentes sistemas de producción.

El uso de follaje de árboles y arbustos para alimentar rumiantes es una práctica conocida por los productores en América Central desde hace siglos, de tal manera que el conocimiento local de los productores es de mucha importancia para la sistematización de investigación en leñosas forrajeras (Pezo, D.1998).

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 ecosistemas semi áridos y sub húmedos donde hacen mayor contribución en la dieta en el período seco. En términos generales, la biomasa comestible de las leñosas perennes en especial las leguminosas es rica en proteína cruda, vitaminas y la mayoría de los minerales, excepto el sodio (Torres, 1978, citado por Pezo, D.1998).

La proteína cruda del follaje de las leñosas perennes es de menor calidad que la de los suplementos proteicos tradicionales (harina de soya y harina de pescado), pero superior a las fuentes de nitrógeno no proteico como la urea. Por ello, en los estudios con bovinos se ha detectado mayor producción de leche y ganancia de peso con las fuentes proteicas tradicionales, pero el beneficio económico siempre ha sido mayor con el uso del follaje de leñosas perennes.

En la comunidad de Pacora, los habitantes han utilizado tradicionalmente la crianza de ganado menor (cerdos, cabras, gallinas, patos, Peligüey y otros) para satisfacer en cierta medida sus necesidades alimenticias y económicas por la pobreza que caracteriza la comunidad.

La falta de conocimientos técnicos sobre especies leñosas para la alimentación animal hacen que la producción sea totalmente inadecuada tanto del punto de vista nutritivo como económico.

Una de las alternativas al problema de la alimentación de ganado menor es el uso de especies forrajeras las cuales han demostrado tener buena calidad y poseen características adecuadas para la alimentación de ganado menor, entre estas propiedades tenemos: son nutritivas, alta digestibilidad y agradable para los animales, algunas de estas especies podemos mencionar el Marango (*Moringa oleífera*) Lam, Quelite (*Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M Johnst) y Leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit), por lo que se hace necesario realizar un estudio preliminar de dichas especies en la producción de biomasa comestible, biomasa tota, sobrevivencia y agentes biológicos (insectos), en condiciones climáticas y edafológicas de la zona de estudio.

OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la cantidad de biomasa que se produce al realizar dos podas y la sobrevivencia en las especies de *Moringa oleífera* (Lam), *Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M Johnst, y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, en Pacora, San Francisco Libre.

Objetivos Específicos

Determinar cual de las tres especies *Moringa oleífera* (Lam), *Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M Johnst y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, produce mayor cantidad de biomasa total y biomasa comestible en Pacora, San Francisco Libre.

Determinar la sobrevivencia de las especies *Moringa oleífera* (Lam), *Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M Johnst y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, en un año de establecido, en Pacora, San Francisco Libre.

Identificar los agentes biológicos que afectan a las especies de *Moringa oleífera* (Lam), *Cnidocolus aconitifolium* (Mill) L.M Johnst, y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit, en Pacora, San Francisco Libre

II- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Árboles y arbustos como fuente de alimentación para ganado

Numerosas especies botánicas reúnen características de calidad nutritiva, disponibilidad de producción de biomasa y de versatilidad agronómica que presentan un excelente potencial para mejorar la calidad alimentaria de la dietas de los animales, producir forraje durante la época seca y con ello disminuir la penuria nutritiva al decaer la producción de forrajes adicionales, adaptarse a diversas condiciones ecológicas diferentes de manejo y limitaciones de áreas y propiciar una mayor sostenibilidad de producción de forrajes de época de competencia con otras actividades agrícolas (Benavides, 1994).

El contenido de proteína cruda del follaje de árboles y arbustos generalmente duplica al de los pastos y en numerosos casos el contenido energético es también superior. Esto permite que el material pueda utilizarse con éxito para mejorar la calidad nutritiva de las dietas basadas en los pastos (Benavides, 1994).

Numerosas especies de árboles especialmente leguminosas son tolerante a la poda y pueden producir niveles de biomasa comestible y son fácilmente manejables desde el punto de vista agronómico. Cuando el ganado sufre penuria nutricional, los árboles pueden producir cantidades adecuadas de forraje que contrarrestan a la disminución brusca de la producción de pastos siendo su producción mas sostenida (Benavides, 1994).

2.2. Banco forrajero

Son áreas en las cuales las leñosas perennes y las forrajeras herbáceas se cultivan en bloques compactos y a alta densidad, con miras a maximizar la producción de fitomasa de buena calidad nutritiva. Por otro lado el follaje de las forrajeras sembradas en este sistema presenta niveles altos de energía digerible (Pezo, D. 1998).

2.3. Establecimiento de un banco forrajero

2.3.1. Selección de especies

Para los bancos forrajeros de leñosas se prefieren especies capaces de resistir un régimen de poda o defoliaciones frecuentes e intensas, que muestren una alta capacidad de rebrote y presenten una alta proporción de hojas con una alta calidad nutritiva aceptable (Ivory, 1990 citado por Pezo, D. 1998).

Entre las leñosas perennes con potencial de ser utilizadas en bancos de proteínas en trópico húmedo destacan varias especies de Poro (*Erythrina fusca*, *Erythrina berteroana*, *Erythrina coccleata* y *Erythrina poeppigiana*), Madero negro, (*Gliricidia sepium*) y Amapola (*Malvaviscos arbóreas*) (Romero, et al., 1993, Oviedo, et al., 1994, López, et al., 1994, citado por Pezo, D. 1998)

2.3.2. Dónde establecer un banco forrajero

La determinación de donde ubicar un banco forrajero estará en función no solo de las características agroecológicas del sitio, sino también de la forma de cómo se pretende utilizar, si el banco forrajero va a ser utilizado como corte y acarreo, se recomienda establecerlo cerca de las áreas donde se suplementan los animales para así reducir los costos y el tiempo de acarreo del follaje (Oviedo, et al., 1994, citado por Pezo, D. 1998).

Para bancos forrajeros que van a ser utilizados como pastoreo deberá buscarse terrenos adyacentes al pastoreo que se pretende suplementar, ya que la ocupación de los bancos es generalmente por unas pocas horas al día (Humphreys, 1991, Mascary, et al., 1993, citado por Pezo, D. 1998).

En algunos casos los bancos están dentro de un potrero de gramíneas, cubriendo hasta un 20 a 25 % de la superficie del mismo (Paterson, 1982, citado por Pezo, D. 1998).

2.3.3. Arreglo espacial

Cuando los bancos van a ser manejados bajo corte y acarreo se recomienda establecer leñosas a distanciamiento relativamente cortos, como de 0.8-1.0 x 0.25-0.5m (Romero, *et al.*, 1993, citado por Pezo, 1998).

2.3.4. Técnicas de siembra

Para la mayoría de las especies y en particular para zonas en que se presenta un período de sequía definido, es más conveniente la siembra mediante semillas, pues ellas dan origen a plantas con sistemas radiculares más profundos. Es recomendable trabajar previamente en la producción de plántones al nivel de viveros aún cuando ello signifique un costo más alto por planta sembrada, puede significar un menor costo por planta adulta al asegurarse la sobrevivencia de un mayor número de plantas (Pound y Martínez, 1995, Ivory, 1990, citado por Pezo, D. 1998).

2.4. Manejo de un banco forrajero

2.4.1 Fertilización

Las leñosas perennes pueden encontrarse en una gran diversidad de suelos, muchas de ellas pueden crecer en suelos de fertilidad moderadamente bajas, sin embargo independientemente de los mecanismos que tengan estas especies para adaptarse a esas condiciones de suelo, si se cultivan en bancos forrajeros requieren de fertilización. La alta población de plantas que caracterizan los bancos forrajeros, crea condiciones de fuertes competencias por nutrientes disponibles en el suelo (Pezo, *et al.*, 1993, citado por Pezo, D. 1998).

2.4.2. Defoliación

La defoliación que sufren los bancos forrajeros manejados bajo corte es diferente a la ejercida por los animales en pastoreo o ramoneo. Por lo general en sistemas

de corte o podas hay eliminación total de follaje (Hojas y tallos), que esta por encima de una altura dada, en cambio cuando los animales defolian directamente tienden a seleccionar las hojas lo cual resulta en una menor intensidad efectiva de defoliación (Stür, *et al.*, 1994, citado por Pezo, D. 1998).

Un aspecto importante en el manejo de bancos forrajeros es al momento de efectuar la primera defoliación, pues ella afectara el engrosamiento de los tallos y el desarrollo radicular, esto a su vez influirá sobre la capacidad de rebrote luego de una defoliación (Ella, *et al.*, 1991, citado por Pezo, D. 1998).

En la mayoría de las leñosas perennes se recomienda efectuar la primera defoliación cuando las plantas han alcanzado de 1.0 a 1.5m de altura (Pezo, *et al.*, 1993, citado por Pezo, D. 1998).

2.4.3. Altura de efectuar las podas

La mayoría de los estudios realizados por (Blari, *et al.*, 1990, citado por Pezo, D. 1998), indican que una mayor altura dentro de ciertos límites favorece la velocidad de rebrote, sin embargo es difícil hacer una recomendación general sobre la altura optima de poda para diferentes especies, para ello es necesario tomar algunos principios básicos:

- Cuando la defoliación es muy intensa, el rebrote es fuertemente dependiente de las reservas orgánicas, una parte importante de las cuales se encuentra almacenada en las proporciones basales del tallo. (Pezo, *et al.*, 1993, citado por Pezo, D. 1998).
- Para que produzca un rebrote vigoroso debe haber más de un número importante de yemas en el material remanente luego de la poda (Stür, *et al.*, 1994, citado por Pezo, D. 1998).
- Es conveniente dejar algo de área foliar luego de la poda pues ello favorecerá la velocidad del rebrote, ya que el crecimiento va a depender mas tempranamente de los productos de la fotosíntesis (Stür, *et al.*, 1994, citado por Pezo, D. 1998).

- Si se prolongan los intervalos entre defoliaciones puede hacerse una defoliación más intensa, es decir dejando una menor cantidad de biomasa remanente luego de una poda pues ello permitirá que las reservas utilizadas para el rebrote sean fácilmente recuperadas (Mochiutt, 1995, citado por Pezo, D. 1998).

2.5. Biomasa

Se define como la masa de todos los tejidos vivos de una planta, en forestaría se refiere a la biomasa del tronco, ramas y follaje (MARENA, 2002)

2.5.1. Biomasa comestible

La biomasa comestible se refiere a la parte de la biomasa palatable para los animales o sea hojas, tallos tiernos y frutos (MARENA, 2002).

2.5.2. Producción de biomasa seca

La productividad puede estudiarse desde distintos niveles, en primer lugar puede estudiarse desde ambientes específicos, que tratándose de superficies terrestres corresponde a una evaluación de clima y de suelos. Por lo tanto en sentido estrictamente ecológico, la productividad puede definirse como la producción de materia seca en kilogramos por unidad de área por año. Se utiliza la materia seca, que es el peso de la materia orgánica sin su contenido normal de agua, para eliminar la excesiva variabilidad de contenido acuoso en las diferentes especies y en los diversos tejidos.

La productividad en materia seca puede ser la mejor medida de la productividad ambiental, pero es muy diferente de la productividad económica, la cual se basa en el valor que tiene el producto para el hombre y también es diferente de la productividad alimenticia, que constituye solo el valor económico de una porción del producto (Holdridge, 1987, citado por Téllez, 1998)

2.5.3. Métodos de estimación de biomasa

El contenido de biomasa aérea puede ser estimado a través de métodos directos e indirectos:

2.5.1. Método directo

Consiste en seleccionar un árbol, medir sus dimensiones básicas, cortarlo y determinar la biomasa a través del peso directo de cada uno de sus componentes (raíces, fuste, ramas y follaje (Ortiz, 1993, citado por Gómez, 1998).

2.5.2. Método indirecto

Consiste en tomar muestras de madera del fuste y ramas para ser pesadas en el campo para que no pierdan humedad, luego se calculan en el laboratorio los factores de conversión de volumen a peso seco necesario, es decir la densidad fresca y la densidad seca (Ortiz, 1993 y Segura, 1997, citado por Gómez, 1998), utilizando las siguientes fórmulas:

$$\mathbf{CH = [(PV-PS)/PV]*100}$$

Donde:

CH = Contenido de humedad de la muestra en porcentaje.

PV = Peso verde de la muestra.

PS = Peso seco de la muestra.

$$\mathbf{PSTS = PVTS*1-CH/100}$$

Donde:

PSTS = Peso seco total de la sección

PVTS = Peso verde total de la sección.

CH = Contenido de humedad de la muestra

2.6. Sobrevivencia

Se define como la estimación del número de árboles vivos por hectárea, expresada en porcentaje durante un tiempo determinado. En las plantaciones artificiales la sobrevivencia se determina por lo general durante el primer año de su establecimiento a fin de cuantificar la tasa de la misma cuando ha estado expuesta a daños por factores bióticos y abióticos (MARENA, 1996, citado por Téllez, 1998).

La tasa de sobrevivencia para una especie en particular determinan el éxito de su establecimiento como una plantación en un sitio exótico de condiciones edafoclimáticas extremas, contribuyendo esto directamente a la conservación y recuperación de los suelos en las áreas deforestadas, localizadas en las zonas secas o húmedas (Oxford Forestry Institute, citado por Téllez, 1998).

Según Centeno (1994), utiliza los siguientes parámetros para evaluar sobrevivencia:

80 – 100 %	Muy Bueno
70 – 80 %	Bueno
40 – 70 %	Regular
Menos 40 %	Mala

2.7. Origen y distribución botánica de las especies

2.7.1. Marango (*Moringa oleífera*) Lam

El Marango es un árbol originario del sur del Himalaya, Noreste de la India, Banglades, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta. En América Central fue introducido en los años 1920 como planta ornamental y para cercas vivas, se encuentra en áreas desde el nivel del mar hasta los 1800 metros. Se puede reproducir por estacas o semillas (Foidl, *et al.*, 1999).

El árbol alcanza de 7 a 12 m. de altura y de 20 a 40 cm. de diámetro, con una copa abierta, tipo paraguas, fuste generalmente recto. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos con cinco pares de estos acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. Las hojas compuestas son alternas tripinnadas con una longitud total de 30 a 70 cm (Foidl, *et al.*, 1999).

Las flores son bisexuales con pétalos blancos, estambres amarillos, perfumadas, frutos en cápsulas trilobuladas, dehiscentes de 20 a 40 centímetros de longitud. Contienen de 12 a 25 semillas por fruto. Las semillas son de forma redonda y color castaño oscuro con tres alas blanquecinas. Cada árbol puede producir de 15,000 a 25,000 semillas por año (Foidl, *et al.*, 1999).

El árbol de Marango (*Moringa oleífera*) (Lam), posee un alto contenido de proteínas en sus hojas, ramas y tallos. Sus frutos y flores contienen vitaminas A, B y C y proteínas. Las semillas tienen entre 30 y 42% de aceite y su torta contiene un 60% de proteína. La importancia del uso del Marango como forraje se debe a sus buenas características nutricionales y a su alto rendimiento en producción de biomasa verde (Foidl, *et al.*, 1999).

2.7.1.1. Condiciones del cultivo

El Marango requiere de suelos francos arcillosos, no tolera suelos arcillosos o vertisoles, ni suelos con mal drenaje. La alta productividad implica una alta extracción de nutrientes del suelo por lo que su cultivo intensivo debe ser contemplando la fertilización. Se realizó un ensayo de cultivo a una altura de 1200 msnm, las semillas germinan pero su crecimiento es muy lento (Foidl, *et al.*, 1999).

La siembra se puede realizar por semillas o estacas. Las semillas germinan a los 10 días después de la siembra. Las plagas que afectan las plantas inmediatamente después de la germinación son hormigas, zompopos y el gusano medidor, normalmente realizan un ataque y no regresan más al cultivo, aunque hay que controlarlo de todas formas para disminuir los daños. El Marango puede

ser cultivado en forma de canteros, áreas pequeñas o grandes de acuerdo al requerimiento de alimentos y a las posibilidades de manejo. También, en caso de pequeños productores, se puede sembrar en estacas o cercas vivas para posteriormente cosechar los rebrotes (Foidl, *et al.*, 1999).

En todo caso los rebrotes se deben cortar entre 35-45 días, cada vez. La siembra se debe realizar en forma escalonada para disponer en todo momento forraje fresco (Foidl, *et al.*, 1999).

2.7.1.2. Uso forrajero

El corte de los rebrotes se realiza en intervalos entre 35 y 45 días, estos en función de las condiciones de manejo del cultivo, pueden llegar a tener una altura de 1.20-1.5m. El material cortado, tallos, ramas y hojas se pican y se suministran a los animales. Se ha llegado a ofrecer hasta 27kg de material fresco/animal/día.

Cuando se inicia la alimentación con Marango es posible requerir de un periodo de adaptación, mezclándolo con otros alimentos que se le ofrece al ganado. El Marango se puede utilizar como un complemento proteínico o sustituto completo.

En las investigaciones del uso de Marango como forraje fresco para la alimentación de ganado, se han realizado los experimentos en ganado de leche. No se ha encontrado disminución en los volúmenes de leche, en animales que estaban en pastoreo y suplementados con concentrado y posteriormente se pasaron a pastoreo y suplemento de Moringa

2.7.1.2. Otros usos

El Marango tiene otros usos como floculante natural, energético, fuente de materia prima de celulosa y de hormonas reguladoras de crecimiento vegetal, usos en los cuales existen investigaciones en marcha. Existe referencia de otros múltiples usos (Mayorga, *et al.*, 1990, citado por Jarquín, 2003).

2.7.1.3. Valor nutricional

El árbol recién cosechado tiene un contenido de 83% de humedad. En masa seca, la producción anual contiene aproximadamente 17% de proteínas (incluyendo hojas, ramas y tallos) con un equivalente de 13-20 toneladas de proteína bruta por hectárea (Foidl, *et al.*, 1999). El análisis proteico promedio en base a materia seca es del 28-30% en hojas y del 8% de almidón, las semillas tienen entre un 30-42% de aceite, no contiene toxinas conocidas (Foidl, *et al.*, 1999).

Las hojas pueden ser buenas fuentes de proteína para la alimentación animal, conteniendo entre 15.6% y 29.0% de proteína cruda en base al porcentaje de la materia en las hojas frescas con alto contenido de proteína, (47% de la proteína total). Los tallos son bajos en proteína cruda (6.2 a 9.0%).

2.8.2. Quelite (*Cnidoscolus aconitifolium* (Mill) L.M. Johnst)

Entre las especies forrajeras se encuentra el Quelite, que es un arbusto grande con tallos suculentos y verde oscuros, las hojas con pecíolos largos. Las flores son blancas y ocurren en los extremos de las ramas, es nativo de América tropical, se observa en jardines y de trasfondo en los patios. Crece bien en el sol y en la sombra.

Es utilizado para consumo humano en la preparación del plato típico llamado *E/ ayasco*, las hojas de Quelite suministran cantidades apreciables de varios de los macro y el micro nutrientes minerales esenciales, necesarios para la salud humana.

Su crecimiento es rápido (a las 2 semanas ya tienen rebrote). Así se obtiene una sobreproducción la cual se aprovecha ventajosamente para la alimentación de animales menores en el patio (gallinas, patos, gansos, cerdos, cabras lecheras) y para ganado mayor (IRENA, 1989).

2.8.2.1. Valor nutricional del Quelite

El Quelite contiene 41.7% de proteína cruda y una digestibilidad invitro de materia seca de 84.4% (Araya, 1990, citado por Pezo, D 1994) es especialmente alto en proteínas (5.7%), calcio (199.4 Mg/100gr), potasio (217 mm/100gr), hierro (11.4 mm/100gr), Vitamina C (164.7 mm/400gr) (IRENA, 1989).

2.9. Leucaena (*Leucaena leucocephala*) (Lam) de Wit

La Leucaena es un árbol perenne de crecimiento rápido y de uso múltiple, con buen potencial para la producción de leña y la producción de forraje (MARENA, 1996). Las hojas son compuestas bipinnadas alternas de 9 a 25 cm. de largo, con 4 a 9 pares de pinnas, opuestas con 3 a 25 pares de hojuelas más, las flores son pequeñas blancas suavemente perfumadas en cabezuelas redondeadas solitarias o en pares de 12 a 25 mm de diámetro, auxiliares con pedúnculos de 2 a 3 cm de largo (CATIE, 1991, citado por López, A. 2001).

Los frutos son vainas aplanadas dehiscentes de 10 a 20 cm de largo por 20 a 25 cm de diámetro, verdes cuando tiernas, morenas brillantes cuando maduran, comúnmente de 15 a 60 por ramillete. Sus raíces típicamente profundas y pivotantes, con crecimiento lateral descendientes en ángulos agudos a la raíz principal. Las raíces principales son pequeñas y presentan nódulos que contienen la bacteria de rhizobium y los bellos de las raíces a menudo se encuentran infectados con mycorrhizae (CATIE, 1991, citado por Pezo, D. 1998).

2.9.1. Origen y distribución botánica de la especie

La Leucaena es originaria de América tropical desde el sur de México (Península de Yucatán), hasta Nicaragua. Desde la época de la conquista de México, los españoles llevaron la especie a Filipinas y desde ahí fue introducido posteriormente a otras islas del pacifico. En la actualidad se encuentra en la mayoría de los países tropicales y subtropicales y se considera una especie importante por ser una especie de uso múltiple. (CATIE, 1986, citado por

MARENA, 1996). En Nicaragua se encuentra en su mayoría en las tierras de la región del pacífico y de la región central en altitudes comprendidas entre los 5-1000 msnm (Gómez, 1981, citado por MARENA, 1996).

2.9.2. Requerimientos ambientales

La temperatura óptima está entre 22 ó 29°C pudiendo encontrarse a mayor temperatura. Es una especie para las tierras bajas principalmente de bajos rendimientos sobre el nivel del mar. La *Leucaena* crece mejor en áreas cuya precipitación anual varía de 600 a 1700 mm, sin embargo se le ha reportado en algunos lugares tolerando períodos de sequía de hasta ocho meses y en sitios de hasta 2500 mm/año. Tolera un amplio rango de suelos desde rocosos hasta arcillosos pesados y coralinos. No crece bien en suelos ácidos (pH menor de 5.5) medianamente pesados, medianamente inundados o sobre pastoreados, puede prosperar muy bien en suelos franco arcillosos y franco arenosos (MARENA, 1996).

2.9.3. Usos de *Leucaena*

La *Leucaena* es una especie productora de leña con un valor calorífico entre los 17.6 y 19.3 megajul/Kg y se quema con poco humo (Salazar, *et al.*, 1978 citado por MARENA, 1996). Se obtuvieron valores caloríficos con rangos de 18.455 - 18.977 megajul /Kg.

Por ser un árbol de rápido crecimiento, la madera tiene un peso específico y valor calorífico muy altos.

Debido a que rebrota fácilmente, la *Leucaena* podría convertirse en una fuente renovable de energía en aquellas áreas apropiadas a sus requerimientos agronómicos (CATIE, 1991, citado por MARENA, 1996).

Por ser una especie fijadora de nitrógeno, de fácil manejo y de alta capacidad de rebrote es ideal como árbol para sombra de café, cacao (MARENA, 1996).

2.9.4. Uso forrajero

Las hojas son muy palatables para el ganado, las cabras y los caballos. Su follaje es de alta digestibilidad (60-70 %) y el contenido de proteína de 20-30 % para las hojas y tallos tiernos. Una característica importante para la leucaena como forraje es que no debe utilizarse como dieta única sino como un componente suplementario en la dieta animal.

El suministro de estas especies en altas proporciones es un desperdicio y además es nocivo para la salud de los animales debido a su toxicidad la cual es causada por la presencia de mimosina. Aunque los efectos de la toxicidad se desarrollan gradualmente y se reversan fácilmente, los niveles de leucaena no deben exceder de 30 % para rumiante, 20 % para conejos, 15 % para cerdos y 7.5 % para aves (Pound y Martínez, 1985; Dürr, 1992, citado. MARENA, 1996).

2.9.5. Valor nutricional de la Leucaena

La Leucaena proporciona forraje de alta calidad nutritiva. El porcentaje de 20 a 30% de proteína esta integrado por varios aminoácidos que son esenciales en la alimentación animal.

La proteína de la Leucaena es de alta calidad nutritiva. Los aminoácidos están presentes en proporciones bien balanceadas y son comparables a los de la alfalfa (Hegarty, 1977, citado por Membreño, 1989), el patrón de aminoácidos para la leucaena es también comparable a aquel de la torta de soya y torta de pescado. Las hojas de leucaena también pueden proveer una fuente rica de nutrientes el contenido de b-caroteno de tres variedades de harina de hojas de leucaena en Malawi fueron en escala de 227 a 248 Mg por Kg de materia seca (Dímello y Taplin, 1978 citado por Membreño, 1989).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción y ubicación del área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el municipio San Francisco Libre el cual se localiza en la cuenca norte del lago de Managua entre la zona central y la costa del pacífico, con una extensión de 757 Km² con una población aproximada de 8,900 habitantes. Limita al norte con el departamento de Matagalpa, al sur con el lago de Managua, al este con el municipio de San Benito y al oeste con el departamento de León, (Alonso, 1999). El ensayo se estableció en la comunidad Pacora la cual se ubica entre la latitud 12°31' N y longitud 86°11'W, con una elevación de 50 msnm (Urcuyo y Ubáu, 2004), Ver figura 1.

3.2. Servicios públicos e infraestructura

La comunidad no cuenta con un medio de transporte en caso de emergencia médica o cualquier desastre natural, actualmente se usan los buses que llegan a San Francisco Libre, el cual en época de invierno se queda sin este recurso ya que la carretera está en mal estado.

Existe una Escuela, cuya estructura es vieja y pequeña, se atienden en ella solamente tres niveles de primaria (1° a 3° grado), por lo que el resto de niños tienen que viajar a una comunidad vecina.

Actualmente en Pacora no existe un centro de salud que brinde atención a la comunidad, el centro de salud más cercano se encuentra en San Francisco Libre, (A 13 Km), su carretera se hace inaccesible en el invierno y en muchas ocasiones él médico no hace acto de presencia (Villalobos, 2000).

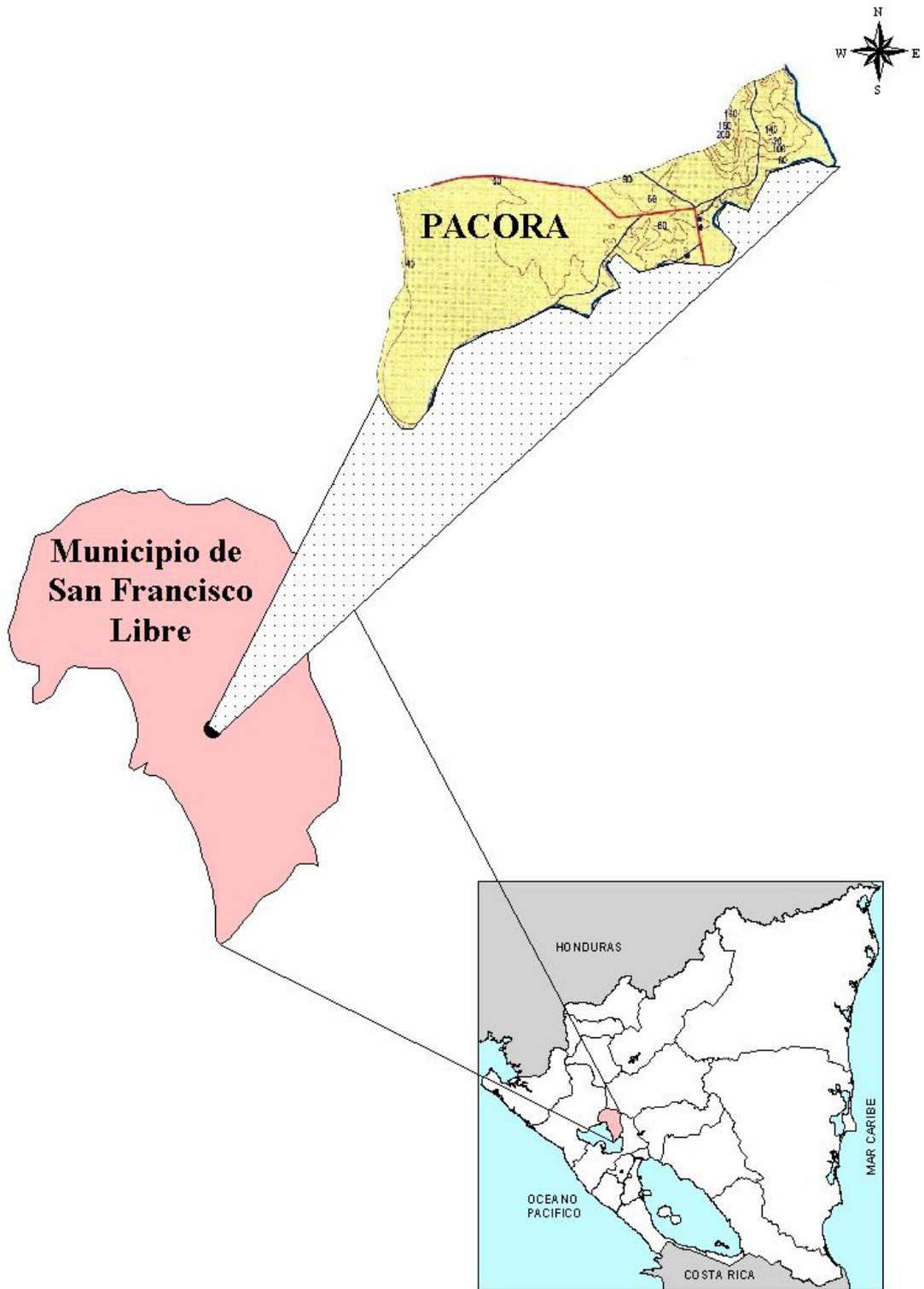


Figura 1. Localización del área de estudio

3.3. Clima

Según la clasificación de W. Koppen el municipio de San Francisco Libre tiene un clima tropical en transición de subtropical a semi-húmedo. La temperatura promedio anual oscila entre 27 y 30 °C. El régimen pluvial presenta un patrón simple de precipitación iniciando en Mayo y concluyendo generalmente en Octubre, con una precipitación promedio anual que oscila entre los 800 y 900 mm en toda la zona (Alonzo, 1999).

Debido a la irregularidad de las lluvias, presenta un período canicular seco con 40 días consecutivos o más sin lluvias. La evaporación es alta y presenta valores de 2200-3500 mm/año con relación de dos a tres veces mayor que la precipitación total anual, una humedad relativa con promedios de 72-75%/anual (Alonzo, 1999).

3.4. Suelos

Los suelos que comprende el área de estudio, son del orden vertisoles, que al humedecerse se estiran y al secarse se encogen, originados por geoformaciones de arcilla del tipo 2:1, se caracteriza por la ausencia de horizontes genéricos debido al constante agrietamiento de los suelos que se produce durante la época seca. Por ser de colores oscuros, negro, altos en base, más del 50% de saturación, muy arcillosos, estos suelos sirven principalmente para la ganadería extensiva (Martínez y Reyes, 1998, citado por Villalobos, 2000).

3.5. Principales problemas y limitaciones de la finca

Los suelos en la finca del productor Alfredo Rojas, son arenosos y el agua se evapora y profundiza con facilidad permitiendo que las plantas no aprovechen bien toda el agua que se precipita.

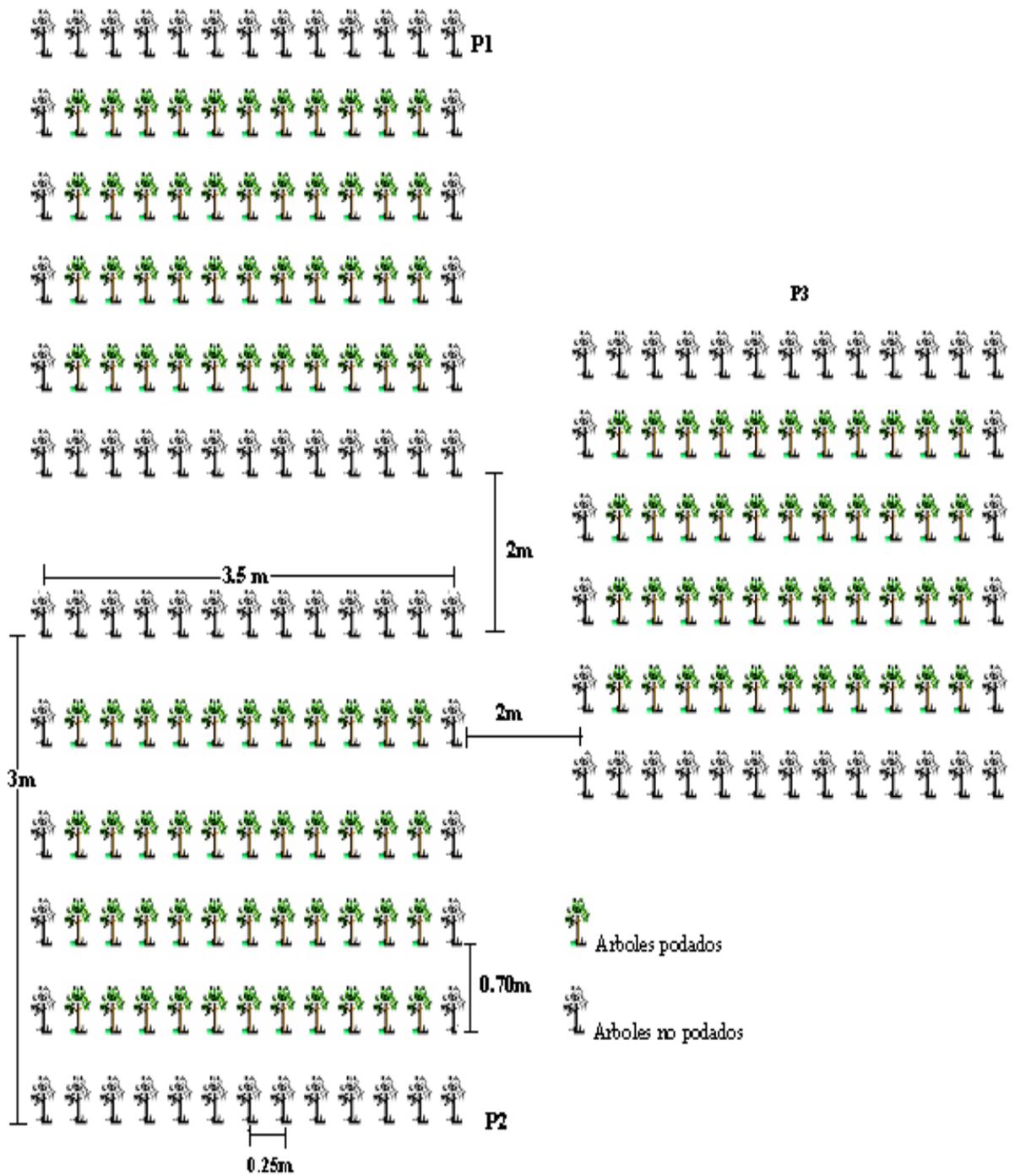
La vivienda del productor esta ubicada fuera de la finca, lo que no permite el cuidado y evitar el acceso de animales al ensayo.

3.6. Descripción del experimento

El área de establecimiento fue seleccionado después de realizarse una visita para evaluar las condiciones del terreno, se seleccionó la finca del productor Alfredo Rojas, tomando en cuenta algunos parámetros tales como: área disponible, fácil acceso, agua disponible en verano y tipo de suelo entre otros. La finca seleccionada fue la que presentó las mejores condiciones (disponibilidad de agua, acceso y los mejores suelos), en comparación con las otras esta fue la más adecuada para el estudio.

Una vez seleccionado el área se procedió a la limpieza del terreno y luego se establecieron 3 parcelas experimentales, una para cada especie con un área de 10.5 mts².

El área total del ensayo fue de 31.5 mts², las plantas fueron sembradas a una distancia de 0.7m x 0.25m, en cada parcela se plantaron 78 plantas, de las 78 plantas fueron podadas solamente las plantas del centro de la parcela para un total de 44 plantas podadas. Entre cada parcela se dejó un espacio de 2 metros para facilitar el manejo del ensayo, sus labores agronómicas y evitar la influencia entre parcelas. El diseño experimental fue un diseño de parcelas rectangulares de 3.5 x 3 metros, ver figura 2.



- P1. Parcela de Marango
- P2. Parcela de Leucaena
- P3. Parcela de Quelite

Figura 2. Diseño y ubicación del ensayo en el campo

3.7. Obtención del material vegetativo

Las tres especies utilizadas en el ensayo fueron obtenidas en el vivero de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, de la Universidad Nacional Agraria, con diferentes formas de propagación:

Marango: Las semillas de esta especie fueron recolectadas en el municipio de Tipitapa fueron puestas en camas de germinación después de la escarificación de las semillas, posteriormente las plántulas fueron trasladadas por medio del repique a bolsas plásticas.

Quelite: Las estacas fueron recolectadas en el municipio de Masatepe, departamento de Masaya fue propagado por estacas de 40cm de longitud y puestas en bolsas, las cuales rebrotaron en un 100% en la primera semana.

Leucaena: Sus semillas fueron recolectadas en el Arboretum de la Universidad Nacional Agraria a las cuales se les aplicó tratamiento pregerminativo el cual consistió en ponerlas en agua fría por un período de 24 horas y luego se sembraron en las bolsas.

Para seleccionar las semillas y estacas se consideraron características como árboles vigorosos, con buena copa y libres de plagas y enfermedades.

3.8. Transporte y plantación de las especies en la finca

Las plantas fueron trasladadas del vivero de la UNA (Managua) a Pacora (San Francisco Libre) a los 60 días después de su germinación, cuando ya presentaban características adecuadas para su plantación. Las plantas fueron plantadas después de una semana de trasladadas para que estas pudieran recuperarse del daño causado por el traslado.

3.9. Preparación del suelo y siembra

La preparación del suelo fue hecha de forma manual. Después de la limpieza del terreno (eliminación de todo tipo de malezas) se procedió a recoger el material vegetal, piedras y raíces, posteriormente utilizando una coba se realizó el ahoyado a una profundidad de 20cm para la siembra del Marango y Leucaena y 25cm para el Quelite, la siembra se realizó manualmente.

A los tres meses de establecido el ensayo, se utilizó un sistema de riego (0.77 litros de agua por planta cada dos días), y se utilizó cobertura vegetal para mantener la humedad.

3.10. Variables a evaluar

3.10.1. Altura total de la planta

Para determinar la altura total de las tres especies se midió desde el nivel del suelo hasta el ápice en el Quelite desde el suelo hasta el ápice del rebrote más largo, el rebrote medido fue el rebrote principal y el más representativo. Para la medición de altura se utilizó una cinta métrica.

3.10.2. Diámetro de la planta

Para medir el diámetro de la planta se utilizó el vernier haciendo la medición a 4 cm del suelo para las especies Marango y Leucaena y en el Quelite se midió el diámetro del rebrote principal, desde la intersección del tallo con el rebrote, (marcado con cinta biodegradable).

3.10.3. Biomasa verde total a partir de 50 centímetros del suelo

Para la obtención de la biomasa verde se sumó el peso de cada sección, (tallo, hojas y ápice) a partir de 50 cm del suelo, con su peso normal, esta fue tomada de

manera directa en el campo. Una vez obtenido el peso verde en Kg de la parcela evaluada (5.25m²) se extrapola a kilogramos por hectárea mediante la fórmula:

$$\text{PVKg/ha} = [\text{PVPKg} \cdot 10000\text{m}^2] / 5.25\text{m}^2$$

Donde: PVPKg= Peso verde de la parcela en Kg

5.25m²= Área evaluada

3.10.4. Biomasa seca total a partir de 50 centímetros del suelo

Después de los siete meses de establecido el ensayo se podaron las plantas y el material vegetativo se separó en tres secciones (tallos, hojas, y ápice). Para cada sección se tomó el peso verde total de la parcela evaluada y se extrajeron dos muestras de 0.5 Kg. por especie para las secciones tallo y hojas. Para la sección del ápice se tomaron muestras de menor peso debido a su baja producción. Cada una de las muestras se seco al horno a una temperatura de 80°C por 60 horas para obtener peso seco.

Con el peso seco que se obtuvo de cada una de las muestras se calculó el contenido de humedad a través de la siguiente fórmula, (Gómez, 1998).

$$\text{CH} = [(\text{PV}-\text{PS})/\text{PV}] \cdot 100$$

Donde:

CH = Contenido de humedad de la muestra en porcentaje.

PV = Peso verde de la muestra.

PS = Peso seco de la muestra.

Obteniendo el porcentaje de humedad de cada una de las secciones se calculó el peso seco total de las secciones de cada especie a través de siguiente fórmula:

$$\text{PSTS} = \text{PVTS} * 1 - \text{CH} / 100$$

Donde:

PSTS = Peso seco total de la sección

PVTS = Peso verde total de la sección

CH = Contenido de humedad de la muestra

Después se calculó el peso seco en kilogramos en el área evaluada (5m^2), se extrapolo a kilogramos por hectárea mediante la fórmula:

$$\text{Biomasa seca Kg/ha} = [\text{PSPKg} * 10000\text{m}^2 / 5.25\text{m}^2]$$

Donde: PSPKg= peso seco de la parcela en Kg.

5.25m^2 = Área evaluada

3.10.5. Biomasa verde comestible

De la biomasa verde total se separaron las secciones hojas y ápice, para las especies Marango y Leucaena. Para la especie Quelite fueron tomadas las tres secciones (hojas, tallo y ápice), ya que en esta especie sus tallos no se lignifican cuando se realizan podas periódicas y el animal consume todo el material podado. Una vez obtenido el peso verde comestible de la parcela (5m^2) se utilizo procedimiento que se utilizó en la biomasa verde total para extrapolar a kilogramos por hectárea.

3.10.6. Biomasa seca comestible

De la biomasa seca total se separo la biomasa seca comestible (hojas y ápice para Marango y Leucaena y las tres secciones para el Quelite). La biomasa seca comestible se obtuvo después de que una muestra fue sometida al horno, a 80°C , por un período de 60 horas, hasta obtener un peso constante. Tomando el peso seco de la parcela (5m^2) se extrapolo a kilogramos por hectárea, utilizando el mismo procedimiento que en la biomasa verde comestible

3.10.7. Supervivencia

Siguiendo la metodología del Danida Forest Seed Center la evaluación de esta variable se estimó como la relación porcentual del número de plantas vivas y muertas (Wellendorf, 1997, citado por Téllez, 1998).

Para su cálculo se contabilizó el número de plantas vivas a los 7 meses de plantadas y cinco meses después y se hizo relación con las plantas plantadas inicialmente mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Supervivencia} = [\text{N}^\circ \text{ de plantas vivas al realizar la poda} / \text{N}^\circ \text{ de plantas iniciales}] * 100$$

3.10. 8. Recolección agentes biológicos (insectos)

Se identificaron y contabilizaron los insectos que atacaban las plantas en las especies. Se monitoreó y supervisó el ensayo de forma periódica, (cada 15 días), observando todas las partes de la planta y posteriormente se recolectaban los insectos para identificarlos en el laboratorio de entomología de la UNA.

3.11. Altura a efectuar las podas

Las podas se realizaron a una altura de 50 centímetros a partir del suelo ya que a esta altura se logran un mayor número de rebrotes después de la poda. Las podas se realizaron con intervalos de 75 días.

3.12. Secciones consideradas para el cálculo de biomasa

Para el cálculo de biomasa se dividió el material a podar en tres secciones hojas, tallo y ápice. El tallo fue tomado a partir de 50 centímetros del suelo y el ápice se tomó la parte terminal de cada rebrote de la planta.

3.13. Análisis estadísticos

3.13.1. Análisis de varianza

Utilizando los valores promedios de cada una de las variables evaluadas por especies (biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo, biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, biomasa verde comestible, y biomasa seca comestible), se elaboró una base de datos en el programa Excel, la cual se incorporó al programa **SAS** para el análisis de varianza de las variables antes mencionadas además de la sobrevivencia. También se hizo una separación de medias con una prueba LSD, ya que esta mide diferencias muy pequeñas y se adapta a este tipo de diseño.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Producción de biomasa.

4.1.1. Producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo

En el cuadro 1 se muestran los valores de la producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo por especie, esta fue obtenida de la sumatoria de las tres secciones de podadas de la planta (tallo, hojas y ápice).

La mayor producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo en la primera poda la obtuvo la especie Marango con 15,991 Kg/ha superior al obtenido por Foidl, *et al.*, (1999) de 6,575 Kg/ha y Jarquín, (2003) de 6,687K/ha. La especie Quelite, obtuvo 9,491Kg/ha. La especie que mostró la menor producción fue la Leucaena con 6,108Kg/ha, resultados obtenidos en un estudio en El Paraíso, Managua en condiciones similares, esta especie obtuvo 1,341 Kg/ha, (Castillo, 1985). Siendo este resultado inferior al obtenido en la primera poda en este estudio.

En la segunda poda la mayor producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo, la obtuvo la especie Marango con 34,874 Kg/ha, superior al obtenido por Foidl, *et al.*, (1999) con 6,575 Kg/ha por poda y Jarquín, (2003) con 6,687 Kg/ha. La especie Quelite, obtuvo 25,553 Kg/ha, en la segunda poda. La producción mas baja la obtuvo la especie Leucaena con 16,174 Kg/ha, siendo esta superior a la obtenida por el CATIE, (1996) de 5,120 Kg/ha por poda.

Cuadro 1. Producción de biomasa verde total a partir de 50 cm en Kg/ha en la primera y segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

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.
Marango	11,129	4,477	385	15,991	23,476	8,428	2,969	34,873
Quelite	5,145	3,855	491	9,491	15,838	9,440	274	25,553
Leucaena	2,982	3,002	124	6,108	7,861	7,831	482	16,174

B.V.T. Biomasa verde total

En los resultados encontrados en el análisis de varianza a la variable producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo (Anexo 1A), no se aprecian diferencias significativas entre las especies para la primera poda.

El análisis de varianza nos demuestra que en la primera poda no existen diferencias apreciables en la producción de biomasa entre las especies evaluadas, la prueba LSD con ($P < 0.05$), detectó una sola categoría estadística, lo cual indica que las tres especies no difieren estadísticamente entre sí, el Marango con una media de 275.54 gramos, el Quelite con 199.75 gramos y la Leucaena con 83.57 gramos (Anexo 2A).

En el análisis de varianza para esta misma variable en la segunda poda se puede apreciar diferencias altamente significativas entre las especies (Anexo 3A), en la segunda poda el Marango produce la mayor cantidad de biomasa, esto debido a su producción de biomasa de tallos ya que esta especie alcanzó la mayor altura promedio después de la primera poda con 220.6 cm y el mayor diámetro promedio con 2.81cm (Anexo 3D). Pero estadísticamente el Quelite produce la mayor cantidad biomasa verde total esto debido a su gran follaje y mayor número de rebrotes promedio después de ser podada con 6.4 (Anexo 3D), superior a las otras especies en estudio, por lo que se puede recomendar para la producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo.

La separación de medias LSD, detecto dos categorías estadísticas para esta variable en la segunda poda (Anexo 4A), lo que explica que no hay diferencias estadísticas para las especies Marango y Leucaena entre sí, con medias de 288.63 gramos y 207 20 gramos respectivamente. El Quelite difiere de las otras especies con una media de 732.92 gramos.

4.1.2. Producción de biomasa seca total a partir de 50 centímetros del suelo

En el cuadro 2 se muestran la producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, para las especies evaluadas en la primera poda.

La especie Marango obtuvo la mayor producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, en la primera poda con 4,181 Kg/ha, superior a lo obtenido por Foidl, *et al.*, (1999) de 2,633 Kg/ha.

La especie Leucaena obtuvo una producción de 2,822 Kg/ha, inferior a la obtenida por el MARENA, (1994) de 4,098 Kg/ha, y la producción mas baja la mostró la especie Quelite con 1,790 Kg/ha.

En la segunda poda, la especie Leucaena obtuvo el rendimiento mas alto con 6,782 Kg/ha, superior a lo obtenido por MARENA, (1996) de 4,098 Kg/ha, seguido de la especie Marango con 6,740 Kg/ha, pero superior a la obtenida por Foidl, *et al.*, (1999), de 2,633 Kg/ha. La especie Quelite, mostró los rendimientos mas bajos con 5,817 Kg/ha.

Cuadro 2. Producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo en Kg/ha en la primera y segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

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.
Marango	2,916	1,153	112	4,181	4,413	1,677	650	6,740
Quelite	976	802	12	1,790	3,358	2,366	93	5,817
Leucaena	1,548	1,198	76	2,822	2,916	3,659	207	6,782

B.S.T. Biomasa seca total

En el análisis de varianza de la variable biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, en la primera poda (Anexo 5A) y segunda poda (Anexo 7A), se aprecian diferencias altamente significativas.

El análisis de varianza demuestra que el Quelite estadísticamente es mejor en cuanto a producción de biomasa, en comparación con las otras especies por lo que se puede recomendar para la producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo

La prueba LSD con ($P < 0.05$) detecto dos categorías estadísticas para esta variable en la primera poda (Anexo 6A) y segunda poda (Anexo 8A). Lo que indica que en la primera poda el quelite difiere estadísticamente de las otras dos especies con una media de 130.40 gramos. Las especies Marango y Leucaena no difieren estadísticamente presentando medias de 54.6 gramos y 39.97 gramos respectivamente y en la segunda poda, el Quelite difiere estadísticamente de las otras especies con una media de 147.39 gramos. El Marango y la Leucaena no difieren estadísticamente entre sí presentando el Marango una media de 83.74 gramos y la Leucaena con una media de 66.53 gramos.

4.1.2. Producción de biomasa verde comestible

En el cuadro 3 se presentan la producción de biomasa verde comestible para la primera y segunda poda, la cual fue obtenido de la sumatoria de las secciones hojas más ápice, para las especies de Marango y Leucaena. La especie que obtuvo la mayor producción de biomasa verde comestible en la primera poda fue la especie Quelite, con 9,488 Kg/ha. Cabe mencionar que en esta especie toda su biomasa es comestible (tallos, hoja y ápice) debido a que sus tallos son suculentos y suaves, cuando el período de podas es corto, datos de producción de biomasa para el Quelite no aparecen reportados.

El Marango obtuvo 4,962 Kg/ha de biomasa verde comestible en la primera poda, aunque es una especie que presenta rápido crecimiento, mayor altura y diámetro, gran parte de su biomasa es tallo leñoso no comestible (por estar lignificado).

La especie que produjo la menor cantidad de biomasa comestible fue la Leucaena con 3,126 Kg/ha.

En la segunda poda se obtuvieron resultados similares, el Quelite mostró la mayor cantidad de biomasa verde comestible con 25,553 Kg/ha. Es necesario mencionar que la especie tiene característica de una superficie foliar amplia, produciendo una gran cantidad de follaje y un número de rebrotes superior las otras especies en estudios (Anexo 3D).

La producción de biomasa verde comestible del Marango, en la segunda poda fue de 11,397Kg/ha y la especie Leucaena mostró los menores rendimientos, con 8,313 Kg/ha.

Cuadro 3. Producción de biomasa verde comestible en Kg/ha en la primera y segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

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.
Marango	11,129	4,477	385	4,862	23,476	8,428	2,969	11,397
Quelite	5,145	3,855	491	9,491	15,838	9,441	274	25,553
Leucaena	2,982	3,002	124	3,126	7,861	7,832	481	8,313

B.V.C. Biomasa verde comestible.

En los resultados obtenidos en el análisis de varianza para la variable producción de biomasa verde comestible para la primera poda (Anexo 9A), se puede apreciar que existen diferencias significativas entre especies, la separación de medias LSD, con ($P < 0.05$), detectó dos categorías estadísticas, lo cual indica que las especies Marango y Leucaena no difieren estadísticamente entre sí, con 43.89 gramos y 95.20 gramos respectivamente, pero estas dos especies difieren del Quelite que obtuvo una media de 199.75 gramos, (Anexo 10A).

Para la segunda poda esta misma variable mostró diferencias altamente significativas entre especies (Anexo 1B). El análisis de varianza demuestra que la especie Quelite tiene un mayor número de rebrotes, 6.4 rebrotes promedio (Anexo 3D), en comparación con las otras especies, los cuales aumentan después de la primera poda por lo que hay un mayor número de tallos y follaje al efectuar la segunda poda.

La separación de medias LSD con ($P < 0.05$), encontró dos categorías estadísticas, lo cual es similar a la primera poda para esta variable, el Quelite difiere estadísticamente de las otras especies con una media de 147.39 gramos. Las especies Marango y Leucaena no difieren estadísticamente entre sí con medias de 66.53 gramos y 83.74 gramos respectivamente para esta variable, (Anexo 2B).

4.1.3. Producción de biomasa seca comestible

En el cuadro 4 se presentan la producción de biomasa seca comestible en la primera poda. La especie que obtuvo la mayor producción de biomasa seca comestible fue el Quelite con 1,790 Kg/ha seguido de la especie Leucaena con 1,274 Kg/ha y el rendimiento mas bajo fue para la especie Marango con 1,265 Kg/ha, para la primera poda.

En la segunda poda la mayor producción fue para la especie Quelite con 5,817 Kg/ha seguido de la especie Leucaena con 3,866 Kg/ha, la especie Marango obtuvo la menor producción de biomasa seca comestible con 2,327 Kg/ha.

Cuadro 4. Producción de biomasa seca comestible en Kg/ha en la primera y segunda poda en Pacora San Francisco Libre

Especies	Primera poda				Segunda poda			
	Peso en Kg/ha				Peso en Kg/ha			
	Tallo	Hoja	Ápice	B.S.C.	Tallo	Hoja	Ápice	B.S.C.
Marango	2,916	1,153	112	1,265	4,413	1,677	650	2,327
Quelite	976	802	12	1,790	3,358	2,366	93	5,817
Leucaena	1,548	1,198	76	1,274	2,916	3,659	207	3,866

B.S.C.Biomasa seca comestible

En el análisis de varianza realizado para la variable producción de biomasa seca comestible para la primera y segunda poda (Anexo 3B) y (Anexo 5B), mostró diferencias altamente significativas. El análisis de varianza nos demuestra que la especie Quelite tiene la mayor producción de biomasa seca total a partir de 50 cm, en las dos podas en comparación con las otras especies, por lo que estadísticamente se puede recomendar para la producción de biomasa seca comestible.

La prueba LSD con ($P < 0.05$) detectó dos categorías estadísticas para esta variable en la primera poda, (Anexo 4B). Es decir que el Quelite difiere estadísticamente de las otras especies con una media de 130.40 gramos, pero el

Marango y la Leucaena no difieren entre sí con medias de 54.6 gramos y 39.97 gramos respectivamente.

La prueba LSD con ($P < 0.05$) detectó dos categorías estadísticas para esta variable en la segunda poda (Anexo 6B), siendo este similar a lo obtenido en la primera poda para esta variable en donde el Quelite difiere estadísticamente de las otras especies con una media de 147.39 gramos. Las especies Marango y Leucaena no difieren estadísticamente entre sí con medias de 38.54 gramos y 27.66 gramos respectivamente.

4.2. Supervivencia

En el cuadro 5 se presentan los porcentajes de supervivencia al realizar la primera poda a los siete meses de establecido el ensayo y al momento de efectuar la segunda poda, cinco meses después. A los siete meses la supervivencia osciló entre el 100 y 83.3% los máximos valores de supervivencia (100%) lo obtuvieron las especies Marango y Leucaena y un 83.3% en la especie Quelite.

El Quelite mostró el porcentaje mas bajo de supervivencia con 83.3 %, para la primera poda, lo cual indica que la forma de propagación y condiciones climáticas del área en estudio influyeron en la supervivencia con respecto a las otras especies evaluadas.

Resultados obtenidos en la localidad Mina Limón indican que la especie Leucaena obtuvo una supervivencia del 99% a los 6 meses de establecidos, (López A 2001). En el sitio experimental de San Isidro Matagalpa, registran un 98% de supervivencia a los 8 meses de edad y distanciamiento de 2x1 metros (MARENA, 1994), inferior al 100% obtenido en el estudio.

La especie Leucaena mostró el más alto porcentaje de supervivencia al realizar la segunda poda con 100%.

Estudios realizados por Foild, *et al.*, (1999), reportan datos de sobrevivencia del 100% realizando 8 podas al año en la especie Marango, siendo este resultado superior al obtenido en este estudio de 98.7%.

La especie Quelite mostró el menor porcentaje de sobrevivencia de las especies evaluadas, cinco meses después, con un porcentaje de sobrevivencia del 75.6%.

Cuadro 5. Porcentaje de sobrevivencia para las especies Marango, Quelite y Leucaena a los siete meses de establecido el ensayo y al año de establecido, en Pacora, San Francisco Libre

Especies	Plantas establecidas inicialmente	Sobrevivencia en %	
		Siete meses de establecidas	Cinco meses después
Marango	78	100	98.7
Quelite	78	83.3	75.6
Leucaena	78	100	100

En el Anexo 7B, se muestra el análisis de varianza para la variable sobrevivencia, para la primera poda en la cual se aprecia que existen diferencias altamente significativas para las especies, en el Anexo 8B, se muestra el análisis de varianza para esta misma variable en la segunda poda, mostrando diferencias altamente significativas, influenciada especialmente por los bajos niveles de sobrevivencia de la especie Quelite ya que esta obtuvo el mayor índice de mortalidad después de realizada la primera poda por lo que se puede decir que esta especie es menos tolerante a la podas en comparación con las otras especies evaluadas en el estudio.

4.3. Agentes biológicos que afectan a las especies Marango, Quelite y Leucaena en Pacora, San Francisco Libre

El cuadro 6 muestra los agentes biológicos que afectaron a las especies Marango, Quelite y Leucaena en el ensayo.

Los agentes biológicos (insectos) más comunes fueron del Orden Lepidóptera, Gusano cuerudo (*Spodóptera sunia*) y Gusano cachón (*Erinnys ello*), afectaron el follaje de la especie Quelite, pero sin causar daños considerables.

Las tres especies, fueron atacadas por insectos del orden Orthóptera, Chapulín (*Dichroplus sp*), las cuales atacaron sus follaje.

El ataque por estos insectos al ensayo fue mínimo por lo que no se considero necesario la aplicación de tratamiento para su control.

Cuadro 6. Agentes biológicos que afectaron a las especies Marango, Quelite y Leucaena, en Pacora, San Francisco Libre.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre Común	Especie atacada	Parte atacada
Lepidóptera	Noctuidae	Spodóptera sunia	Gusano cuerudo	Quelite	Follaje
Lepidóptera	Sphyngidae	Erinnys ello	Gusano cachón	Quelite	Follaje
Orthóptera	Acrididae	Dichroplus sp	Chapulín	Marango, Quelite y Leucaena	Follaje

V. CONCLUSIONES

La especie Marango fue la que obtuvo la mayor producción de biomasa verde total en las dos podas, seguido de la especie Quelite y los rendimientos mas bajos lo obtuvo la especie Leucaena, en la primera poda y en la segunda poda.

La especie Marango mostró el mayor rendimiento de biomasa seca total para la primera, seguido de la especie Leucaena, en la segunda poda la mayor producción la obtuvo la especie Leucaena y los rendimientos mas bajos fueron para el Quelite en la primera poda y en la segunda poda.

La mayor producción de biomasa verde comestible fue obtenida de la especie Quelite, en la primera y en la segunda poda, seguido de la especie Marango y los rendimientos mas bajos fueron para la especie Leucaena, en la primera y en la segunda poda.

La mayor producción de biomasa seca comestible fue obtenida por la especie Quelite, en la primera y en la segunda poda, seguido del la especie Leucaena y el rendimiento más bajo fue para la especie Marango en la primera y en la segunda poda.

El máximo porcentaje de sobrevivencia a los siete meses de establecido el ensayo y cinco meses después lo presentó la especie Leucaena con un 100%.

Los agentes biológicos (insectos) encontrados en el ensayo no ocasionaron daños que pudieran influir en el desarrollo de las plantas, producción y calidad de biomasa.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar la adaptabilidad de estas especies por un período más prolongado que el realizado en este estudio, ya que solamente se realizaron dos podas.

Promover bancos de proteínas con la especie Marango, que tiene alto rendimiento en biomasa y es tolerante a las condiciones edafoclimáticas de la zona de estudio en comparación con las otras especies en estudios.

Replicar estudios como este en sitios con distintas condiciones edafoclimáticas, utilizando especies de Marango, Quelite y Leucaena para comparar la adaptabilidad y producción de biomasa en nuevos ambientes.

Aplicar métodos de prevención de insectos, cuando estas aun no han afectado la plantación, para que estas no incidan en la producción y calidad de biomasa.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ALONZO, E. 1999. Evaluación Financiero ex-ante bajo tres condiciones de bosque seco en el municipio de San Francisco Libre, Managua. Pág.82.
- BENAVIDES, 1994. Integración de Árboles y Arbustos en Sistemas de Alimentación para Cabras, en América Central. Pág.36.
- BARRERA, J. BELLOS, M. 2004. Efecto de diferentes niveles de *Moringa oleífera* en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el consumo, producción y composición de leche.Pág.53.
- FAO, 1999. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Pág.115.
- FOIDL. ET AL, 1999. Utilización del Marango (*Moringa oleífera*) como forraje fresco para ganado, conferencia de la FAO sobre la agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Pág.5.
- CASTLLO, E, L. 1985. Evaluación Agronómica y Bromatológica de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam) de wit) y su factibilidad de utilización en la dieta finalizadora. Pág.49.
- CENTENO, 1994. Inventario Nacional de Plantaciones Forestales de Nicaragua. Pág. 79.
- GOMEZ V. J, 1998. Evaluación de clones de *Erythrina fusca* y *Erythrina berteriana* en condiciones del trópico seco Nicaragua.Pág.59.
- HERNÁNDEZ S, 2000. Metodología de la investigación, segunda edición Mc GRAW-HILL.Pág.501.
- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA), 1993. Árboles y arbustos forrajeros nota técnica. Pág.9.

- INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (IRENA),
1984. Flora arborescente de la ciudad de Managua y sus alrededores
.Servicio Forestal Nacional. Pág.98.
- JARQUIN, J. M, JARQUIN, M. H.2003. Producción de biomasa de *Moringa oleífera* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico de Nicaragua.Pág.59.
- LÓPEZ, A. 2001. Evaluación de *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* bajo tres tipos de sustratos en suelos degradados por la acción minera en la mina El Limón León, Nicaragua. Pág. 54.
- MARTÍNEZ, G. 1998. Caracterización del uso potencial de tres especies dominantes en el bosque seco de San Blas, San Francisco Libre, Managua, Nicaragua.Pág.64.
- MEMBREÑO, 1989. Estudio preliminar de dos variedades de *Leucaena leucocephala* (lam) de wit. A diferentes densidades ISCA. Pág.42.
- MEMBREÑO, J. 1996. Evaluación de 11 especies y 24 variedades de *Leucaena* a los 12 y 18 meses de establecidas en 4 sitios de Nicaragua.Pág.73.
- MINISTERIO DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE, (MARENA).
1995. Especies para Reforestación en Nicaragua. Editorial, HISPAMER
Pág.142.
- MINISTERIO DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (MARENA).
1996. Productividad de *Leucaena leucocephala* (Lam), de Wit. Manejada bajo tres frecuencias de poda en San Isidro, Matagalpa. Nota técnica número 40. Managua. Pág. 11.
- MINISTERIO DE LOS RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (MARENA)
2002. Guía de Especies Forestales de Nicaragua 1ª Ed. Pág.31.

- PÉREZ, J. Y TORRES, J.E. 2001. Evaluación de Marango (*Moringa oleífera*,) lam, como una alternativa en la alimentación de cerdos de engorde. Pág. 41.
- PEZO D, 1994. Ganadería y recursos naturales en América Central, Estrategias para la sostenibilidad. Pág.220.
- ROCHA, R. 1998. Efecto de la suplementación de Marango (*Moringa oleífera*), para la producción de leche de vacas en pastoreo.Pág.36.
- PEZO, D. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Proyecto agroforestal. CATIE. Turrialba-Costa Rica. Pág.47.
- TÉLLEZ, I. 1998. Comportamiento en sobrevivencia, crecimiento y producción de biomasa seca de 30 especies forestales bajo condiciones de la zona seca de Azul, La Leona, León.Pág. 68.
- URCULLO Y UBAU, 2004. Establecimiento y evaluación del primer año de lotes compactos maderables y árboles en lindero en cinco fincas de la comunidad de Pacora, municipio de San Francisco Libre, Managua.2004. Pág. 46.
- VILLALOBOS R. 2000 Plantas medicinales mas frecuente y su manejo en Pacora, San Francisco Libre, Nicaragua. Pág.204.

VIII. ANEXOS

Anexo 1A. Análisis de varianza para la variable producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo, en la primera poda en Pacora San Francisco Libre.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	cuadrados medios	Fc	P=r>f
Especie	2	138290.76	69145.38	2.34	0.1267
Error	17	502566.24	29562.72		
Total	19				
CV%=90.77					

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 2A. Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo, en la primera poda en Pacora, San Francisco Libre.

Categorías estadísticas	Medias	Especies
a	275.54	Marango
a	199.75	Quelite
a	83.57	Leucaena

Anexo 3A. Análisis de varianza para la variable producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo, en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrado	Cuadrados medios	Fc	Pr>f
Especie	2	897027.83	448513.91	36.04	0.0001
Error	17	211572.96	12445.46		
Total	19	1108600.8			
CV%=30.05					

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 4A. Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa verde total a partir de 50 cm del suelo, en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

Categorías estadísticas	Medias	Especies
a	732.92	Quelite
b	288.63	Marango
b	207.20	Leucaena

Anexo 5A. Análisis de varianza para la variable producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, en la primera poda en Pacora, San Francisco Libre.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Fr>F
Especie	2	26396.74	13198.37	45.52	0.0001
Error	17	4928.97	289.93		
Total	19	31325.71			
CV%=24.87					

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 6A. Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, en la primera poda en Pacora, San Francisco Libre.

Categorías estadísticas	Medias	Especies
a	130.40	Quelite
b	54.6	Marango
b	39.97	Leucaena

Anexo 7A. Análisis de varianza para la variable producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr>F
Especie	2	20995.10	10497.55	41.68	0.0001
Error	17	4281.44	251.84		
Total	19	25276.54			
CV%=17.10					

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 8A. Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa seca total a partir de 50 cm del suelo, en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

Categorías estadísticas	Medias	Especies
a	147.39	Quelite
b	83.74	Leucaena
b	66.53	Marango

Anexo 9A. Análisis de varianza para la variable producción de biomasa verde comestible, en la primera poda en Pacora, San Francisco libre.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr>f
Especie	2	71748.17	35874.08	5.30	0.0162
Error	17	115173.81	6774.93		
Total	19				
CV%=79.62					

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 10A. Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa verde comestible, en la primera poda en Pacora, San Francisco libre.

Categorías estadísticas	Medias	Especies
a	199.75	Quelite
b	95.20	Marango
b	43.89	Leucaena

Anexo 1B. Análisis de varianza para la variable producción de biomasa verde comestible, en la segunda poda en Pacora San Francisco Libre.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr>f
Especie	2	20995.10	10497.55	41.68	0.0001
Error	17	4281.44	251.84		
Total	19	25276.54			
CV%=17.10					

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 2B. Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa verde comestible, en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

Categorías estadísticas	Medias	Especies
a	147.39	Quelite
b	83.74	Leucaena
b	66.53	Marango

Anexo 3B. Análisis de varianza para la variable producción de biomasa seca comestible, en la primera poda en Pacora, San Francisco Libre.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr>f
Especie	2	1989.32	994.66	30.96	0.0001
Error	17	546.18	32.128		
Total	19	2535.51			
CV%=24.96					

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 4B. Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa seca comestible, en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

Categorías estadísticas	Medias	Especies
a	130.40	Quelite
b	54.6	Marango
b	39.97	Leucaena

Anexo 5B. Análisis de varianza para la variable producción de biomasa seca comestible, en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc.	Pr>f
Especie	2	49733.18	24866.59	285.00	0.0001
Error	17	1483.24	87.24		
Total	19	51216.43			
CV%=15.21					

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 6B. Separación de medias en gramos para la variable producción de biomasa seca comestible, en la segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

Categorías estadísticas	Medias	Especies
a	147.39	Quelite
b	38.54	Leucaena
b	27.66	Marango

Anexo 7B. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia, en la primera poda para las especies evaluadas en Pacora, San Francisco Libre.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr>F
Especie	2	1045.83	522.919	5.3E+32	.000
Error	17	.000	.000		
Total	19	1045.83			

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 8B. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia, en la segunda poda para las especies evaluadas en Pacora San Francisco Libre.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Fc	Pr>F
Especie	2	2113.83	1056.91	1.4E+32	.000
Error	17	.000	.000		
Total	19	2113.83			

Estadísticamente significativo al 5%

Anexo 9B. Correlaciones para la variable diámetro versus variables producción de biomasa para las especies evaluadas

Las correlaciones se realizaron para todas las variables, (diámetro y altura versus variables de producción de biomasa), para analizar la relación entre las dos variables medidas en un nivel por intervalo o de razón (Hernández, 2000).

Se realizó un análisis de correlación lineal para saber en que medida están relacionadas dos variables y de esta manera indicar la utilidad de "X como

predicador de Y" y en caso de que sea apropiado un modelo estadístico lineal. Al realizar este análisis nos respondemos preguntas como:

¿Cuál es la relación entre estas dos variables?

¿Cómo están relacionadas estas dos variables y si estas requieren un análisis de regresión lineal.

Se utilizaron los coeficientes de correlaciones de Pearson, (r), con las siguientes variaciones: **-1.00 a 1.00, donde:**

-1.00 correlación negativa perfecta. A mayor X menor Y de manera proporcional, es decir cada vez que X (diámetro) aumenta una unidad, Y (biomasa) disminuye siempre una cantidad constante. Esto también se aplica a menor X mayor Y. Esto se aplica para todas las correlaciones negativas.

-0.90 Correlación negativa muy fuerte

-0.75 correlación negativa considerable

-0.50 correlación negativa media

-0.10 Correlación negativa débil

000 No existe correlación alguna entre variables

+0.10 Correlación positiva débil

+0.50 Correlación positiva media

+0.75 Correlación positiva considerable

+0.90 Correlación positiva muy fuerte

+1.00 Correlación positiva perfecta, a mayor X (diámetro) mayor Y (biomasa), y de manera proporcional, cada vez que X (diámetro) aumenta Y (biomasa) aumenta siempre una cantidad constante. Esto se aplica para todas las correlaciones positivas (Hernández, 2000).

El coeficiente de correlación de Pearson (r) se calcula a partir de las puntuaciones obtenidas en una muestra en dos variables. Se relacionan las puntuaciones obtenidas de una variable.

Anexo 10B. Correlaciones para la especie Marango

Esta especie mostró bajos coeficientes de correlación en la primera y segunda poda para las variables producción de biomasa, solo se encontraron correlaciones positivas débiles (+ 0.10 a +0.49) y correlaciones negativas débiles (-0.10 a -0.49) pero se encontraron correlaciones positivas medias (+0.50) hasta correlaciones positivas muy fuertes (+0.90) entre variables diámetro y altura (variable independiente) versus variables de producción de biomasa solamente para algunas variables mayor o igual a 0.50.

Anexo 1C. Coeficientes de correlación para las variables evaluadas en la primera poda, para la especie Marango.

	DIAM	ALT	BVC	BVC	BSC	BST
ALT	.337					
BVC	.277	.248				
BVT	.382	.473	.988			
BSC	-.133	-.171	-.620	-.552		
BST	-.037	-.038	-.327	-.231	.710	

Anexo 2C. Coeficientes de correlación para las variables evaluadas en la segunda poda, para la especie Marango.

	DIAM	ALT	BCV	BTV	BCS	BTS	REB
ALT	.997						
BCV	-.142	-.0609					
BTV	-.303	-.334	.841				
BCS	.345	.397	.828	.585			
BTS	-.122	-.198	.641	.871	.570		
REB	.206	.211	.252	.248	.802	.816	

Anexo 3C. Correlaciones para la especie Quelite

Esta especie mostró correlaciones negativas débil (-0.10) y correlaciones positivas débil (+0.10) entre variables diámetros y altura versus variables de producción de biomasa, pero presento altos valores de correlación entre variables de producción de biomasa, correlación positiva media (0.50), hasta correlaciones positivas perfectas (+1.00). Para el cálculo de los modelos estadísticos en esta

especie se utilizo como variable independiente la variable diámetro que es una variable fácil de medir y que podría evitar la destrucción total del árbol.

Anexo 4C. Coeficientes de correlación para las variables evaluadas en la primera poda, para la especie Quelite.

	DIAM	ALT	BVC	BVT	BSC	BST
ALT	-.170					
BVC	-.532	-.584				
BVT	-.532	-.584	1.000			
BSC	.223	-.899	.688	.688		
BST	.208	-.830	.717	.717	.980	

Anexo 5C. Coeficientes de correlación para las variables evaluadas, en la segunda poda, para la especie Quelite.

	DIAM	ALT	BVC	BVT	BSC	BST	REB
ALT	.048						
BVC	-.156	.449					
BVT	-.156	.449	1.000				
BSC	-.421	-.139	.793	.793			
BST	-.421	-.139	.793	.793	1.000		
REB	-.224	.104	.822	.882	.720	.720	

Anexo 6C. Correlaciones para la especie Leucaena

En la primera poda encontramos correlaciones desde positiva media ($r=0.50$) hasta correlaciones positivas considerables ($r=0.75$), para las variables diámetro y altura versus variables de producción de biomasa, aunque también hubo correlaciones positivas muy fuertes entre variables de producción de biomasa para esta misma especie en la segunda poda, lo cual indica que podemos escoger las variables, (diámetro y altura) como variables independientes ya que son fáciles de medir y como variables dependientes a las variables de producción de biomasa para el cálculo de los modelos estadísticos de predicción de biomasa, (ecuación de la regresión), en el estudio se utilizo el diámetro como variable independiente ya que es la variable mas fácil de medir.

Las correlaciones para esta especie nos dicen que se puede predecir biomasa con un 50% a 75 % de confianza.

Anexo 7C. Coeficientes de correlación para las variables evaluadas, en la primera poda, para la especie Leucaena.

	DIAM	ALT	BVC	BVT	BSC	BST
ALT	.870					
BVC	.777	.892				
BVT	.807	.784	.950			
BSC	.755	.553	.608	.673		
BST	.650	.317	.318	.508	.837	

Anexo 8C. Coeficientes de correlación para las variables evaluadas, en la segunda poda, para la especie Leucaena.

	DIAM	ALT	BVC	BVT	BSC	BST	REB
ALT	.348						
BVC	.782	.649					
BVT	.716	.652	.974				
BST	.604	.736	.7441	.843			
BST	.631	.503	.704	.823	.950		
REB	.268	.590	.368	.527	.802	.816	

Anexo 9C. Modelos estadísticos de estimación y predicción preliminar de biomasa (regresión lineal).

Se realizaron para las variables que presentaron correlaciones entre variables dasométricas (diámetros y altura) versus variables de producción de biomasa. Estas se realizaron para estimar el efecto de una variable sobre otra, en donde una se consideraba como independiente, (X= diámetro) y otra como dependiente (Y= biomasa) (Hernández, 2000).

El análisis de regresión se realizo con el objetivo de predecir biomasa a través de una variable fácil de medir a como es el diámetro y altura y de esta manera evitar la destrucción del (árbol).

Anexo 10C. Modelos estadísticos para la especie Marango.

$$\mathbf{BVC = -0.0272 + 0.854 (X)}$$

$$\mathbf{BVT = -0.081 + 1.850 (X)}$$

$$\mathbf{BSC = -0.0234 + 0.406 (X)}$$

$$\mathbf{BST = -0.0551 + 0.892 (X)}$$

Anexo 1D. Modelos estadísticos para la especie Quelite.

$$\mathbf{BVC = 0.499 - 0.587 (X)}$$

$$\mathbf{BVT = 0.499 - 0.587 (X)}$$

$$\mathbf{BSC = 0.115 - 0.146 (X)}$$

$$\mathbf{BST = 0.294 - 0.321 (X)}$$

Anexo 2D. Modelos estadísticos para la especie Leucaena.

$$\mathbf{BVC = -0.0517 + 0.936 (X)}$$

$$\mathbf{BVT = 0.120 + 1.99 (X)}$$

$$\mathbf{BSC = -0.0171 + 0.335 (X)}$$

$$\mathbf{BST = -0.0093 + 0.483 (X)}$$

$$\mathbf{BVC = -0.0272 + 0.854 (X)}$$

$$\mathbf{BVT = -0.081 + 1.850 (X)}$$

$$\mathbf{BSC = -0.023 + 0.406 (X)}$$

$$\mathbf{BST = -0.0551 + 0.892 (X)}$$

X = Diámetro del árbol, **BVC** = Biomasa comestible verde, **BVT** = Biomasa total verde, **BSC** = Biomasa seca comestible, **BST** = Biomasa seca total, **REB**= rebrote

Anexo 3D. Crecimiento en diámetro y altura (cm) de las especies evaluadas al realizar la primera y segunda poda en Pacora, San Francisco Libre.

Especies	Primera poda		Segunda poda		
	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Nº de rebrotes
Marango	2.33	173.1	2.81	220	2
Quelite	1.14	113.3	2.63	164	6.4
Leucaena	1.05	141.5	1.55	235	2.3