



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**Proyecto de investigación previo a la
obtención del título de Ingeniera
Zootécnica.**

Proyecto de investigación:

**“DISTANCIAS DE SIEMBRA, FRECUENCIAS DE CORTE Y ALTURA DE
REBROTE EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE MORINGA
(*Moringa oleífera*)”**

Autora:

Michele Karolina Montecé Lozano

Director de Proyecto de Investigación:

Ing. M.sc. Franklin Rodrigo Peláez Mendoza.

Mocache- Los Ríos - Ecuador

2019

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHO

Yo, **MICHELE KAROLINA MONTECÉ LOZANO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi auditoria; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

MICHELE KAROLINA MONTECÉ LOZANO

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, ING, **FRANKLIN RODRIGO PELÁEZ MENDOZA**, docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Certifica que la egresada **MICHELE KAROLINA MONTECÉ LOZANO**, realizó el proyecto de investigación de grado titulado “**DISTANCIAS DE SIEMBRA, FRECUENCIAS DE CORTE Y ALTURA DE REBROTE EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE MORINGA (*Moringa oleífera*)**”, previo a la obtención del título de Ingeniera Zootecnista, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

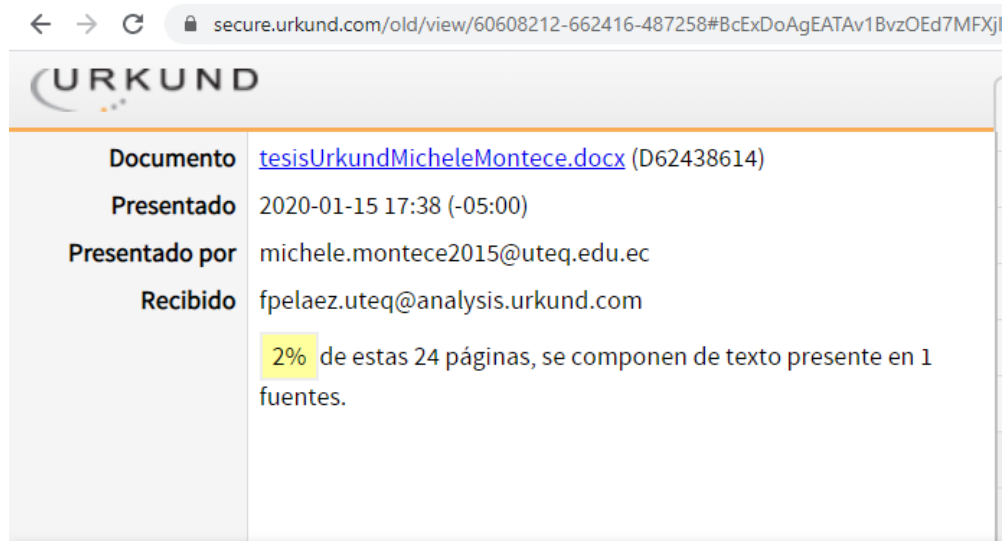
ING. FRANKLIN RODRIGO PELÁEZ MENDOZA, MSC.
DIRECTOR

CERTIFICACIÓN DE PLAGIO

CERTIFICACIÓN

Certifico que la tesis titulada: DISTANCIAS DE SIEMBRA, FRECUENCIAS DE CORTE Y ALTURA DE REBROTE EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL FORRAJE DE MORINGA (*Moringa oleífera*), de autoría de la estudiante MICHELE KAROLINA MONTECÉ LOZANO.

De la Carrera de Ingeniería Zootécnica de la FCP, fue analizada mediante la herramienta urkund con resultados satisfactorios.



URKUND	
Documento	tesisUrkundMicheleMontece.docx (D62438614)
Presentado	2020-01-15 17:38 (-05:00)
Presentado por	michele.montece2015@uteq.edu.ec
Recibido	fpelaez.uteq@analysis.urkund.com
	2% de estas 24 páginas, se componen de texto presente en 1 fuentes.

Ing. Franklin Rodrigo Peláez Mendoza, Msc.

DIRECTOR DE TESIS



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

Distancias de siembra, frecuencias de corte y altura de rebrote en la producción y
calidad del forraje de moringa (*Moringa oleífera*),

Presentado a la comisión académica como requisito previo a la obtención del título de
Ingeniera Zootecnista

Aprobado por:

Dr. Martin González Vélez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Bolívar Montenegro Vivas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Víctor Godoy Espinoza

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios porque en primer lugar me presta vida para cumplir con este anhelo
Y protegerme durante todo mi camino, dándome fuerzas para superar obstáculos y
dificultades en esta etapa de mi vida.

A mis padres por ayudarme con los recursos necesarios y sobre todo por haberme
apoyado económicamente durante el desarrollo de mi vida universitaria.

Mi gratitud a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias
Pecuarias por darme la oportunidad de ser una Ingeniera Zootecnista de la República.

Así como también un agradecimiento especial para mi tutor y director de tesis, quien
siempre desde mis inicios en la carrera me incentivo por demostrarle a los demás de lo
que sería capaz y que podría superarme no con los demás sino conmigo mismo.
En mi trayecto por la universidad aprendí a valorar lo necesario, las amistades, los
catedráticos y por eso le agradezco infinitamente al Ing. Franklin Peláez Mendoza.

Michele

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo se lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados como lo es ser Ingeniera Zootecnista

Esta tesis se la dedico a mi madre Lourdes y Tía Ofelia, por su apoyo incondicional, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, que me ha dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis hábitos, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos, lo cual me ha ayudado a salir adelante.

A mi Padre F. Montecé por motivarme a ser cada día una persona responsable y perseverante, así como lo es el empoderado, luchador y trabajador.

A mi Mami Ima, mi tía Margarita, mi tía Melida, a mis primos Bryan, Paola, Jeffry a ellos también les dedico este logro.

A mi querida hermanita Leslie Montecé por haber sido parte de este gran logro, demostrándome su amor incondicional, también a mis 2 hermanas Keyla y Steffy por ser parte de esta meta cumplida y anhelada, demostrándoles así que con esfuerzo y perseverancia se logra todo lo anhelado.

Una dedicación especial para mis 2 grandes ángeles Augusto y Romulito, ellos quien en vida jamás perdieron la confianza en mí y me incentivaron que para ser una persona exitosa solo dependía de mí y de mi Fé en Dios.

Los Recordare siempre Abuelos, espero me sepan guiar y cuidar en mis nuevas metas.

RESUMEN Y PALABRAS CLAVES

Con el objeto de evaluar distancia de siembra. (20 x 10, 20 x 20 y 20 x 50 cm), frecuencias de corte (40, 55 y 70 días) y altura de rebrote (30 y 40 cm.) en la producción y calidad del forraje de *M oleífera*, se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial de 3x3x2 y 3 repeticiones. Se determinó la producción de forraje influenciadas por las distancias de siembra, frecuencias de corte y altura de rebrote obteniendo mayores resultados: a 20x10cm., 70 días y 40 cm en producción de forraje fresco y seco total (53.45 t/ha y 13.09 t/ha) con ($P < 0.001$), en relación tallo/hoja fueron a 20x50cm, 70 días y 40 cm (2.65 g/g) con ($P < 0.01$) y el porcentaje de mortalidad (16.64) se presentó a 20x10 cm, 70 días y 40 cm con ($P < 0.01$) considerando que no hubo significancia en la frecuencia de corte. La calidad de forraje se presentó a 20x10cm, 40 días y 30 cm. por tener el más alto contenido de proteína bruta, el más bajo contenido de FND y FAD y el mayor porcentaje de DIVMS (digestibilidad in vitro de materia seca) el mismo que está dentro de los forrajes de alta calidad.

Palabras clave: Forraje fresco, forraje seco, relación tallo: hoja, digestibilidad in vitro

ABSTRACT AND KEYWORDS

In order to evaluate planting distance. (20 x 10, 20 x 20 and 20 x 50 cm), cut-off frequencies (40, 55 and 70 days) and regrowth height (30 and 40 cm.) In the production and quality of the oil-bearing forage, was used a randomized block design with factorial arrangement of 3x3x2 and 3 repetitions. Forage production was determined influenced by planting distances, cutoff frequencies and regrowth height, obtaining greater results: at 20x10cm, 70 days and 40 cm in production of total fresh and

dry fodder (53.45 t / ha and 13.09 t / ha) with ($P < 0.001$), in relation stem / leaf they were at 20x50cm, 70 days and 40 cm (2.65 g / g) with ($P < 0.01$) and the percentage of mortality (16.64) was presented at 20x10 cm, 70 days and 40 cm with ($P < 0.01$) considering that there was no significance in the cutoff frequency. Forage quality was presented at 20x10cm, 40 days and 30cm. for having the highest content of crude protein, the lowest content of FND and FAD and the highest percentage of DIVMS (in vitro digestibility of dry matter) the same that is within the forages of high quality.

Keywords: Fresh fodder, dry fodder, stem: leaf ratio, in vitro digestibility

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUDITORÍA Y CESIÓN DE DERECHO	ii
CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	iii
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
RESUMEN Y PALABRAS CLAVES	viii
ABSTRACT AND KEYWORDS	ix
CODIGO DUBLIN	xv
INTRODUCCIÓN.	1
CAPITULO I.....	3
CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACION	3
1.1. Problema de investigación.	4
1.1.1. Planteamiento del problema.	4
Diagnóstico.....	4
Pronóstico.....	5
1.1.2. Formulación del problema.	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. OBJETIVOS.....	6
1.2.1. Objetivo general.	6
1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3. Justificación.....	6
CAPÍTULO II	7
FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN	7
2.1. Marco Conceptual.....	8
2.1.1. Moringa.	8
2.1.2. Forraje verde.	8
2.1.3. Materia seca.	8
2.1.4. Proteína.....	8
2.1.5. Calidad de forraje.....	9
2.1.6. Rendimiento del forraje.....	9
2.1.7. Valor nutritivo.....	9

2.2. Marco Referencial.	10
2.3. Fundamentación de la investigación.....	10
2.3.1. Origen y distribución.....	10
2.3.2. Importancia.	10
2.3.3. Taxonomía.	10
2.4. Descripción botánica.....	11
2.4.1. Hábitat.	11
2.5. Tipos de siembra.....	12
2.6. Distancia, altura y edad de corte.....	12
2.7. Uso como biomasa para la alimentación animal.	13
2.7.1. Cerdos y aves.	14
2.7.2. Caprinos.....	15
2.8. Producción forrajera y valor nutritivo.	16
CAPÍTULO III.....	17
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
3.1. Localización.	18
3.1.1. Condiciones meteorológicas.	18
3.2. Tipo de investigación.	18
3.3. Métodos de investigación.....	18
3.3.1. Método de observación.	18
3.3.2. Método descriptivo.	19
3.3.3. Método inductivo.....	19
3.3.4. Método deductivo.	19
3.4. Diseño de la investigación.....	19
3.4.1. Factores bajo estudios.	19
3.4.2. Esquema del experimento.	20
3.4.3. Diseño experimental.	21
3.4.4. Esquema de análisis de varianza (ADEVA).	22
3.4.5. Análisis estadístico.	22
3.4.6. Modelo matemático.	22
3.5. Mediciones experimentales.	23
3.6. Variables a Evaluar.	23
3.7. Procedimiento experimental.....	25

3.7.1. Descripción del experimento.....	25
3.8. Análisis económico.....	26
3.9. Recursos Humanos y Materiales.	26
3.9.1. Reactivos.....	26
3.9.2. Materiales de oficina.....	26
CAPITULO IV.....	27
RESULTADOS Y DISCUSION	27
4.1 Producción forrajera.	28
4.2 Calidad forrajera.....	33
4.3 Análisis de Costos.	35
CAPÍTULO V	37
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	37
5.1 Conclusiones	38
5.2 Recomendación	38
CAPITULO VI.....	39
BIBLIOGRAFIA	39
CAPITULO VII	47
ANEXOS	47

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1 Condiciones meteorológicas en la finca experimental “La María” UTEQ	18
Tabla 2 Factores bajo estudio del ensayo experimental.	19
Tabla 3 Esquema del experimento con los tratamientos, repeticiones y unidades experimentales.	20
Tabla 4 Esquema del análisis de varianza.	22
Tabla 5 Efecto de la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la producción forrajera del cultivo de M. oleífera.	32
Tabla 6 Efecto de la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la calidad forrajera de la M. oleífera. Datos expresados en base seca con humedad promedio al 10%.	34
Tabla 7 Análisis de costos (\$) de los tratamientos.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 matriz Ishikawa para planteamiento del diagnostico	5
Figura 2 Efecto de la interacción frecuencia de corte por Distancia de siembra sobre la producción de forraje seco total.....	29
Figura 3 Efecto de la interacción frecuencia de corte por Distancia de siembra sobre la relación tallo/hoja	30
Figura 4 Efecto de la interacción frecuencia de corte por Distancia de siembra sobre el porcentaje de mortalidad.....	31
Figura 5 Efecto de la interacción frecuencia de corte por altura de rebrote sobre el porcentaje de proteína	33

CODIGO DUBLIN

Título:	Distancias de siembra, frecuencias de corte y altura de rebrote en la producción y calidad del forraje de moringa (<i>Moringa oleífera</i>),			
Autor:	Michele Karolina Montecé Lozano			
Palabras claves:	Forraje fresco	Forraje seco	Relación tallo::hoja	Digestibilidad in vitro
Fecha de publicación:				
Editorial:				
Resumen:	Con el objeto de evaluar distancia de siembra. (20 x 10, 20 x 20 y 20 x 50 cm), frecuencias de corte (40, 55 y 70 días) y altura de rebrote (30 y 40 cm.) en la producción y calidad del forraje de <i>M. oleífera</i>, se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial de 3x3x2 y 3 repeticiones. Se determinó la producción de forraje influenciadas por las distancias de siembra, frecuencias de corte y altura de rebrote obteniendo mayores resultados: a 20x10cm., 70 días y 40 cm en producción de forraje fresco y seco total (53.45 t/ha y 13.09 t/ha) con ($P < 0.001$), en relación tallo/hoja fueron a 20x50cm, 70 días y 40 cm (2.65 g/g) con ($P < 0.01$) y el porcentaje de mortalidad (16.64) se presentó a 20x10 cm, 70 días y 40 cm con ($P < 0.01$) considerando que no hubo significancia en la frecuencia de corte. La calidad de forraje se presentó a 20x10cm, 40 días y 30 cm. por tener el más alto contenido de proteína bruta, el más bajo contenido de FND y FAD y el mayor porcentaje de DIVMS (digestibilidad in vitro de materia seca) el mismo que está dentro de los forrajes de alta calidad.			

	In order to evaluate planting distance. (20 x 10, 20 x 20 and 20 x 50 cm), cut-off frequencies (40, 55 and 70 days) and regrowth height (30 and 40 cm.) In the production and quality of the oil-bearing forage, was used a randomized block design with factorial arrangement of 3x3x2 and 3 repetitions. Forage production was determined influenced by planting distances, cutoff frequencies and regrowth height, obtaining greater results: at 20x10cm, 70 days and 40 cm in production of total fresh and dry fodder (53.45 t / ha and 13.09 t / ha) with (P <0.001), in relation stem / leaf they were at 20x50cm, 70 days and 40 cm (2.65 g / g) with (P <0.01) and the percentage of mortality (16.64) was presented at 20x10 cm, 70 days and 40 cm with (P <0.01) considering that there was no significance in the cutoff frequency. Forage quality was presented at 20x10cm, 40 days and 30cm. for having the highest content of crude protein, the lowest content of FND and FAD and the highest percentage of DIVMS (in vitro digestibility of dry matter) the same that is within the forages of high quality. Keywords: Fresh fodder, dry fodder, stem: leaf ratio, in vitro digestibility
Descripción:	
URI:	

INTRODUCCIÓN.

La producción de pastos y forrajes está sometida a variaciones pluviométricas que se traducen en problemas de baja disponibilidad y baja calidad durante todo el año, pero principalmente en la época de seca, haciendo deficiente la producción ganadera (1).

Frente a esta situación hay especies arbustivas como *Moringa oleífera* que es una alternativa producir pastos durante todo el año, es un árbol originario del sur del Himalaya, nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta y en América Central fue introducida en los años 1920 (2).

Se trata de un árbol perenne pero poco longevo que a lo sumo puede vivir 20 años, aunque se han obtenido variedades en la India que son anuales. Es una especie de muy rápido crecimiento, crece en lugares con precipitación que varía desde 250 hasta 3000 mm de lluvia. La planta se adapta a suelos pesados, suelos con poca capacidad de retención de humedad y hasta en aquellos que presentan poca actividad biológica (3) (4) (5).

La Moringa tolera un amplio rango de condiciones climáticas y de suelo. Crece en lugares con precipitación que varía desde 250 hasta 3,000 mm de lluvia. La planta puede desarrollarse muy bien en condiciones de mucha precipitación que oscila entre 3,500 a 4,000 mm anuales, en alturas de hasta 1,110 msnm. La planta se adapta a suelos duros o pesados, suelos con poca capacidad de retención de humedad y hasta en aquellos que presentan poca actividad biológica. En términos generales, el terreno donde se planta debe poseer un buen drenaje ya que esta planta no soporta el encharcamiento. Cuando la planta encuentra condiciones óptimas de humedad y nutrientes puede crecer hasta más de tres metros en nueve meses (6). En su uso para la alimentación animal, la moringa es uno de los forrajes más completos al ser rica en proteínas, vitaminas y minerales, junto con una excelente palatabilidad. Es consumida por todo tipo de animales: aves, camellos, cerdos, rumiantes o incluso peces herbívoros (7) (8) (9).

La Moringa tiene un excelente valor nutritivo, diversos autores reportan contenidos de proteína cruda en un rango de 17-26.8%, Fibra detergente neutro de 321.2-521 kg⁻¹ MS y Fibra ácido detergente 223.5-361 kg⁻¹ MS (9). Datos de digestibilidad In Vitro de la

Materia seca en hojas y tallos de 79 y 57% respectivamente y energía metabolizable de 2.27 Mcal kg⁻¹ MS (10).

El cultivo de moringa se convierte en una estrategia potencial de los pequeños y medianos productores, para incrementar la disponibilidad y calidad de los alimentos para rumiantes (11). Estos materiales poseen alto rendimiento de forraje (12) (13), pueden tolerar mejor el mal manejo y tienen capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad (14)y (15) en localidades de sequía prolongada (16).

En ensayos realizados en diversas partes del mundo con ganado vacuno, porcino, ovino, caprino u avícola se han verificado importantes incrementos en el rendimiento, tanto de ganancia de peso como de producción de leche. Los resultados más espectaculares se dan en animales con una dieta deficiente en proteínas, frente a otros con dieta equilibrada (17).

Se han realizado investigaciones como factor simple para medir la producción de forraje de moringa como un alimento alternativo para animales durante todo el año como: el efecto de la altura de rebrote (18), distancia de siembra (19), ecotipo y frecuencia de corte (20), pero la obtención de resultados se presenta de forma aislada y si se desea valorar mejor la producción de este cultivo se debe hacer estudios como factores integrados.

Ante la sequía del verano que provoca escases de pastos, una alternativa para solucionar esta problemática es el cultivo de *moringa oleífera*; ella se puede adaptar a las adversidades de escases de agua y ofrecernos grandes bondades nutritivas, por ello es necesario generar información que contribuya a maximizar los rendimientos de dicho cultivo bajo distanciamientos de siembra, diferentes edades y altura de corte utilizando los rebrotes para la alimentación animal.

El objetivo de este trabajo será evaluar distancias de siembra, frecuencias de corte y altura de rebrote en el cultivo de moringa y su efecto en la producción y la calidad de forraje.

CAPITULO I

CONTEXTUALIZACION DE LA INVESTIGACION

1.1. Problema de investigación.

1.1.1. Planteamiento del problema.

En la región tropical existen dos épocas: la lluviosa con abundante pasto y la seca donde muy poco de ellos sobreviven provocando desbalance productivo en animales que dependen de este alimento (21).

Por su naturaleza como potencial forrajero y distribución natural, muchas especies arbóreas y arbustivas en condiciones tropicales son utilizadas como componentes multipropósito (22). Recurso que implica ventajas en la alimentación ganadera y que constituye una opción necesaria a desarrollar en el presente y futuro de la región tropical. Su biomasa es utilizada en pastoreo, corte y acarreo en numerosas prácticas de producción ganaderas y en especies de rumiantes; además de constituir la base de numerosos protocolos y acciones específicas de centros de investigación.

La producción de pastos y forrajes está sometida a variaciones pluviométricas que se traducen en problemas de baja disponibilidad y baja calidad durante todo el año, pero principalmente en la época de seca, originando una disminución en la eficiencia de producción de los rebaños- Una estrategia potencial de los pequeños y medianos productores, para incrementar la disponibilidad y calidad de los alimentos para rumiantes puede ser a través de la utilización de especies forrajeras como la moringa Oleífera (23).que tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción animal, el rendimiento de forraje es alto, pueden tolerar mejor el mal manejo y tienen capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en localidades de sequía prolongada, (16). Son de fácil propagación y no requieren de tecnología avanzada, ni de gran cantidad de insumos externos.

Diagnóstico.

Determinación de causas principales, secundarias y terciarias de la realidad donde se origina el problema

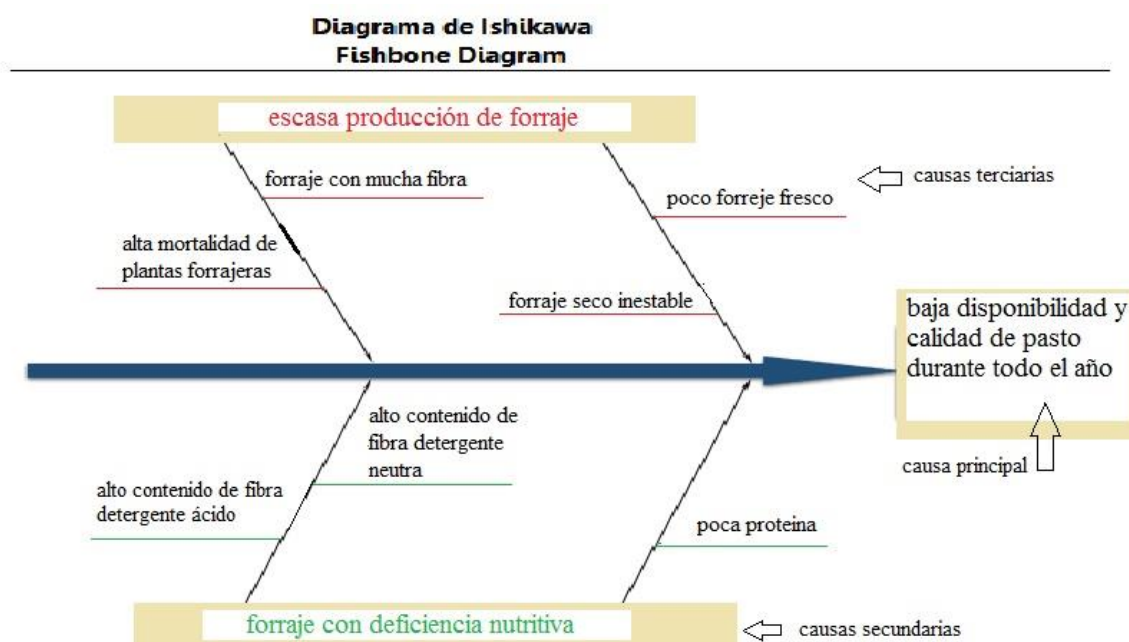


Figura 1 matriz Ishikawa para planteamiento del diagnostico

Pronóstico.

La baja disponibilidad de pastos obliga a los ganaderos a vender sus animales por la excesiva demanda. Esta situación causa un aumento en la cantidad de animales en el mercado provocando un precio de venta bajo. Además por la escases de pastos el productor en muchas ocasiones tiene que utilizar de manera desmedida los potreros, mismos que se ven afectados ya sea en cuanto al pisoteo, floración tardía, contaminación excesiva por excretas de los animales, entre otras, esto se ve reflejado en animales desnutridos.

1.1.2. Formulación del problema.

¿Cuánto afecta la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la producción y calidad del forraje de Moringa oleífera?

1.1.3. Sistematización del problema.

- 1.- ¿Cuánto afecta la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la producción del forraje de Moringa oleífera?
- 2.- ¿Cuánto afecta la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la calidad del forraje de Moringa oleífera?

1.2. OBJETIVOS.

1.2.1. Objetivo general.

- Evaluar el efecto de la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la producción y calidad del forraje de *Moringa Oleífera*

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la producción forrajera del cultivo de *Moringa Oleífera* bajo diferentes distancias de siembra (20 x 10; 20 x 20 y 20 x 50 cm.), frecuencia de corte (40, 55 y 70 días) y altura de rebrote (30 y 40 cm).
- Valorar la Calidad del forraje del cultivo de *Moringa Oleífera* bajo diferentes distancias de siembra (20 x 10; 20 x 20 y 20 x 50 cm.), frecuencias de corte (40, 55 y 70 días) y altura de rebrote (30 y 40 cm).
- Realizar el análisis económico de los tratamientos.

1.3. Justificación.

En Ecuador existen muchas ganaderías que utilizan pastos para alimentar sus animales; siendo algunos de estos muy sensibles a las sequías que se dan en época de verano dejando los pastizales casi áridos, pero existen algunas especies forrajeras con buenas características nutricionales y buenos rendimientos como la moringa Oleífera que puede adaptarse a las condiciones climáticas adversas del verano.

La distancia de siembra permite obtener una producción de forraje que depende de las medidas entre plantas e hilera debido a la cantidad de plantas en un mismo espacio. La frecuencia de corte hace que la producción de forraje incida en su calidad y peso en la biomasa. Además la altura de rebrote es muy importante en la velocidad de crecimiento de la planta por las reservas de carbohidratos que almacena en el tallo cortado.

Por tal situación se hace necesario investigar esta planta como forrajera para aprovechar al máximo su producción y nutrientes.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco Conceptual.

2.1.1. Moringa.

Moringa Oleífera es una planta arbustiva arbórea originaria del Norte de la India y el Sur de África que pertenece a la familia de la Moringácea, es de crecimiento rápido ya que puede alcanzar una altura de 3 m en su primer año de vida pero como adulta promedia lo 15 a 18 m de altura y su edad productiva es de 20 años (24).

2.1.2. Forraje verde.

Existe acuerdo en la bibliografía que el principal parámetro que define la calidad del forraje es la digestibilidad de la materia seca. Sin embargo no existe un método de referencia para determinar dicho parámetro, ni una norma que especifique que parámetros se tienen que evaluar para determinar la calidad de un forraje. Algunos autores consideran que la calidad es una propiedad del forraje, otros que es el resultado de la respuesta del forraje al ambiente y/o manejo, y otros consideran que debe incluir la respuesta animal o el consumo. También algunos laboratorios no determinan la digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS) y la estiman con una fórmula a partir de la fibra detergente ácida (FDA), Se considera que un forraje tiene alta calidad cuando tiene aproximadamente 70% de digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB). Por lo contrario, en uno de baja calidad la DIVMS disminuye a menos del 50%, la FDN sube a más del 65% y la PB baja a menos del 8%. El uso más común de la DIVMS es para estimar el contenido de energía metabolizable (EM) del alimento. Según las normas inglesas de alimentación dicha conversión se realiza en forma simplificada con la siguiente ecuación (25).

$$\% \text{ DIVMS} = 88.9 - (\% \text{ FDA} \times 0.779) = \text{EM} = 3.61 \times \text{DIVMS}$$

2.1.3. Materia seca.

Es la parte que contiene los alimentos después de haberles extraídos la mayor cantidad de agua que los componen, en ella se encuentra los nutrientes si a esta parte de alimentos se somete a altas temperaturas, nos queda una porción que se quema (compuestos orgánicos) y otra queda en forma de cenizas (compuestos inorgánicos).

2.1.4. Proteína.

Son un grupo de compuestos orgánicos, de aproximadamente 20 aminoácidos diferentes, siendo estas las partes principales de cada célula viva. La principal fuente son las hojas, hierbas y forrajes. En los trópicos existen problemas por que las hierbas y gramíneas no tienen suficiente proteína para una alimentación adecuada de las ovejas (26). La proteína

limita severamente los procesos productivos cuando su concentración en el forraje consumido baja del 7% (27).

2.1.5. Calidad de forraje.

Las pasturas presentan una gran variación en calidad en sus distintas etapas de crecimiento y en las diferentes fracciones de la planta. Estas diferencias se deben además a la variabilidad en las condiciones ambientales (suelo-clima), al material genético y al manejo (riego-fertilización). Cuando se hace referencia a forrajes de alta calidad, es porque los mismo tienen moderados a elevados tenores proteicos (más del 12%) y bajos a moderados niveles de fibra (28% a 60%) pero cuya digestión es elevada (más del 60% de digestibilidad). Los forrajes de baja calidad se encuadran en una caracterización opuesta (bajos niveles proteicos y elevados tenores de fibra poco digestible). Por manejo pueden perder nutrientes, digestibilidad y consumo en poco tiempo (28).

2.1.6. Rendimiento del forraje.

El rendimiento es el resultado de un sinnúmero de factores biológicos, ambientales y de manejo que se da al cultivo, los cuales al relacionarse positivamente entre si da como resultado una mayor producción por hectárea, determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio unido al potencial genético de la variedad (29). Según (8) la densidad de un millón de plantas por hectárea se considera como la óptima, por la producción de biomasa fresca, costo de siembra, manejo del corte y control de malezas; (30) consideran 500 mil plantas por hectárea con cortes cada 45 días en épocas de lluvia y cada 60 días en época seca como las óptimas para la producción de biomasa fresca obteniendo una producción de forraje verde de 68 t/ha equivalentes a 15 t de MS/ha/año; sin riego y sin fertilizar en el caso de densidad con más de un millón plantas/ha se crea una mayor competencia entre las plantas vía fototropismo resultando perdidas de plántula de hasta 20-30% por corte lo que produce perdidas de material productivo por área.

2.1.7. Valor nutritivo.

Según (31) el forraje puede ser una buena fuente de proteína para la alimentación animal ya que contiene entre 15.6 y 29% en base seca con un alto contenido de proteína sobre pasante, 47%, de la proteína total y la DIVMS es de 79%. El árbol recién cosechado tiene un contenido de 83% de humedad con un equivalente de 13-20 ton de PB/ha (8). Considerado como uno de los mejores vegetales perennes. Sus hojas poseen un alto contenido en proteína, cantidades significativa de Ca y vit. C y otros elementos lo que se asemeja al valor nutritivo de la naranja o el doble de leche de vaca.

2.2. Marco Referencial.

2.3. Fundamentación de la investigación.

2.3.1. Origen y distribución.

La Moringa oleífera es originaria del sur del Himalaya, noreste de la India, Pakistán, Bangladesh, Arabia Saudita y Afganistán y se ha naturalizado en la mayoría de los países tropicales (32) (2). La moringa fue introducida en América por el intercambio de plantas realizado por los españoles con la Nao de Filipinas (33) habiéndose encontrado referencias a esta especie en envíos de 1782, 1793, 1797 y 1872. En la actualidad su cultivo en Iberoamérica está en auge. Abarcando desde California, hasta Argentina, pasando por Chile, Arizona y Florida (34).

2.3.2. Importancia.

El uso de esta planta como forrajera se debe a sus buenas características nutricionales y a su alto rendimiento en producción de biomasa fresca (35) (36). Una característica importante de la moringa es el alto contenido de proteína en sus hojas, constituyendo hasta el 30% de su peso seco (37) (38).

2.3.3. Taxonomía.

Reino: Plantae

Orden: Brassicales

Clase: Eudicotyledoneae

Familia: Moringaceae

Género: *Moringa*,

Especie: *moringa oleífera* (39) (40).

2.4. Descripción botánica.

La raíz principal es de tipo pivotante y globosa, mide varios metros lo que le permite tener cierta resistencia a la sequía. Cuando se le hacen cortes, produce una goma de color rojizo parduzco (25).

Flores bisexuales de 1.0-3.3 x 0.4-1.0 cm, en inflorescencias racimosas; con cinco sépalos y cinco pétalos de color blanco o cremoso, frecuentemente con pequeños matices rojizos en la base; cinco estambres fértiles con anteras amarillas, y cinco estambres estériles sin anteras; estilo delgado; peciolo verdes, que pueden tornarse en color morado, al igual que la vaina fresca (41). Un árbol puede producir entre 300 a 1.600 vainas anualmente (25) (42).

2.4.1. Hábitat.

Moringa es una planta que se adapta principalmente a las zonas cálidas, que no presentan heladas, (38) adecuándose a los climas tropicales y subtropicales (43). Por ser una planta de origen tropical, se desarrolla en climas semiáridos, semi-húmedos y húmedos. La moringa crece bien en alturas que van desde el nivel del mar hasta los 1200 m de altitud y prospera en temperaturas altas, considerándose óptimas para un buen comportamiento las que están entre 24 y 32°C (44).

El agua afecta el crecimiento y desarrollo de las plantas ya que actúa como constituyente, solvente, responsable de la turgencia celular y reguladora de su temperatura, por lo que la cantidad, frecuencia e intensidad de las lluvias determinan en gran medida la adaptación de una especie forrajera particular a un ambiente determinado. La *Moringa oleífera* Lam necesita al menos 700 mm anuales, aunque hay reportes de lugares del pacífico de Nicaragua donde con 300 mm crece muy bien. Se ha observado un buen comportamiento en lugares con precipitaciones anuales de 2000 mm (44).

La moringa crece en todo tipo de suelos, duros o pesados, ácidos hasta alcalinos (pH 4,5-8), con poca capacidad de retención de humedad y hasta en aquellos que presentan poca actividad biológica; no obstante, la mejor respuesta en desarrollo y productividad se

obtiene en suelos neutros o ligeramente alcalinos, bien drenados o arenosos y donde el nivel freático permanece prolongado (45).

2.5. Tipos de siembra.

La *Moringa oleífera* se establece fácilmente por material vegetativo o por semillas. Las semillas pueden ser plantadas directamente en el campo o en viveros y no requieren de un tratamiento anterior y las plantaciones mediante material vegetativo se utilizan para cosechar los rebrotes posteriormente. La propagación por semillas es la manera más común y apropiada de sembrar la Moringa (*Moringa oleífera*). La viabilidad del surgimiento de la planta depende, en general, del grado de fertilidad de los árboles productores, para éstos árboles el poder germinativo es de 99.5% y la vigorosidad es de 90% (46) (44).

2.6. Distancia, altura y edad de corte.

Al existir una mayor densidad de siembra (10x10), las plantas en su competencia por la luz solar y otros recursos se alongaron en los primeros estadios, modificando su comportamiento en la medida que la competencia por los recursos naturales disminuyó y esto influyó de diferentes maneras en el desarrollo y crecimiento de las plántulas, comportamiento que tiende a declinar con el tiempo (47).

Sin embargo, (48) al evaluar el efecto de dos distancias de plantación (1 x 0.40 m y 1 x 0.80 m) en el crecimiento del cultivo de la morera (*Morus alba*), encontraron mejor respuesta en la altura de la planta que los referidos en este trabajo.

Se recomienda cortar cada 60 días a unos 25 centímetros por encima del suelo. A los 45 días de su germinación, alcanza una altura de 1,40 metros en su primer corte. La materia verde se cosecha cuando las plantas alcanzan una altura de 50 cm o más (cada 40 - 45 días). Para cosechar, corte a una distancia de 15 a 20 cm sobre el nivel del suelo. Se pueden obtener hasta 8 cosechas anualmente. Con el tiempo el tallo puede alcanzar de 15-20 centímetros de grueso y se volverán leñosos, pero continuará produciendo retoños verdes.

En trabajos de Foidl, (2) se refiere que la moringa posee gran velocidad y capacidad de rebrote, y que el primer corte se debe realizar a los cinco o seis meses después de la siembra. Los cortes posteriores, se sugiere efectuarlos con machete bien afilado, cada 45 d, en la época de lluvia, y cada 60 d en la poca lluviosa, a altura de 20 cm del suelo. Sin embargo, (49) en trabajos realizados se analizaron una altura de corte (10, 20, 30 y 40 cm) y frecuencia de corte (45 y 60 d) en la producción de biomasa para consumo animal, encontraron tendencia al incremento de los valores con respecto al aumento de la altura y la frecuencia de corte.

En este caso, se informaron los mayores valores a la altura de corte de 40 cm y frecuencia de corte de 60 d. Cuando se emplean altas densidades de población, existe tendencia a cosechar entre 10 y 30cm de altura (36) (50). No obstante, la experiencia práctica de técnicos y productores indican que cuando se emplean densidades bajas de siembra es recomendable cosechar a alturas mayores para provocar tallos más gruesos, con número mayor de rebrotes más vigorosos.

Padilla (51) realizó un estudio sobre el corte a diferentes alturas (10, 20 y 30 cm) midiendo la cantidad de materia seca (MS) y dejando las alturas de corte a 20 y 30 cm para los cortes terceros como el más conveniente; mientras que Mackenzia, (52) evaluó las alturas de 20, 60 y 100 cm cortando árboles establecidos, (40), probó las alturas en árboles establecidos de tres y medio años a su actividad natural donde no se aplicó riego alguno que oscilaron cada 20 cm iniciando desde los 20 cm hasta los 100 cm, obteniendo la mejor altura en rendimientos en fresco y seco lo obtuvo la altura de 60 cm, pero el más conveniente para la cosecha resultó la altura de 80 cm.

2.7. Uso como biomasa para la alimentación animal.

Según Rodríguez, la alimentación del ganado bovino, ya sea en ganadería de cría, leche o doble propósito, genera en los productores una alta inversión para lograr óptimos rendimientos, por lo que se han visto en la necesidad de buscar alternativas en lo que respecta en la alimentación animal, y que ésta cubra los requerimientos nutricionales de la dieta diaria, especificó Bastardo (53).

Cuando se inicia la alimentación con Moringa es posible requerir de un periodo de adaptación, mezclándolo con otros alimentos que se le ofrece al ganado. El Moringa se puede utilizar como un complemento proteínico o sustituto completo. En las investigaciones del uso de Moringa *oleífera* Como forraje fresco para la alimentación de ganado, es de un 10% con respecto al concentrado.

Según Foidl, (54) se ha constatado que suministrando hojas de moringa en un porcentaje del 40-50%, sobre la ración total, la producción de leche en vacas y el incremento de peso en terneros aumentaban en un 30%. También los animales recién nacidos pesaban entre un 13 y un 22% más.

Solo existe información en el uso en Producción Porcina, pero como refuerzo nutritivo, generalmente se utiliza como un complemento nutricional natural en polvo. Aprovecha las propiedades de las plantas que lo componen para compensar la carencia de nutrientes y fortalecer pelo, piel, inmunidad, tendones y ligamentos, correctamente combinadas las hierbas optimizan todo el proceso metabólico y cuidan de la flora intestinal. Por ello, se asimilan Mejor los Nutrientes y se eliminan más rápidamente los desechos que de otro modo tienden a acumularse en el organismo (55).

El consumo de moringa por las aves, se recomienda que sea a través de un concentrado con hojas de moringa, ya que estos animales no toleran bien el consumo de hojas frescas o en polvo. El concentrado (húmedo o liofilizado) se mezcla y muele con los otros componentes del pienso (50).

2.7.1. Cerdos y aves.

Para la alimentación porcina es apto por su alta cantidad de proteína que estos animales demandan; en la Universidad Nacional Agraria, una investigación realizada en la mejora productiva de cerdos, brindándole 30% y 48% como niveles alimenticios en los que incluyeron *moringa*, obtuvieron una GMD de 0.37 y 0.27 kg/día respectivamente el que no supero al testigo debido al concentrado comercial suministrado (56).

2.7.2. Caprinos.

Investigando el consumo de moringa a niveles de inclusión entre: 9%, 27% y 36% como niveles de inclusión de hojas de *Moringa oleífera* suministrado según la ración (57) (58) encontraron consumos de MS de 251, 335 y 311g/día respectivamente, sin embargo, los diferentes niveles de inclusión no afectaron significativamente la ganancia media diaria obteniendo 16.1, 15.0 y 13.6g/día respectivamente.

Por otro lado, (59) al suplementar a cabras ofreciendo hojas de moringa con niveles de 20 y 50% encontraron consumo de MS de 50.9 y 51g/Kg /día, similares al consumo por parte de caprinos que no fueron suplementados (50.69/ kg 0.75/día) las que estuvieron suplementadas tuvieron una ganancia media diaria de 86 y 78 g/día y las que no fueron suplementadas solamente ganaron 55g/día.

La *M. oleífera* representa una alternativa como ingrediente para sustituir parcialmente la harina de pescado en alimentos balanceados para tilapia, debido a su contenido de proteína y carbohidratos. En este país se realizó una inclusión de harina de moringa en el crecimiento de tilapia (*O. mossambicus* x *O. niloticus*) cultivada en agua de mar y su digestibilidad in vivo. Se incluyó harina de la hoja sustituyendo 0, 10, 20 y 30 % de la proteína de la harina de sardina, los resultados sugieren que este ingrediente puede sustituir hasta en un 20 % a la proteína de la harina de sardina, sin afectar el crecimiento de la tilapia.

La digestibilidad de la proteína de la harina de moringa fue de 89 %. Concluyen los autores

Que la harina de moringa puede ser incluida en el alimento sustituyendo parcialmente a la harina de sardina sin afectar el crecimiento de juveniles de tilapia roja (60).

Por el contenido de proteínas, vitaminas, aminoácidos, minerales y carotenos la *Moringa oleífera* se ubica como un suplemento de importancia (debidamente balanceado) en la dieta de ganadería de leche, así como en la dieta de aves, peces, cerdos etc.; así como también para la elaboración de harina proteica y materia prima para fábricas de alimentos balanceados para animales de alta conversión y bajo costo. Mediante el proceso de deshidratación, molienda, acondicionamiento, extruido o peletizado (37).

2.8. Producción forrajera y valor nutritivo.

La producción forrajera de *Moringa oleífera* es entre 24 y 99 ton MS/ha/año, las hojas frescas contienen entre 17 y 27.4% de PB, 2.73 Mcal de EM/kg MS, (61) (62) (63) y son ricas en vitaminas A, B y C, calcio, hierro y en aminoácidos esenciales.

Se consideran 500 mil plantas por hectárea con cortes cada 45 días en épocas de lluvia y cada 60 días en época seca como las óptimas para la producción de biomasa fresca obteniendo una producción de forraje verde de 68 t/ha equivalentes a 15 t de MS/ha/año; sin riego y sin fertilizar en el caso de densidad con más de un millón plantas/ha se crea una mayor competencia entre las plantas vía fototropismo resultando perdidas de plántula de hasta 20-30% por corte lo que produce perdidas de material productivo por área(64) (65).

Se pueden obtener desde 8-10 toneladas de proteína bruta por Hectárea por año, cuando se siembra para producción de forraje de altas densidades de plantación y 4 a 6 cortes al año siendo superior a cualquier otro tipo de forraje (54).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización.

La presente investigación se realizará en la ganadería de la Finca experimental La María, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo ubicada en el km. 7 ½ vía Quevedo-El Empalme.

3.1.1. Condiciones meteorológicas.

Las condiciones meteorológicas donde se realizará la investigación se detallan a continuación:

Tabla 1 *Condiciones meteorológicas en la finca experimental “La María” UTEQ*

Datos meteorológicos	Valores promedio
Temperatura °C	24 °C
Humedad relativa %	78%
Heliofanía horas/luz/año	742 horas/luz/año
Precipitación anual	2230.80 mm
Evaporación (cm³ anual)	938.20
Zona ecológica:	Bosque húmido tropical (bh-T)

Fuente: estación meteorológica del INAMHI ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue de INIAP (2019).

Elaborado por: Michele Montecé

3.2. Tipo de investigación.

La investigación es de tipo exploratoria de campo, la que permitirá una búsqueda de información y aplicación práctica con el cultivo de moringa relacionando su producción forrajera y valor nutritivo haciendo hincapié en la época de verano (época seca) para solucionar problemas de escasez de pasto.

3.3. Métodos de investigación.

3.3.1. Método de observación.

Se realizará una búsqueda de información a través de la observación en textos, internet y otros medios de información para realizar el marco teórico.

3.3.2. Método descriptivo.

Se realizará medidas para describir los efectos de rebrote de forraje y su valor nutritivo que se presentarán al realizar la altura de corte de la planta de moringa con su respectiva distancia de siembra y edad de corte.

3.3.3. Método inductivo.

Se realizará un ensayo (trabajo de campo) de acuerdo a los objetivos planteados en el trabajo de investigación, mediante el cual obtendremos los respectivos resultados y conclusiones.

3.3.4. Método deductivo.

Con los resultados obtenidos del trabajo de campo se contrastará con otras investigaciones para comprobar o desaprobar las hipótesis la misma que determinará la validación del trabajo de investigación.

3.4. Diseño de la investigación.

3.4.1. Factores bajo estudios.

Los factores y niveles de estudio del presente trabajo de investigación se redactan en el tabla 2.

Tabla 2 Factores bajo estudio del ensayo experimental.

Factor A =Altura de corte	Factor D = Distancia de siembra	Factor E = Edad de corte
a1 = 30cm.	d1= 20cm. X 10cm.	e1 = 40 días
a2 = 40cm,	d2= 20cm. X 20cm.	e2 = 55 días
	d3= 20cm. X 50cm.	e3 = 70 días

Elaborado por: Michele Montecé

3.4.2. Esquema del experimento.

El esquema del experimento con sus respectivos tratamientos, descripción, repetición y unidades experimentales se presentan en la tabla 3.

Tabla 3 *Esquema del experimento con los tratamientos, repeticiones y unidades experimentales.*

Tratamiento	Codificación	Descripción	repetición	UE	Total
T1	a1d1e1	30cm. alt. corte + 20cm. x 10cm. dist. siembra + 40 días edad corte	3	1	3
T2	a1d1e2	30cm. alt. corte + 20cm. x 10cm. dist. siembra + 55 días edad corte	3	1	3
T3	a1d1e3	30cm. alt. corte + 20cm. x 10cm. dist. siembra + 70 días edad corte	3	1	3
T4	a1d2e1	30cm. alt. corte + 20cm. x 20cm. dist. siembra + 40 días edad corte	3	1	3
T5	a1d2e2	30cm. alt. corte + 20cm. x 20cm. dist. siembra + 55 días edad corte	3	1	3
T6	a1d2e3	30cm. alt. corte + 20cm. x 20cm. dist. siembra + 70 días edad corte	3	1	3
T7	a1d3e1	30cm. alt. corte + 20cm. x 50cm. dist. siembra + 40 días edad corte	3	1	3
T8	a1d3e2	30cm. alt. corte + 20cm. x 50cm. dist. siembra + 55 días edad corte	3	1	3
T9	a1d3e3	30cm. alt. corte + 20cm. x 50cm. dist. siembra + 70 días edad corte	3	1	3

T10	a2d1e1	40cm. alt. corte + 20cm. x 10cm. dist. siembra + 40 días edad corte	3	1	3
T11	a2d1e2	40cm. alt. corte + 20cm. x 10cm. dist. siembra + 55 días edad corte	3	1	3
T12	a2d1e3	40cm. alt. corte + 20cm. x 10cm. dist. siembra + 70 días edad corte	3	1	3
T13	a2d2e1	40cm. alt. corte + 20cm. x 20cm. dist. siembra + 40 días edad corte	3	1	3
T14	a2d2e2	40cm. alt. corte + 20cm. x 20cm. dist. siembra + 55 días edad corte	3	1	3
T15	a2d2e3	40cm. alt. corte + 20cm. x 20cm. dist. siembra + 70 días edad corte	3	1	3
T16	a2d3e1	30cm. alt. corte + 20cm. x 50cm. dist. siembra + 40 días edad corte	3	1	3
T17	a2d3e2	40cm. alt. corte + 20cm. x 50cm. dist. siembra + 55 días edad corte	3	1	3
T18	a2d3e3	40cm. alt. corte + 20cm. x 50cm. dist. siembra + 70 días edad corte	3	1	3
TOTAL					54

Elaborado por: Michele Montecé

3.4.3. Diseño experimental.

En el presente ensayo se empleará un diseño completamente al azar (DCA) en arreglo trifactorial, como primer factor, distancia de siembra (20x10; 20x20; y 20x50 cm), como segundo factor frecuencia de corte (40, 55, 70 días), y tercer factor, altura de corte (30cm

y 40cm) con tres repeticiones. Para establecer las medias entre tratamientos se empleará la prueba de rangos múltiples de Tuckey ($P < 0.05$).

3.4.4. Esquema de análisis de varianza (ADEVA).

Para la interpretación de los resultados se utilizará el análisis de varianza cuyo esquema se presenta en la tabla 4.

Tabla 4 Esquema del análisis de varianza.

Fuente de variación		Grados de libertad
Tratamientos	t-1	17
Factor A (altura de corte)	a-1	1
Factor D (distancia de siembra)	d-1	2
Factor E (edad de corte)	e-1	2
Interacción AxD	(a-1)(d-1)	2
Interacción Ax E	(a-1)(e-1)	2
Interacción Dx E	(d-1)(e-1)	4
Interacción AxDxE	(a-1)(d-1)(e-1)	4
Error experimental	axdxe(r-1)	36
TOTAL	axdxexr-1	53

Elaborado por: Michele Montecé

3.4.5. Análisis estadístico.

Los datos obtenidos serán analizados y procesados a través de software libre, aplicando la prueba de Kolmogorov–Smirnov y prueba de Bartlett, para determinar la distribución normal de los datos y la homogeneidad de varianza, respectivamente. Se aplicó un análisis de varianza de clasificación de los factores con cada variable de resultados para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados y se aplicó la prueba de Tuckey para la comparación múltiple de medias para $P < 0.05$

3.4.6. Modelo matemático.

Las fuentes de variación para este ensayo se efectuaron con un modelo DCA con un arreglo factorial 2x2x3, con 3 repeticiones cuyo esquema es el siguiente (67):

$$Y_{ijk} = U + A_i + D_j + E_k + (A*D)_{ij} + (A*E)_{ik} + (D*E)_{jk} + (A*D*E)_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijk} = el total de una observación

U = valor de la media general de la población

A_i = efecto de la altura de corte

D_j = efecto de la distancia de siembra

E_k = efecto de la edad del corte

$(A*D)_{ij}$ = interacción del factor altura de corte con distancia de siembra

$(A*E)_{ik}$ = interacción del factor altura de corte con edad de corte

$(D*E)_{jk}$ = interacción del factor distancia de siembra con edad de corte

$(A*D*E)_{ijk}$ = efecto de los niveles altura de corte, distancia de siembra y edad de corte

E_{ijkl} = efecto del error experimental.

3.5. Mediciones experimentales.

3.6. Variables a Evaluar.

Las variables a medir para determinar la producción del forraje de *Moringa oleífera* son los siguientes:

1. Forraje fresco total (FFT).

- Se cortó las plantas en el área efectiva de la parcela de acuerdo a los tratamientos y se pesó, se calculó por hectárea la producción.

2. Forraje seco total (FST).

- Se seleccionó una muestra de 250 g, se colocó en la estufa por 48 horas a 65°C. y se calculó el rendimiento en porcentaje y luego por conversión en base seca de forraje fresco total por hectárea se obtuvo la producción

3. Relación tallo::hoja (R-T/H).

- Se separó las hojas y las ramas y se procedió al pesaje.

4. Porcentaje de mortalidad (M%).

- Se contó las plantas efectivas cortadas del total de las plantas sembradas en el área efectiva por cada tratamiento

Las variables a medir para valorar la calidad del forraje de *Moringa oleífera* son los siguientes:

1. Proteína cruda (PC).

Se utilizó el método Kjeldah, para determinar nitrógeno y se multiplicó por 6.25.

- Pesar aproximadamente 0.3 gr. de muestra prepara sobre un papel exento de Nitrógeno y colocarle en el micro-tubo digestor.
- Añadir al micro-tubo una tableta catalizadora y 5 ml. de ácido sulfúrico concentrado.
- Colocar los tubos de digestión con las muestras en el block-digest con el colector de humos funcionando.
- Realizar la digestión a una temperatura de 350 a 400° C y un tiempo que puede variar entre 1 y 2 horas.
- Al finalizar, el líquido obtenido es de un color verde o azul transparente dependiendo del catalizador utilizado.
- Dejar enfriar la muestra a temperatura ambiente.
- Evitar la precipitación agitando de vez en cuando.
- En cada micro- tubo adicionar 15 ml. de agua destilada
- Colocar el micro-tubo y el matraz de recepción con 50 ml. de ácido Bórico al 2% en el sistema de destilación kjeltec.
- Encender el sistema y adicionar 30 ml. de hidróxido de sodio al 40%, cuidando que exista un flujo normal de agua.
- Recoger aproximadamente 200 ml. de destilado, retirar del sistema los accesorios y apagar.
- Del destilado recogido en el matriz colocar tres gotas de indicador.
- Titular con ácido clorhídrico 0.1 N utilizando un agitador mecánico.
- Registrar el volumen de ácido consumido.

2. Fibra detergente neutra (FDN).

- Se llevaron a cabo por los métodos descritos por (66)
- Calentar el reactivo en la placa calentadora (accesorios 4000634 o similar) a una Tª de 95 -1000C.

- Llenar los crisoles con las muestras molidas y situarlo en la “gradillas porta-crisoles “(4). Esta gradilla se puede figar en la parte frontal de la unidad principal. Mediante la “asa de crisoles” Recoger los crisoles e introducirlos en la unidad principal frente a las resistencias (6). Bajar la palanca de fijación (5) y bajar la palanca reflectora.
- Situar los mandos de la válvula (5) en posición “OFF”.
- Abrir el grifo de entrada de agua refrigerante. Caudal entre 1 y 2 litros/minuto.
- Accionar el interceptor principal (POWER) (9), el piloto ámbar se iluminara. El potenciómetro (7) en posición “Off”

3. Fibra detergente ácida (FDA).

- Asegurarse que las válvulas están en la posición “cerrado” Añadir 100-150 de H_2SO_4 caliente en cada columna y unas gotas de anti-espumante
- Abrir el circuito de refrigeración y activar las resistencias calefactoras. (potencial 90%)
- Esperar a que hierva, reducir la potencial al 30% y dejar hervir durante el tiempo de extracción (30min a 1h. dependiendo del material). Para una hidrólisis más efectiva accionar la bomba de aire en la posición “Soplar”
- Para la calefacción Abrir el circuito de vacío y poner los mandos de las válvula en posición “Adsorción”. Lavar con agua destilada y filtrar. Repetir este proceso tres veces.

4. Digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS).

- Se estimó con una fórmula a partir de la fibra ácida detergente (FDA), (14).

$$\% \text{ DIVMS} = 88.9 - (\% \text{ FDA} \times 0.779)$$

3.7. Procedimiento experimental

3.7.1. Descripción del experimento

El terreno se preparó con un pase de arado y dos de rastra, luego se establecieron parcelas de 1.5 x 2 m, con separaciones de 2 m entre parcelas. Posteriormente se efectuó la siembra a las distancias establecidas para el experimento. Se realizó una fertilización base y se aplicó riego por microaspersión de acuerdo a las necesidades. Se realizó un control manual de malezas y un corte de uniformización a los tres meses de la siembra y a partir

de ese día se procedió a realizar los tratamientos. El experimento se llevó a cabo en el periodo: Junio a diciembre de 2018.

3.8. Análisis económico.

Se determinó mediante la metodología de costo/beneficio, para lo cual se tuvo en cuenta el valor del incremento de peso y el costo del alimento consumido para cada tratamiento durante el periodo experimental.

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\text{Ingreso neto del tratamiento}}{\text{Costo total del tratamiento}} \times 100$$

3.9. Recursos Humanos y Materiales.

3.9.1. Reactivos.

- Bolsa de filtro ANKOM
- Solución de detergente neutro
- Alfa amilasa
- Solución de detergente ácido
- Antiespumante, Octanol
- Ácido sulfúrico al 72 %
- Ácido sulfúrico concentrado H_2SO_4 al 96% ($d= 1,84$)
- Solución de Hidróxido de Sodio al 35% o Hidróxido potasio KOH
- Solución de Ácido Bórico al 2% (HBO_3)
- Solución de Ácido Clorhídrico 0. 1 N (HCl), debidamente Estandarizada
- Tabletas Catalizadoras J.P. SELECTA, s.a. (Block 40 plazas-Digestivas)
- Indicador Kjeldahl o fenolftaleína
- Agua destilada
- papel exento de Nitrógeno
- Acetona

3.9.2. Materiales de oficina.

- Computador
- Lapiceros
- Cuaderno de notas

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Producción forrajera.

En la tabla 5. La producción de FFT y FST fue diferente ($P < 0.001$) en la DS, FC y AR, la que varió de forma inversa con la distancia de siembra, observándose que cuando la distancia pasa de 20x10 a 20x50 cm, la producción de FFT y FST disminuyó 11.25 y 2.67 t/ha, respectivamente, al existir una menor distancia de siembra aumenta los rendimientos (Sosa *et al.* 2017 y Perez *et al.* 2010) porque hay mayor cantidad de plantas, pero esta población se limita hasta 1 millón de plantas por ha debido a la competencia entre ellas y por vía fototropismo en donde unas alcanzan su desarrollo normal y otras se atrofian, adicionando que los tallos son bien delgados debilitando la producción. Con FC de 40 días a 70 días la producción de forraje fresco y seco total aumenta 23.73 y 3.26 t/ha respectivamente, es así que al prolongar la frecuencia de corte aumenta la producción de forraje (Ledea *et al.* 2017; Jarquín *et al.* 2003 y Meza *et al.* 2016), al utilizar la edad de 70 días para el corte hubo mayor tamaño y por ende más peso de la planta, pero a medida que se avanza la FC provocó mayor cantidad de hojas muertas obteniendo tallos con pocas hojas, mientras que a menos de 40 días de FC la producción es muy baja con relación a las otras FC.

La diferencia de altura de rebrote desde 30 a 40 cm presenta un aumento en la producción de forraje fresco y seco total de 1.67 y 0.76 t/ha respectivamente, por lo que a 40 cm de AR la producción de forraje es mejor, probablemente concentra más cantidad de carbohidratos en el tallo cortado los mismos que sirven de reserva para el rebrote de las nuevas plantas.

Se observa en la figura 2. interacción FC por DS, en la producción de FST al variar la DS 20 x 10 cm a 20 x 20 cm y de 20 x 20 a 20 x 50 cm con FC de 55 y 70 días. La DS 20 x 10 cm tuvo mayor producción de FST a los 70 días, mientras que la distancia de siembra 20 x 20 cm fue mayor a los 55 días y la distancia de siembra 20 x 50 cm tuvo menor producción de FST a los 40 días.

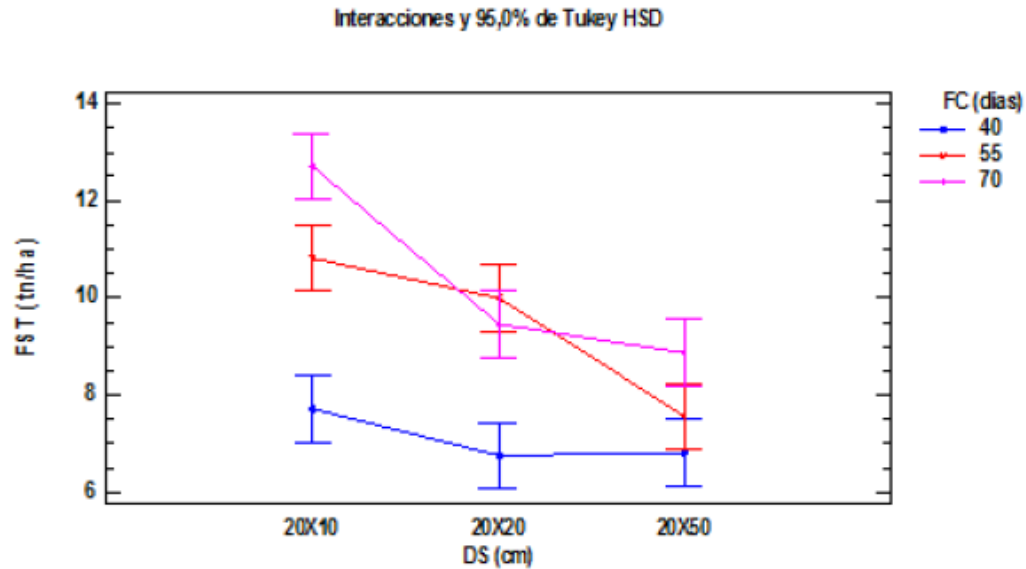


Figura 2. Efecto de la interacción frecuencia de corte por Distancia de siembra sobre la producción de forraje seco total.

En la relación tallo/hoja se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote, en distancia de siembra: 20x10 el índice tallo/hoja es 2.06 g/g, cuando la distancia de siembra es 20x20 el índice tallo/hoja es 2.19 g/g y cuando la distancia de siembra es 20x50 el índice es 2.33 g/g, esto indica que a menor distancia de siembra presenta un menor grosor de tallos en relación de las hojas probablemente provocado por un mayor proceso fotosintético a menor densidad poblacional, este resultado coincide con los de (Sosa *et al.* 2017). Con frecuencia de corte de 40, 55 y 70 días el cociente de tallo/hoja es 2.41; 2.17 y 2 g/g respectivamente, como resultado se indica que al prolongar la frecuencia de corte disminuye la relación tallo/hoja siendo la mejor a los 40 días, estos resultados coinciden con los de (Ledea *et al.* 2017; Sosa *et al.* 2017 y Herrera 2004). La altura de rebrote con 30 y 40 cm produce una relación tallo/hoja de 2.16 y 2.22 g/g respectivamente. Esto es, a mayor altura de rebrote hay mayor producción de tallo con relación a las hojas probablemente por comportamiento fisiológico de la planta debido al proceso fotosintético en el tallo cortado, esto coincide con estudios de efecto de altura en plantas de moringa realizado por (Padilla 2014 y Herrera 2008).

En la figura 3. Se observa interacción de FC por DS, en la relación tallo/hoja a los 55 días de FC. A los 40 y 70 días de FC la DS 20 x 50 cm tuvo mayor Relación tallo/hoja y menor

con DS 20 X 10cm, mientras que con FC a los 55 días las DS 20 x 20 cm y 20 x 50 cm tuvieron comportamiento semejante y mayores que a la DS 20 x 10 cm.

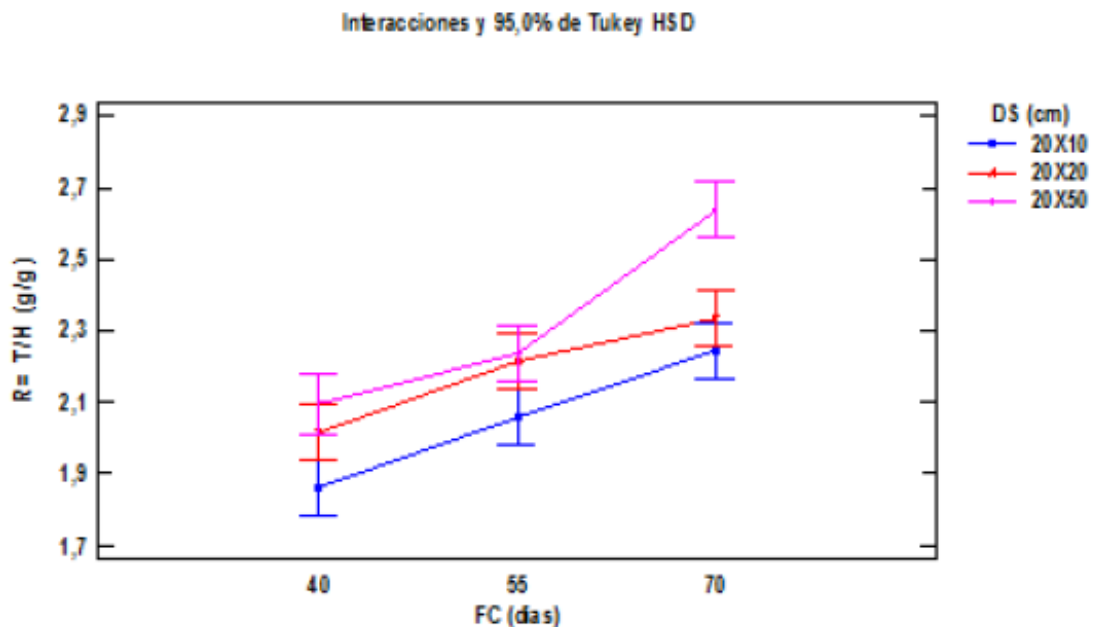


Figura 3 Efecto de la interacción frecuencia de corte por Distancia de siembra sobre la relación tallo/hoja

Para el porcentaje de mortalidad, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$) en distancia de siembra, no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) para frecuencia de corte y diferencias muy significativa ($P < 0.01$) para altura de rebrote. Es así que, a distancia de siembra: 20x10; 20x20 y 20x50 cm. el porcentaje de mortalidad es 15.62; 14.23 y 10.07 respectivamente, puede ser que a altas densidades de siembra las plantas acumulan más humedad causando la proliferación de hongos y la competencia por luz y nutrientes cuyo efecto es la pérdida de plantas, estos resultados coinciden con los de (Reyes 2004 y Pérez *et al.* 2010). La frecuencia de corte no incide en la mortalidad de las plantas. Respecto a la altura de rebrote de la planta a los 30 y 40 días presenta porcentaje de mortalidad 14.20 y 13.32. lo que indica que a menor altura de rebrote mayor es el porcentaje de mortalidad de las plantas. Probablemente se debe a la menor resistencia del ataque de hongos en las plantas con menor altura de corte lo que provoca mayor pérdida de plántulas.

Se observa en la figura 4. interacción FC por DS, en el porcentaje de M al variar la DS 20 x 10 cm a 20 x 20 cm y de 20 x 20 a 20 x 50 cm con FC de 40, 55 y 70 días. La DS 20 x 10 cm tuvo mayor porcentaje de M a los 40 días, mientras que a la distancia de siembra

20 x 20 cm fue mayor a los 55 días y la distancia de siembra 20 x 50 cm tuvo menor porcentaje de M a los 40 días.

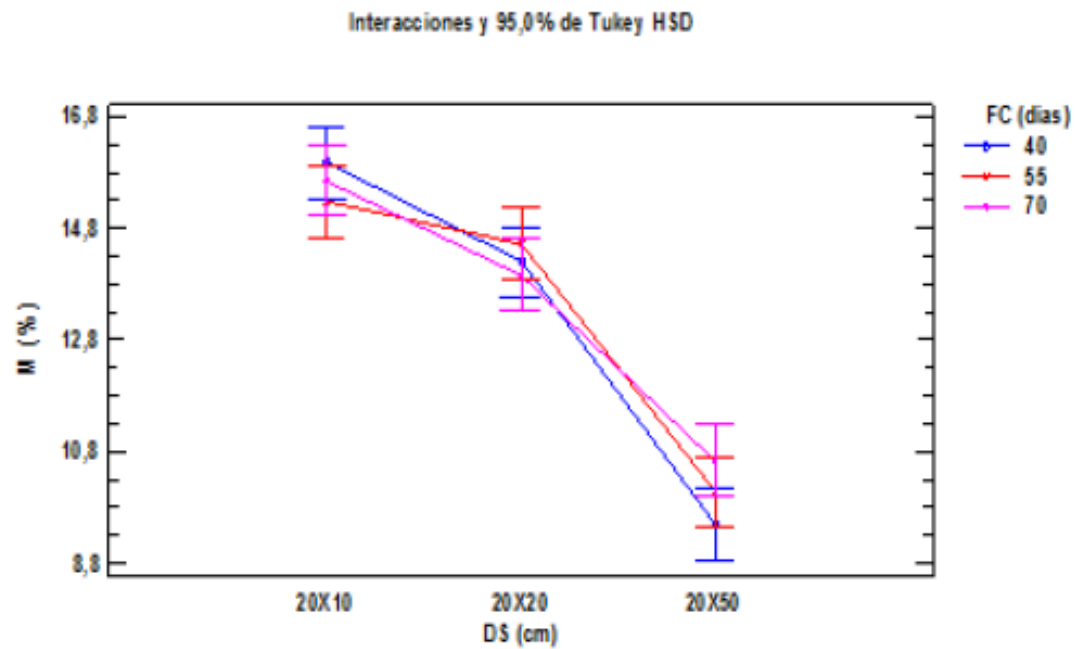


Figura 4 Efecto de la interacción frecuencia de corte por Distancia de siembra sobre el porcentaje de mortalidad

Tabla 5 Efecto de la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la producción forrajera del cultivo de *M. oleífera*.

Variable	Distancia de siembra (cm)			Frecuencia de corte (días)			Altura de rebrote (cm)		EE	Significancia		
	20x10	20x20	20x50	40	55	70	30	40		DS	FC	AR
FFT (t/ha)	37.63 ^a	29.56 ^b	26.38 ^c	18.91 ^c	30.96 ^b	42.64 ^a	30.35 ^b	32.02 ^a	0.81	***	***	***
FST (t/ha)	10.42 ^a	8.74 ^b	7.75 ^c	7.09 ^c	9.46 ^b	10.35 ^a	8.59 ^b	9.35 ^a	0.40	***	***	***
R-T/H (g/g)	2.06 ^a	2.19 ^b	2.33 ^c	2.00 ^a	2.17 ^b	2.41 ^c	2.16 ^a	2.22 ^b	0.05	***	***	**
M (%)	15.62 ^c	14.23 ^b	10.07 ^a	13.22 ^a	13.29 ^a	13.42 ^a	13.61 ^b	13.02 ^a	0.35	***	Ns	**

FFT: Forraje fresco total, FST: Forraje seco total, R-T/H: Relación tallo/hoja, M: Mortalidad. DS: distancia de siembra, FC: frecuencia de corte, AR: altura de rebrote, EE: Error estándar de la media, Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). ns = no significativo; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ y *** $P < 0.001$

4.2 Calidad forrajera.

En la Tabla 6. Para la variable proteína bruta no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$). En distancia de siembra y altura de rebrote, mientras que en frecuencia de corte se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.001$). Con frecuencia de corte: 40 días a 55 días la proteína bruta (%) disminuye 2.3 y con frecuencia de corte de 55 a 70 días la proteína bruta (%) disminuye 1.99, como resultado se indica que al prolongar la frecuencia de corte de la planta se presenta una disminución de proteína. La altura no presenta diferencias significativas ($P > 0.05$) en la calidad de proteína bruta, pero es mejor al menor corte de rebrote coincidiendo con los resultados de (Mendieta *et al.*, 2013).

En la figura 5. Se observa interacción de FC por AR, en el porcentaje de proteína, al variar la FC de 55 a 70 días y manteniendo una AR de 30 cm, la AR varía dependiendo de la FC siendo esta mayor a la FC de 55 días y menor a los 70 días.

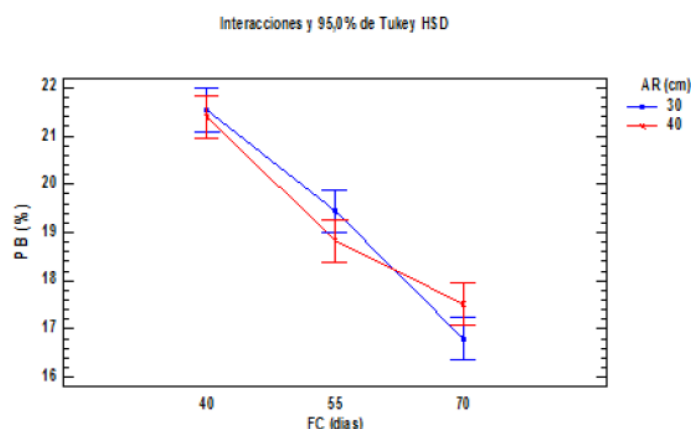


Figura 5 Efecto de la interacción frecuencia de corte por altura de rebrote sobre el porcentaje de proteína

La Fibra detergente neutro y ácido y la digestibilidad de materia seca no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en altura de rebrote, mientras que en distancia de siembra y frecuencia de corte se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$). coincidiendo con los resultados de (Foidl 2011), el forraje de moringa está dentro de los rangos de alta calidad: aproximadamente 70% de digestibilidad in Vitro de la materia seca (DIVMS), menos de 50% de fibra detergente neutra (FDN) y más de 15% de proteína bruta (PB) (Di marco 2011), sin embargo, la distancia de siembra y la frecuencia de corte influyen en la calidad del forraje pues a medida que aumenta la distancia de siembra en cm. (20x10, 20x20, 20x50) y frecuencia de corte (40, 55 70 días) disminuye lentamente la calidad del forraje.

Tabla 6 Efecto de la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote en la calidad forrajera de la *M. oleífera*. Datos expresados en base seca con humedad promedio al 10%.

Variable	Distancia de siembra (cm)			Frecuencia de corte (días)			Altura de rebrote (cm)		EE	Significancia		
	20x10	20x20	20x50	40	55	70	30	40		DS	FC	AR
PB (%)	19.51 ^a	19.21 ^a	19.04 ^a	21.47 ^a	19.14 ^b	17.15 ^c	19.26 ^a	19.21 ^a	0.36	ns	***	Ns
FDN (%)	36.18 ^a	36.77 ^b	38.06 ^b	36.48 ^a	36.78 ^{ab}	37.75 ^b	36.78 ^a	37.23 ^a	0.78	**	*	Ns
FDA (%)	30.63 ^a	31.31 ^{ab}	32.04 ^b	30.64 ^a	31.33 ^{ab}	32.01 ^b	31.02 ^a	31.62 ^a	0.90	*	*	Ns
DIVMS(%)	65.04 ^a	64.51 ^{ab}	63.94 ^b	65.03 ^a	64.49 ^{ab}	63.97 ^b	64.73 ^a	64.26 ^a	0.70	*	*	Ns

PB: Proteína bruta, FDN: Fibra neutro detergente, FDA: Fibra ácido detergente, DIVMS: Digestibilidad in vitro de materia seca, DS: distancia de siembra, FC: frecuencia de corte, AR: altura de rebrote, EE: Error estándar de la media, Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0.05$). ns = no significativo; * $P < 0.05$; ** $P < 0.01$ y *** $P < 0.001$

4.3 Análisis de Costos.

En la tabla 7. Para los costos totales se puede apreciar que con los tratamientos T3 y T12 (0.68 USD/parcela de 3 m²) presentan mayor costo total en el cultivo de moringa sembrado a 20x10 cm en distancia de siembra, con 70 días de frecuencia de corte y de 30 y 40 cm de altura de rebrote, mientras que el menor costo generó los tratamientos T7 y T16 (0.18 USD//parcela de 3 m²). Sembrado a 20x50 cm en distancia de siembra, con 40 días de frecuencia de corte y de 30 y 40 cm de altura de rebrote. Como resultado se indica que al disminuir la distancia de siembra se requieren más semillas y al prolongar la frecuencia de corte se requiere más fertilizante, mano de obra y equipo de riego por ende los que los costos para la siembra y mantenimiento del cultivo de moringa se elevan, por el contrario, al aumentar la distancia de siembra y a menor frecuencia de corte los costos en la siembra y mantenimiento del cultivo de moringa son menores. Sin embargo, en la relación entre el costo total (\$) del cultivo y la producción total de forraje (tn) en los 7 años de vida útil el de menor inversión fue el T5 (5.9) y de mayor inversión el T1 (10,1); lo que indica que por cada tonelada de forraje verde de moringa se invierte 5,9 y 10,5 dólares respectivamente. Probablemente se debe al mismo uso de fertilizantes y mano de obra en siembras de 20x10 y 20x20 cm y por el mejor aprovechamiento de luz solar a 20x20 cm, sin embargo, mientras más plantas se siembran mas se invierte en fertilizantes, mano de obra y riego.

Tabla 7 Análisis de costos (\$) de los tratamientos.

VARIABLES	TRATAMIENTOS																	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
COSTOS DE SIEMBRA Y MANT. (parcelas de 3 m²)																		
Plantas	0.58	0.58	0.58	0.28	0.28	0.28	0.13	0.13	0.13	0.58	0.58	0.58	0.28	0.28	0.28	0.13	0.13	0.13
Fertilizantes	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02
Arado y Mano de obra	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03
Depres. Equipo de riego	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.04
TOTAL, DE COSTOS	0.64	0.65	0.68	0.33	0.34	0.37	0.18	0.19	0.22	0.64	0.65	0.68	0.33	0.34	0.37	0.18	0.19	0.22
COSTOS-PRODUCCION																		
NC/año	9,1	6,6	5,2	9,1	6,6	5,2	9,1	6,64	5,2	9,1	6,6	5,2	9,1	6,6	5,2	9,1	6,6	5,2
PF (tn/ha)	22,3	36,1	52,0	19,5	29,0	38,2	15,7	25,3	35,1	23,5	38,4	53,5	20,5	30,6	39,7	18,3	26,4	37,5
PF/año/(tn/ha)	203	238	270	177	252	199	143	167	183	214	253	278	187	202	206	167	168	196
TPC	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
CPT(\$/ha. a 8 años)	14873	12946	14400	11716	10373	12153	11216	9873	11653	14873	12946	14400	11716	10373	12153	11216	9873	11653
PT (tn/ha a 8 años)	1421	1668	1893	1242	1765	1390	1000	1169	1278	1497	1774	1947	1306	1414	1445	1166	1173	1365
Relación CPT:PT	10.5	7.8	7.6	9.4	5.9	8.7	11.2	8.4	9.1	9.9	7.3	7.4	9.0	7.3	8.4	9.6	8.4	8.5

NC: Número de Cortes; PF: Producción de Forraje; TPC: Tiempo de Producción del Cultivo; CPT: Costo de Producción Total; PT: Producción de forraje Total.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Para la producción forrajera se concluye; que la distancia de siembra, frecuencia de corte y altura de rebrote tuvo efecto significativo en el forraje fresco y seco total siendo de mayor cantidad el tratamiento T12 que fue sembrado a 20x10 cm, con frecuencia de corte a los 70 días y altura de rebrote a los 40 cm, en relación tallo/ hoja presentó efecto significativo siendo la de menor a 20x10 cm de distancia de siembra; 40 días de frecuencia de corte y 30 cm. de edad de rebrote, la mortalidad no tuvo efecto en la edad de rebrote pero mayor fue a distancia de siembra y altura de rebrote menor.
- Para la calidad de forraje se concluye; hay efecto altamente significativo en la frecuencia de corte para la proteína bruta, siendo la mejor con 40 días, efecto significativo en la distancia de siembra y frecuencia de corte para FDN, FDA y DIVMS siendo la mejor con 20x10 cm, y 40 días respectivamente, considerando que hubo efecto no significativo en la altura de rebrote la de 30 cm se comportó mejor. En fin el tratamiento T1 presento mejor calidad forrajera.
- Para el análisis económico de los tratamientos se concluye; el tratamiento T5 tuvo menor costo de inversión en la producción de toneladas de forraje verde de moringa la misma que fue sembrada a 20x20 cm, con 55 días de frecuencia de corte y 30 cm de altura de rebrote.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda hacer investigaciones con menores distancias de siembra como a 10x10cm, 5x10cm, y 5x5cm, otras frecuencias de corte tales como a 80 y 90 días, y alturas de rebrote a 40, y 50 cm con la finalidad de medir su producción y calidad del forraje.
- También se recomienda diferentes tiempos de corte; en la mañana y la tarde con la finalidad de medir la calidad del forraje.

CAPITULO VI

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

1. Reyes N, Rodriguez R, Mendieta B, Mejia , A.P. M. Efecto de la suplementacion con moringa oleifera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (*Panicum maximun* Jacq.). La Calera. *Nutricion Animal*. 2009;; p. 61p.
2. Foidl N,ML&VW. Utilizacion del marango (*Moringa Oleifera*)como forrale fresco. Proyecto Biomasa. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 48, Número 4, 2014. para ganado. 2011.
3. CONCYT.. Uso potencial de la Moringa (*Moringa oleífera* LAM) para la producción de alimentos nutricionales y mejorados. Consultado el 28 de Septiembre de 2011. Obtenido 224 de Disponible en: www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=libr.3. 2008.
4. Yothi P. Pollination ecology of *Moringa oleifera* (Moringaceae). *Proceedings of the Indian Academy of Sciences Plant Sciences*. 1990;; p. 100:33. 280.
5. Morton J. The horseradish tree, *Moringa pterigosperma* (Moringaceae). *lands* 45 (3):318. *Economic Botany.*, 45 (3):31. *lands* 45 (3):318. *Economic Botany.*, 45 (3):318. 255. 1991.
6. CONCYT.. Uso potencial de la Moringa(*Moringa Oleifera* LAM) para la produccion de alimentos nutricionales y mejorados. 2008.
7. Alfaro NC. Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleifera* Lam, en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimenticia-nutricional de Guatemala. 2008..
8. Foid N, Mayorga L&VW. Utilización del marango (*Moringa leifera*) como forraje fresco para el ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre agroforestería para la producción animal en América Latina. 1999..
9. Reyes N. Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Guía técnica n° 5. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 2004.
10. Reyes N, Spordnly ELI. Effect of feeding different levels of foliage from *Moringa oelifera* to Creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. 2004.
11. Peso D. Producción Ganadera en un Contexto Agroforestal.. *El Chasqui* (CR), 25:1-2.. 1991.

12. Pérez A,ST,AN,&FR. Características y potencialidades de Moringa oleifera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes, Vol. 33, No. 4.. 2010.
13. Meza-Carranco Z, Olivares-Saenz E, Gutiérrez-Ornelas E, Bernal-Barragán H, Aranda-Ruiz J, Vásquez-Alvarado R, et al. Crecimiento y producción de biomasa de moringa (Moringa oleifera Lam.) bajo las condiciones climáticas del Noreste de México. Tecnociencia Chihuahua. 2016; 10(3): p. 143-153.
14. Di marco O. Estimación de calidad de los forrajes. Sitio argentino de Producción Animal. Facultad de Ciencias Agrarias. Unidad Integrada Balcarce INTA Balcarce. 2011.
15. Álvarez A. Valor Nutricional de la Moringa oleífera. Mito o Realidad Sistematización 220 de experiencias prácticas de investigación e intervención. Tesis en 221 opción al grado de ingeniería en alimentos. 2017.
16. Perdomo P. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Tesis de Zootecnia, Universidad Nacional de Colombia, Fac. de Ciencias Agrop. Palmira,. 1991;; p. 128 p.
17. Webs consultadas:. [Online]. [cited 14 1 14. Available from: <http://www.agrodesierto.com/moringa.html>.
18. Padilla C,FN,SI,TR,&LS. Efecto de la altura de corte en 256 indicadores de la producción de forraje de Moringa oleifera vc. Plain.. Revista Cubana 257 de Ciencia Agrícola, Tomo 48,(Número 4). 2014.
19. Sosa A,LJL,WE,&DM. Efecto de la distancia de siembra en variables 273 morfoagronómicas de Moringa (Moringa oleifera).. Agron. Mesoam.. 2017; 28((1)): p. :207-211.
20. Ledea JL,AGR,BDG,CAR,RJV,&PY. Efecto del 247 ecotipo y la frecuencia de corte en el rendimiento forrajero de Moringa oleifera Lam, en el Valle del Cauto. Rev. prod. anim, 29 (3), 12-17. 2017.
21. Reyes N,RR,MB,ML,&MA. Efecto de la suplementación con moringa oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (Panicum maximun Jacq.). La calera. Nutricion. 2009;; p. p.91.

22. Toral O. La utilización del germoplasma arbóreo forrajero. En: Silvopastoreo: un nuevo concepto del pastizal. (2005).;: p. 267 pp.
23. D. P. Producción Ganadera en un Contexto Agroforestal.. 1991;(1-2.): p. p. 25.
24. BUCHELLI MDLÁH. ESTUDIO DE PREFECTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN DE HARINA DE MORINGA COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO DEL SECTOR PECUARIO EN LA PROVINCIA DE EL ORO. Repositorio de la universidad tecnica de machala, em obtencion al titulo de Economista agropecuaria. 2015.
25. Alfaro NC. Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, *Moringa oleifera* Lam, en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimenticia-nutricional de Guatemala. 2008..
26. W. L. Manual de crianza y explotación de oveja de pelo en los trópicos. Manual de ovejas. 2000.
27. S.f. CG. Requerimientos proteicos del ganado ovino. Disponible en. .
28. Almeida R. forrajes de calidad. Note técnica de Agritotal. 2015.
29. Flores L. JD. Producción de biomasa de *M. oleífera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencia de corte en el trópico seco de Managua. T Ing. Agrónomo, FACA.. 2004;; p. 51P.
30. Reyes N. Ledin S. LI. Biomass production and chemical composition of *Moringa oleífera* under different planting densities and cutting frequencies in Nicaragua. (Unpublished). 2003.
31. Makkar HPS,BK. Nutrients and ant quality factors in different morphological pars of the *Moringa oleífera* tree. Journal of agriculture science. 1997;; p. p: 128.311-332.
32. Carballo N. *Moringa oleifera* Lam. Árbol de la vida. Folleto, CENPALAB. 2011.;; p. p. 12.
33. PACHECO RM. Analisis del intercambio de plantas entre Mexico y Asia de los siglos XVI al XIX. Master'sThesis. UNAM. 2006..
34. Falasca S, Bernabé M. Potenciales usos y delimitación del área de cultivo de *Moringa oleífera* en Argentina. Buen aire, AR.. Revista Virtual REDESMA. 2008. ;: p. P: 16.

35. Reyes SN. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential fodder species for ruminantes in Nicaragua. Doctoral Tesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. 2006..
36. Pérez A,SN,AN&RF. Características y potencialidades de *Moringa oleifera*, Lamark.Una alternativa para la alimentación animal. Pastos y Forrajes. 2010.;; p. 33:4.
37. Garavito U. *Moringa Oleífera*, Alimento Ecológico para Ganado Vacuno, Porcino, Equino, Aves y Peces, para Alimentación Humana, también para Producción de Etanol y Biodiesel, Corporación Ecológica Agroganadera S.A.,. Colombia. (2008)..
38. Olson MEyfJ. *Moringa oleífera*: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas.. Revista mexicana de biodiversidad. (2011). ; 82: (1071-1082.).
39. Arias C. Estudio de las posibles zonas de introducción de la *Moringa oleífera* Lam. en la Península Ibérica, Islas Baleares e Islas Canarias. Universidad Politécnica de Madrid [Proyecto de fin de carrera]. (2014)..
40. Ramon M. efecto de la altura de corte en el rendimiento y calidad nutricional de moringa (*moringa oleifera* lam.) como un suplemento alternativo en la localidad de arenillas, provincia de el oro. guayaquil: universidad agraria del Ecuador. (2016)..
41. Pérez C. Trabajo de Fin de Carrera: *Moringa oleifera* Lam., especie forestal de usos múltiples. Revisión bibliográfica. E.U.I.T. Forestal (U.P.M.). 2012. .
42. Navie S&CS. Horseradish tree. *Moringa oleifera*. Biosecurity Queensland. Department of Employment, Economic Development and Innovation. 2010..
43. Mahmood KT,MT.aHIU. *Moringa oleífera*: a natural gift-a review. Journal of pharmaceutical sciences & researc. (2010);(2:): p. 775-781.
44. Reyes SN. Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Universidad Nacional Agraria y Dirección de Investigación, Extensión y Posgrado. 2004.;; p. 24 p.
45. Godino M,TVMIIyCP. Estudio de la incidencia de los factores ecológicos abioticos en la germinacion y desarrollo de la *Moringa oleifera* Lam. En: sociedad Española de Ciencia Forestal, editor, Sexto Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencia Forestal, ESP. 2013. .
46. Duarte FJ,FL,BA. Producción de Biomasa de *Moringa oleífera* sometida a diferentes densidades de siembra y frecuencia de corte, en el trópico seco de Managua,

Nicaragua, Universidad Nacional Agraria, Facultad de Ciencia Animal, Managua, Nicaragua.. (2004)..

47. Rodríguez-Petit.. Comportamiento ecofisiológico de *Brachiaria decumbens* en monocultivo y en asociación con *Leucaena leucocephala*. *Rev. Pastos y Forrajes*. 2008.;(31:): p. 217-227.
48. Noda Y. GMyAM. Influencia de la densidad de plantación en el establecimiento de la morera. *Rev. Pastos y Forrajes*. 2007.;(30:): p. 431-435.
49. Santiesteban R,TEVP,EJ,DJ,MD,ES,EA&CC. Influencia de la altura y la frecuencia de corte en el rendimiento de *Moringa oleífera*. I Taller Nacional de *Moringa*. Instituto de Ciencia Animal, Cuba, CD-ROM. 2012. .
50. Reyes N. Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Guía técnica nº 5. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.. 2004. .
51. Padilla C FNSITR&SL. Efecto de la altura de corte en indicadores de la producción de forraje de *Moringa oleífera* vc. Plain. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. (2014);(8(14),): p. 405-409.
52. Mackenzia A. Altura de corte en árboles de la especie exótica “moringa” para la producción biomasa en palmas, arenillas. Machala: Universidad Técnica de Machala. (2015)..
53. BASTARDO Y. Alimentación y Suplementos Orgánicos. Estudio de la *Moringa oleífera*.. 2011..
54. Foidl N, Mayorga L, W. V. Utilización del Marango (*Moringa oleífera*) Lam., como forraje fresco para el ganado. Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en América Latina. 2002. .
55. CASTELLON CISNE GC. Utilización del Marango (*Moringa oleífera*) en la alimentación de novillos en crecimiento bajo régimen de estabulación. 2006..
56. Pérez H.J. TPF. Evaluación del Marango (*M. oleífera*) como una alternativa en la alimentación de cerdos de engorde. Tesis Ing. Agrónomo, FACA. 2001..
57. Sarwatt SV,KSS,KAM. Substituting sun flower seed-cake With *Moringa oleífera* leave as supplemental goats feed in Tanzania Agroforestry systems. 2002. .

58. Barrera R,BS. Efecto de diferentes niveles de Moringa oleífera en la alimentación de vacas lecheras criollas sobre el consumo, producción y composición de la leche.. 2004.;: p. 54p.
59. Aregheore EM. Intake and digestibility of Moringa oleifera-batiki grass mixtures for growing goats. Small Rumen Res. 2002;(46:): p. 23-28.
60. Rivas VMPJ,BASM. Sustitución parcial de harina de sardina con Moringa oleifera en alimentos balanceados para juveniles de tilapia (Oreochromis Mossambicus x Oreochromis niloticus) cultivada en agua de mar. Biotecnia. (2012).; XVI(2):. p. p. 3-10.
61. Reyes-Sánchez N, S L, I. L. Biomass production and chemical composition of Moringa oleifera under different management regimes in Nicaragua. Agroforestry Systems. 2006 a.:(66:): p. 231–242.
62. NRS, Spordly E, I. L. Effect of feeding different levels of foliage of Moringa oleifera to creole dairy cows on intake, digestibility, milk production and composition. Livestock Science. 2006 b.:(101:): p. 24–31.
63. Reyes-Sánchez N, Rodríguez R, Mendieta-Araica B, Mejía-Sovalbarro L, Mora-Taylor A. Efecto de la suplementación con Moringa oleífera sobre el comportamiento productivo de ovinos alimentados con una dieta basal de pasto guinea (Panicum maximun Jacq). La Calera. 2009.:(9(13):): p. 60-69.
64. Reyes N. Ledin S. LI. Biomass production and chemical composition of Moringa oleífera under different planting dens ities and cutting frequencies in Nicaragua. (Unpublished). 2003..
65. Reyes N. sE,LI. Effect of feeding different levels of foliage from Moringa oleífera to creole dairy crows on intake, digestibility, milk, production and composition.. 2004. .
66. Van Soest PJ,RJBaLBA. Methods for dietary fibre, neutraldetergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science. ; 4: p. 3583–3597.
67. Alfaro NC. Rendimiento y uso potencial de Paraíso Blanco, Moringa oleifera Lam, en la producción de alimentos de alto valor nutritivo para su utilización en comunidades de alta vulnerabilidad alimenticia-nutricional de Guatemala. 2008..

68. Foidl NM. Utilización del marango (*Moringa oleifera*) como forraje fresco para ganado. Proyecto Biomasa. 2011.
69. Meza Z,OE,GE,BH,AJ,VR,&RC. Crecimiento y producción de biomasa de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) bajo las condiciones climáticas del Noreste de México.. Tecnociencia Chihuahua.,. 2016; Vol. X (Núm 3).
70. Perdomo P. Adaptación edáfica y valor nutritivo de 25 especies y accesiones de 259 leguminosas arbóreas y arbustivas en dos suelos contrastantes. Tesis de Zootecnia, 260 Universidad Nacional de Colombia, Fac. de Ciencias Agrop. Palmira, Colombia. 1991.

CAPITULO VII

ANEXOS



Parcela de moringa



Control manual de malezas en las UE



Cortes con diferentes altura de rebrote 30 y 40 cm.



Cortes experimentales para toma de datos y muestras



Medidas de distancia de siembra 20x10, 20x20, y 20x50 cm



Toma de datos de la altura de corte



Rebrotos experimentales



Diferentes parcelas de moringa

CROQUIS DEL DISEÑO

