

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
**FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL**

**EVALUACION PRODUCTIVA DE LOS PASTOS ESTRELLA (*Cynodon nlemfuensis*) Y GUINEA (*Panicum maximum*), CON Y SIN ARBOLES, MANAGUA, 1999.**

**Tesis sometida a la consideración del comité académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria, para optar al Grado de:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**POR : Br. WILMER JOSE MARADIAGA TRUJILLO  
Br. NELSON ANTONIO CUADRA REAL**

**Managua, Nicaragua, Enero del 2000**

## CARTA DEL TUTOR

El desarrollo de la ganadería en Nicaragua, al igual que en muchos países Latinoamericanos se ha visto como un elemento devastador del recurso forestal, tal aseveración fue y sigue siendo la excusa de la destrucción de los recursos naturales y de los ecosistemas en dichos países, pero más que a la explotación ganadera, esto ha sido producto del mal manejo de los sistemas de producción pecuarios.

Actualmente se trata de corregir las malas acciones ejecutadas en el pasado y para ello se proponen la implementación de un sin número de alternativas, dentro de las cuales se destacan la implementación de sistemas Agroforestales y dentro de estos los sistemas Silvopastoriles, que de forma directa se relacionan mas con la explotación de sistemas de producción pecuaria.

Pero para poder desarrollar tales alternativas se hace necesario estudiar inicialmente los sistemas en sus condiciones naturales de producción y de esa forma generar tecnologías que ambientalmente sean aceptables. El trabajo realizado por los bachilleres Wilmer Maradiaga y Nelson Cuadra se reviste de importancia para el desarrollo de alternativas de producción que bajo los conceptos de sostenibilidad y de ambiente, revierten las actuales formas de manejo de los sistemas pastoriles.

En el trabajo **TITULADO “EVALUACION PRODUCTIVA DE LOS PASTOS ESTRELLA (*Cynodon nlemfuensis*) Y GUINEA (*Panicum maximum*), CON Y SIN ARBOLES”** es un trabajo pionero en su haber y en él los Bachilleres Maradiaga y Cuadra han empleado los conocimientos adquirido en los salones de clases así como de su habilidad y destreza en el manejo de condiciones de producción con un nuevo enfoque ambiental, razón por la cual es de mi consideración que en el presente trabajo los Bachilleres comprueba que han cumplido con los requisitos científico técnicos necesarios para su formación y que son aptos para poder adquirir el grado de Ingeniero Agrónomo.

Como tutor del presente trabajo quiero expresar mi satisfacción con respecto a los resultados en él obtenido y vayan mis felicitaciones a los Bachilleres Maradiaga y Cuadra, pues la culminación de su trabajo es el reflejo académico que los docentes que los prepararon hicieron en sus cinco años de formación están reflejado en este trabajo que por cierto es muy fructífero,

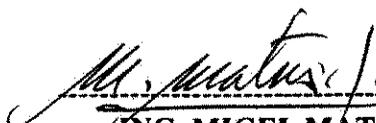
Atentamente,

MSc. Carlos J. Ruiz F.  
Tutor

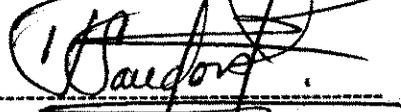
Esta tesis es aceptada en su presente forma por el comité académico de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria y aprobada por el Tribunal examinador como requisito parcial para optar al grado de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

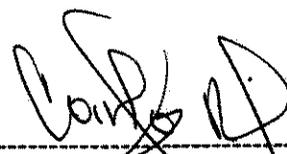
MIEMBROS DEL TRIBUNAL:

  
-----  
**ING. MIGEL MATUS**  
Presidente.

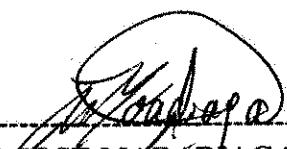
  
-----  
**ING. TANIA BETETA**  
Secretario.

  
-----  
**ING. GUSTAVO SANDOVAL**  
Vocal.

TUTOR:

  
-----  
**MSc. CARLOS J. RUIZ F.**  
Profesor consejero.

SUSTENTANTES:

  
-----  
**WILMER JOSÉ MARADIAGA TRUJILLO**  
Estudiante.

  
-----  
**NELSON ANTONIO CUADRA REAL**  
Estudiante.

## DEDICATORIA

A Dios nuestro señor y creador.

A mi hijo Walter Javier, fuente de inspiración y superación y a su Mamá Petrona Hernández por el cariño, comprensión y apoyo que me a brindado.

A mis padres: Armando Maradiaga y Sorania Trujillo. Por haberme dado el ser y la vida.

A mis hermanos:     Ing. Jhonny Armando.  
                              Lic. Encyda Benita.  
                              Br. Sorania Yessenia.

A todos mis familiares en especial a mi abuelita Mirian, a mis tías Elda María y María Eugenia.

Wilmer José Maradiaga Trujillo.

## **DEDICATORIA**

A Jesús Cristo nuestro señor y creador que ha sido mi guía.

A mis padres: Dora María y Adonis, que han sido los impulsores para culminar mis Estudios.

A mis hermanas Yessenia y Reyna, a mi sobrina Carolina y toda mi familia.

A la Dra. Mireya Lamping que me brindó su apoyo incondicional durante mi preparación profesional.

A mis compañeros de estudios: Freddy, Javier, Víctor y en especial a Wilmer que ha sido parte fundamental en la elaboración del presente trabajo.

Nelson Antonio Cuadra Real.

## AGRADECIMIENTO

A Dios creador de todo lo existente y a santa María por guiarnos e intervenir por nosotros  
Ante Dios nuestro señor.

Al MSc. Carlos José Ruiz Fonseca, por su acertada asesoría, apoyo y amistad.

A la Dra. Mireya Lamping por su apoyo desmedido durante la realización del presente trabajo.

Al personal docente en cargo del Herbario (UNA), muy especialmente a su director él  
Lic. Juan de Dios Rostrán Paladino por su valiosa cooperación desmedida sobre  
todo en el proceso de secado de las plantas.

Al Dr. Daniel Morales por su gran apoyo, confianza y amistad.

Al Director de la finca las Mercedes Ing. Lesbert Rodriguez, por permitirnos realiza  
La fase de campo.

Al Ing. Elmer Guillen por su valioso aporte en la finalización de los análisis estadísticos.

Al Ing. Miguel Matus por su valiosa cooperación en la facilitación de información.

Al personal del departamento de registro como son: Lic. Tania García, Don. Angel Gabriel  
Martínez, Sria. Petrona Hernández, Petrona Taleno y Fátima Umaña. Por su apoyo y  
amista.

A la escuela infantil los Niños Felices, por su cooperación en especial al Ing. Javier García.

Al Ing. Freddy González, por su apoyo desmedido.

Al personal del CENIDA como son: Ing. José Gabriel López Martínez, Lic. Francis  
Martínez, Sra. Mireya Méndez, Lic. Gigermo Rodríguez y Graciela Chavez.

Al personal Docente de Facultad de Ciencia Animal, por sus enseñanzas.

Al personal de la DIEP, en especial a la Sria. Francis Vanegas por su gran amabilidad y  
Atención.

A todos aquellos que nos ayudaron de una u otra forma en la elaboración del  
presente trabajo.

INDICE	
CARTA DEL TUTOR.....	iii
HOJA DE APROBACION.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
INDICE.....	viii
RESUMEN.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xii
LISTA DE CROQUIS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xv
LISTA DE ANEXO.....	xvi
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
GENERAL.....	2
ESPECIFICOS.....	2
3. MARCO TEÓRICO.....	3
ESPECIES FORRAJERAS:.....	3
<i>Cynodon nlemfuensis</i> (pasto estrella).....	3
<i>Panicum maximum</i> (pasto guinea).....	3
<i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop. (pata de gallo, pata de gallina).....	4
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. Sub sp. Indica (grama de caballo).....	4
<i>Oplismenus burmanii</i> (Poacea) Retz. Var. <i>burmanii</i> (grama de conejo y pelillo).....	4
<i>Desmodium canum</i> (Gmel) Schintz y Thellung.....	4
ESPECIES NO FORRAJERAS:.....	5
<i>Achyranthes aspera</i> (Amarantaceae) (mozote, rabo de gato).....	5
<i>Mimosa pudica</i> (Fabaceae) (dormilona).....	5
<i>Priva lappulaceae</i> ( Verbenaceae) (pega – pega, mozote de chimbomba).....	5
<i>Ipomoea nil</i> (Convolvulaceae) (campanilla).....	5
<i>Ageratum conyzoides</i> (Asteraceae) (flor azul, flor de octubre).....	5
<i>Datura estramonium</i> (Solanaceae) (vuélvete loca, hierba del diablo).....	5
<i>Sida acuta</i> (Malvaceae) (escoba lisa, escobilla).....	6
<i>Mitracarpus hirtus</i> (Rubiaceae) (canilla de zacate).....	6
<i>Baltimora recta</i> (Asteracea) (flor amarilla).....	6
<i>Lantana cámara</i> (Verbenaceae) (cinco negrito).....	6

ÁRBOLES.....	6
<i>Pithecellobium saman</i> Jacq. Benth (Mimosaceae) (genízaro).....	6
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Jacq. Griseb (Mimosaceae) (guanacaste).....	7
<i>Ceiba pentandra</i> L. Gaerth (Bombacaceae) (ceiba, palo de gato).....	7
VALOR NUTRITIVO Y FISIOLÓGIA DE LAS PRADERAS.....	7
PRODUCTIVIDAD Y FISIOLÓGIA DE LAS PRADERAS.....	8
FACTORES FÍSICOS QUE REGULAN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LOS FORRAJES.....	9
BALANCE DE LA HUMEDAD DEL SUELO Y EL CRECIMIENTO DE LA PASTURA.....	10
INTERACCIONES ENTRE ARBOL Y PASTO.....	10
Efecto de la Sombra sobre el Estrato Herbáceo.....	10
Producción de Fitomasa.....	10
Calidad Nutritiva.....	12
Factores que Modifican el Efecto de la Sombra.....	12
Efecto micro climático sobre el estrato herbáceo.....	13
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>15</b>
LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	15
CONDICIONES CLIMATICAS.....	15
CARACTERÍSTICA DEL SUELO.....	15
DESCRIPCIÓN DEL AREA EMPASTADA.....	16
LOTIFICACIÓN DEL AREA.....	16
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS COLONIAS.....	20
LABORES AGRÓNOMICAS.....	20
VARIABLES A MEDIR.....	21
COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA PASTURA.....	21
PRODUCCIÓN DE BIOMASA FRESCA.....	21
PRODUCCIÓN DE BIOMASA SECA.....	21
PORCENTAJE DE MATERIA SECA.....	22
CALCULO DEL ÁREA DE LA COPA Y ALTURA DEL FUSTE DE LOS ARBOLES.....	22
ALTURA DE LAS PLANTAS FORRAJERAS.....	23
COBERTURA DE LA PASTURA.....	23
COMPARACION ECONOMICA.....	23
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	24
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>25</b>
COMPOSICION BOTANICA DE LA PASTURA.....	25
BIOMASA FRESCA.....	28
MATERIA SECA.....	30
BIOMASA SECA DEL PASTO.....	31
RELACION ENTRE LOS FACTORES ÁREA DE LA COPA Y ALTURA DEL FUSTE Y LAS VARIABLES PRODUCCIÓN DE BIOMASA FRESCA Y SECA.....	32
ALTURA DEL PASTO.....	33
COBERTURA EFECTIVA.....	34
COBERTURA TOTAL.....	35
DESCRIPCION ECONOMICA.....	37

CORRELACIONES ENTRE COMPOSICION BOTANICA Y LAS VARIABLES: COLONIA Y DISTANCIA .....	38
CORRELACION ENTRE VARIABLES INDEPENDIENTES COLONIA, INTERVALO Y DISTANCIA Y VARIABLES DEPENDIENTES BIOMASA FRESCA, BIOMASA SECA, COBERTURA EFECTIVA, COBERTURA TOTAL, ALTURA.....	38
CORRELACIÓN ENTRE LOS FACTORES ÁREA DE LA COPA Y ALTURA DEL FUSTE Y LAS VARIABLES PRODUCCIÓN DE BIOMASA FRESCA Y SECA. ....	38
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>41</b>
<b>9. ANEXO .....</b>	<b>43</b>

Maradiaga, W. J.; Cuadra, N. A. 1999. Evaluación productiva de los pastos estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y guinea (*Panicum maximum*), con y sin árbol. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, Nicaragua. 45 p.

Palabras claves: Producción de biomasa fresca y seca. Colonia, Intervalo, Distancia, Altura del pasto, Cobertura efectiva y total, Composición botánica.

**Evaluación productiva de los pastos estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y guinea (*Panicum maximum*), con y sin árbol, Managua 1999.**

**RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como objetivos: Determinación de la composición botánica de la pastura con y sin árboles, a sí como evaluar la producción de biomasa fresca y seca de las especies forrajeras, en los intervalos de 0-35 y 0-25 días en la época seca, al igual que se determinara la relación que existe entre altura del fuste, área de la copa del árbol con respecto a la producción de biomasa de la pastura y por último sus beneficios económicos. El estudio se llevo a cabo en la finca las Mercedes, ubicada en el costado sur del matadero CARNIC, km. 10 ½ de la carretera norte. Para determinar la composición botánica y producción de la biomasa forrajera así como su relación con los factores, se seleccionaron siete colonias de las cuales cinco eran de pasto Estrella, cuatro de los cuales poseían árboles y dos de pasto Guinea, de las cuales una poseían árboles. En las parcelas con árboles las mediciones se realizaron a tres distancias diferentes de la base del árbol, denominándosele distancia 1, de 0-10 m de la base del árbol, distancia 2, de 10-20 m y la distancia 3, más de 20 m de la base del árbol. Para la realización de los análisis estadísticos se hizo uso de análisis de varianza para modelos lineales, a cada una de las variables dependientes, se le efectuó una prueba de rango múltiple de Duncan a las variables con significancia, además se realizó correlaciones entre colonia, intervalo, distancia, área de la copa y altura del fuste, con el objetivo de determinar cual o cuales son los que presentan mayor relación positiva o negativa con la producción de forraje. Los análisis estadísticos nos indican que no existe diferencia significativa entre colonia y distancias con respecto a la composición botánica. Por otra parte existen diferencias altamente significativa entre colonia, intervalo, distancias, con relación a la producción de biomasa fresca y seca, altura del pasto, cobertura efectiva y total. Las máximas producciones de forrajes son alcanzadas por las áreas forrajeras sin árbol, obteniendo la colonia uno de pasto estrella sin árbol una producción de 593.32 kg. MS/ha. y la colonia seis de pasto guinea sin árbol una producción de 226.68 kg. MS/ha. Con relación a los factores existe diferencia altamente significativa entre altura del fuste y diferencia significativa en área de la copa con respecto a la producción de biomasa fresca y seca. Las áreas de pasto sin árbol presentaron mejor rentabilidad con relación a las áreas de pasto con árbol.

## LISTA DE CUADROS

Titulo	página
- Determinación porcentual de la composición botánica de las especies forrajeras por distancias (0-10; 10-20; >20 m), en las colonias de pasto estrella con árbol, Managua, 1999.	25
- Composición porcentual de las especies no forrajeras por distancias (0-10; 10-20; >20 m) en las colonias de pasto estrella con árboles, Managua, 1999.	26
- Porcentaje individual de las especies no forrajeras según distancia (0-10; 10-20; >20 m) a la base de los árboles en las áreas de pasto guinea con árbol, Managua, 1999.	27
- Prueba de rango múltiple de Duncan para la producción de biomasa fresca (kg) de las especies forrajeras por colonias, Managua, 1999.	28
- Prueba de rango múltiple de Duncan para la producción de biomasa fresca (kg) de las especies forrajeras por intervalos, Managua, 1999.	29
- Prueba de rango múltiple de Duncan para la producción de biomasa fresca (kg.) de las especies forrajeras por distancias (0-10; 10-20; >20 m), Managua, 1999.	29
- Prueba de rango múltiple de Duncan para el porcentaje de materia seca de las especies forrajeras por colonias, Managua, 1999.	30
- Prueba de rango múltiple de Duncan para el porcentaje de materia seca de las especies forrajeras por distancias (0-10; 10-20; >20 m), Managua, 1999.	31
- Prueba de rango múltiple de Duncan para la biomasa seca (kg.) de las especies forrajeras por colonias, Managua, 1999.	31
- Prueba de rango múltiple de Duncan para la biomasa seca (kg.) de las especies forrajeras por intervalo, Managua, 1999.	32
Prueba de rango múltiple de Duncan para la biomasa seca (kg.) de las especies forrajeras por distancia (0-10; 10-20; >20 m), Managua, 1999.	32
- Prueba de rango múltiple de Duncan para la altura del pasto (cm) de las especies forrajeras por colonias, Managua, 1999.	33
- Prueba de rango múltiple de Duncan para la altura del pasto (cm) de las especies forrajeras por intervalo, Managua, 1999.	33

Título	página
- Prueba de rango múltiple de Duncan para la altura del pasto (cm) de las especies forrajeras por distancia (0-10; 10-20; >20 m), Managua, 1999.	34
- Resultados de la prueba de rango múltiples de Duncan para la cobertura efectiva (%) por colonia, Managua, 1999.	34
- Prueba de rango múltiples de Duncan para la cobertura efectiva (%) por intervalo, Managua, 1999.	35
- Prueba de rango múltiples de Duncan para la cobertura efectiva (%) por distancia (0-10; 10-20; >20 m), Managua, 1999.	35
- Resultados de la prueba de rango múltiples de Duncan para la cobertura total (%) por colonia, Managua, 1999.	36
- Prueba de rango múltiples de Duncan para la cobertura total (%) por intervalo, Managua, 1999.	36
- Prueba de rango múltiples de Duncan para la cobertura total (%) por distancia, (0-10; 10-20; >20 m), Managua, 1999.	37
- Descripción económica por colonia correspondiente al intervalo de 35 días, Managua, 1999.	37

## Lista de Croquis

	Título	-	página
- Croquis 1.	Área seleccionada y distribución aproximada de las colonias en cada lote.		17
.Croquis 2.	Distribución de las colonias y ubicación de los árboles en cada colonia.		18

## LISTA DE FIGURAS

Título	página
- Figura 1. Distancia de medición con respecto a la base del árbol.	19
- Figura 2. Proyección del área de copa.	22

## LISTA DE ANEXO

Titulo	Página
- Determinación de la composición botánica de pastura. Managua, 1999.	43
- Producción de biomasa fresca. Managua, 1999.	43
- Descripción de los árboles. Managua, 1999.	43
- Descripción económica, Managua, 1999.	43
- Análisis de varianza para la composición botánica de las plantas herbáceas por Colonia y Distancia. Managua, 1999.	44
- Análisis de varianza para la biomasa fresca del pasto por Colonia, Intervalo y Distancias. Managua, 1999.	44
- Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca del pasto por Colonia, Intervalo y Distancia. Managua, 1999.	44
- Análisis de varianza para la biomasa seca del pasto por Colonia, Intervalo y Distancia. Managua, 1999.	45
- Análisis de varianza para la biomasa fresca del pasto por área de la copa y Altura del fuste del árbol. Managua, 1999.	45
- Análisis de varianza para la biomasa seca del pasto por área de la copa y Altura del fuste del árbol. Managua, 1999.	45
- Análisis de varianza para la altura del pasto por Colonia, Intervalo y Distancia. Managua, 1999.	46
- Análisis de varianza para la cobertura efectiva del pasto por Colonia, Intervalo y Distancia. Managua, 1999.	46
- Análisis de varianza para la cobertura total del pasto por Colonia, Intervalo y Distancia. Managua, 1999.	46
- Descripción económica detallada de la colonia de pasto estrella sin árbol, correspondiente al intervalo de 35 días. Managua, 1999.	47

Título	página
- Análisis de correlación entre las variables independientes Colonia y Distancia con relación a la composición botánica. Managua. 1999.	48
- Análisis de correlación entre las variables independientes Colonia, Distancia e Intervalo y las variables dependientes biomasa fresca, biomasa seca, % de Materia Seca, Altura, Cobertura Efectiva y Total. Managua, 1999.	48
- Análisis de correlación entre los factores área de la copa y altura del fuste del árbol y la biomasa fresca y seca del pasto. Managua. 1999.	48
- Medidas del área de la copa y altura del fuste de los árboles por colonias. Managua, 1999.	49

## 1. INTRODUCCION

El uso irracional de los recursos naturales en Nicaragua, esta condicionado por factores socioeconómicos, dentro de los cuales se destacan: La explotación de madera de alto valor, la expansión de la frontera agrícola, la necesidad de obtener energía en forma de leña, el establecimiento de monocultivos (algodón, arroz, etc.), el incremento de las áreas urbanas y de la actividad pecuaria tradicional.

Una fuente primordial de proteína para la población nicaragüense lo constituye, la carne bovina. Actualmente la explotación bovina ha disminuido debido a: baja tasa de la población bovina, bajos rendimientos productivos de los pastos, siendo esta la principal fuente de alimentación en la dieta bovina. A su vez los bajos rendimientos de pastos son debidos a la degradación de los suelos, altos costos de insumos, tecnología no apropiada a las condiciones de producción en el país.

Los bajos rendimientos de las especies pratenses (en gran parte naturales o naturalizadas) es una de las causas de la baja productividad por animal y por unidad de área. La baja calidad de los pastos y su reducida persistencia se debe al acelerado crecimiento y desarrollo de tales especies en el trópico, influenciadas por efectos externos tales como: exposición a la luz solar por más de diez horas y escasez de agua, entre otros.

Muchos teóricos ambientalistas, han mantenido por largo tiempo la idea de que la ganadería es el principal factor de degradación forestal en América Latina, obviando la cadena de prácticas agropecuarias que se presentan una vez que el bosque es intervenido.

La alternativa tecnológica considerada actualmente en Nicaragua en explotaciones ganaderas, para contrarrestar los efectos negativos que se le han atribuido a la ganadería, con respecto a los recursos naturales es la combinación de arboles con pastos, comúnmente conocida como sistemas Silvopastoriles, en la cual se contemplan un sin número de interacciones entre cada uno de los componentes, los que aplicándoles un manejo integrado conlleva al mejoramiento cualitativo y cuantitativo de la producción pecuaria y la sostenibilidad de los recursos naturales.

Esta alternativa ha creado un sin número de inquietudes e interrogantes a la comunidad científica, surgiendo la necesidad de recopilar información de la misma, su certificación y validación como una alternativa tecnológica, considerando que los árboles reducen las horas luz a las que son sometidas las especies pratenses, lo cual ocasiona cambios en la productividad de esta.

Por lo anterior se plantea la necesidad de realizar estudios en Nicaragua, en sistemas de explotación ganadera con pastos naturales o naturalizados, como el que se presenta en la finca las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria y generar información de las interacciones que se presentan entre el árbol y el comportamiento florístico y productivo de las pasturas de los sistemas pastoriles, dicha información contribuirá a un mejor manejo de dichos sistemas de producción pecuaria bajo estas modalidades.

## **2. OBJETIVOS**

### **GENERAL**

Analizar las consecuencias productivas y de estructura florística que ocasiona la presencia de arboles en sistemas pastoriles.

### **ESPECIFICOS**

Determinar la composición botánica en la pastura con y sin árbol.

Evaluar la producción de biomasa fresca y seca en las áreas de pasto con y sin árbol, en los intervalos de 0-25 y 0-35 días.

Determinar la relación que existe entre la altura del fuste y área de la copa del árbol con respecto a la producción de biomasa de la pastura.

Diferenciar las características morfo-estructurales (altura y cobertura) del pasto con y sin árbol.

Comparar beneficio económico de la pastura con y sin árbol.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### Especies forrajeras:

##### *Cynodon nlemfuensis* (pasto estrella).

El género *Cynodon*. Es una planta forrajera tropical nativa del Africa oriental, hallándose también en regiones del Africa del sur. En Australia es considerado el más importante, debido a su amplia distribución mundial y a un amplio rango de adaptabilidad a las condiciones de suelo y clima, aunque no tolera la sombra. Su capacidad de adaptación es atribuible, entre otros caracteres a su abundante y fuerte sistema estolonífero y rizomatozo, su capacidad para establecerse rápidamente en una amplia gama de suelos formando un césped más o menos tupido y fuerte; Facultado para resistir el corte y el pastoreo directo, siempre y cuando estos estén acordes con la agrobiología de la variedad empleada (Skerman et al, 1992).

La propiedad de poseer estolones fuertes y agresivos le permite una rápida propagación en el periodo de establecimiento del pastizal. El método más utilizado de propagación y siembra es el vegetativo, en terrenos surcados o al voleo, utilizando la fuerza humana, animal o maquinaria para el tapado (Betancourt et al, 1994).

Es sumamente apetecible, especialmente cuando esta tierno, Mohamed et al. (1975, citado por Skerman et al, 1992) registró de 7.8 a 8 % de proteína bruta, 2.8 % de contenido de potasio, de 0.14 a 0.26 % de fósforo y 0.13 a 0.16 % de calcio.

La digestibilidad de la materia seca del pasto estrella (*C. nlemfuensis*) se encuentra alrededor de 54.7 % (promedio obtenido al cortar entre 28 y 63 días), el porcentaje de materia seca anual oscila entre 25 a 30 % (Betancourt et al, 1994).

Chávez (1973), efectuó en periodo lluvioso, un ensayo, en el campo experimental de la Universidad Nacional Agraria y encontró que el *Cynodon Sp* responde mayormente a un intervalo de corte de 29 y 36 días, reportando además producciones de 2351.35 y 2407.08 kg MS/ha respectivamente, sin aplicación de fertilizante.

##### *Panicum maximum* (pasto guinea)

Es originario de África, perenne, macollos de gran talla, robusta, con tallos y hojas finas, glumas de las espiguillas cubiertas de pelos finos. Tallos de seis a ocho nudos que crecen normalmente hasta alcanzar un metro con coronas de hasta 15-30 cm de diámetro. La superficie inferior de las hojas y las vainas foliares son vellosas y no delicadamente pubescentes (Barnard, 1972, citado por Skerman et al, 1992).

Este pasto posee una moderada tolerancia a la sequía (Tsiung, 1976). Perece en los suelos anegados y regadío intensivo, que provoquen encharcamiento. Tolerancia suelos con un pH de 8.0, puede crecer en suelos francos profundos y fértiles, se desarrolla bien en altiplanos basálticos y en suelos francos arenosos razonablemente fértiles (Skerman et al, 1992).

Una característica sobresaliente de esta especie, es su capacidad para crecer bajo sombra parcial, buena capacidad para combinarse con otras gramíneas y leguminosas, posee buena palatabilidad. Sus deficiencias son: Formación desigual de las semillas y falta de persistencia en suelos sin fertilizantes adecuadas (Skerman et al., 1992).

Es extremadamente apetecible, tiene un alto valor nutritivo incluso cuando esta maduro y cubierta de escarcha (Milford, 1960, citado por Skerman et al., 1992). La calidad y valor nutritivo de esta especie esta estrechamente relacionado con su edad. La digestibilidad de la materia seca en estadio joven (antes de floración) fluctúa entre 53 y 60%, de 56% para el estado de floración y 40% después de la floración. La proteína en estado joven puede llegar hasta 14%, aunque los valores más comunes oscilan entre 6 y 9%, su producción de hojas en estado joven es de 90 % (Betancourt et al., 1994).

#### ***Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. (pata de gallo, pata de gallina)**

Sinónimo : *D. ciliaris* (Retz.) Koeler; *D. marginata* Link; *D. abscedens* (H.B.K.). Es una planta tropical, anual, cespitosa; nudos filosos; hojas lineares y agudas, vainas pilosas; ligula alargada, obtusas. Se adapta hasta una altitud de 1,800 msnm. Prefiriendo suelos francos y arenosos, es muy palatable (Skerman et al., 1992).

#### ***Eleusine indica* (L.) Gaertn. Sub sp. Indica (grama de caballo)**

Es una planta de zonas tropicales y subtropicales, anual, cespitosa, áspera, que se ramifica en la base; de 30-60 cm de alto. Vainas foliares lisas y limbos lineares, planos o plegados, de 3-8 mm de ancho. Culmos ascendentes o postrados, lisos y comprimidos. Se adapta hasta una altitud de 2,000 msnm. Tolera la sequía, es palatable en sus primeros estadios; mas vieja el follaje es muy correoso. Contiene con frecuencia ácido prusico (glucocidos cianógenos). La mayor concentración se produce en la semilla, de 0.15 a 0.019 % o sea por debajo del nivel potencial dañino teórico (Everis, 1974, citado por Skerman et al., 1992).

El contenido de proteína bruta es de 12.8 %, fibra bruta de 25.1 %, MS de 19.3 % a las cuatro semanas de edad. La proteína es poco digerible (Gohl, 1975, citado por Skerman et al., 1992).

#### ***Oplismenus burmanii* (Poacea) Retz. Var. burmanii (grama de conejo y pelillo)**

Crece a la sombra y entre 0-1,900 msnm, es más común en el Pacífico que en el Atlántico Centroamericano. Común en cultivos perennes, pastos, orillas de caminos y ríos, se propagan vegetativamente y por semilla, tallos delgados tendidos sobre el suelo de 10-50 cm de largo (Pitty y Molina, 1998).

#### ***Desmodium canum* (Gmel) Schintz y Thellung**

Sinónimo: *D. incaum* (Sw) D C; *D. suuinum* (Sw) D C. Es una planta perenne, tallos verticales y leñosos de 30 a 60 cm de alto y tallos fibrosos a leñosos rastreros, sistema radicular profundo muy ramificado; toda la vaina esta cubierta de pelos que hace que esta se adhiera a los vestidos y al ganado, facilitando la rápida y distante propagación de la semilla (Skerman et al., 1992).

La temperatura óptima para el crecimiento es de 30 a 25 °C de día y de noche respectivamente; tolera sequía y las inundaciones, adaptándose a una amplia gama de suelos, desde arenosos a arcillosos. El vigor de la planta es tardío posterior a la germinación, pero una vez establecida crece con rapidez. Es muy tolerante a la sombra, soporta la defoliación intensa por ser estolonífero y lleva nuevos puntos de crecimientos próximos al suelo (Skerman et al, 1992).

El rendimiento aproximado es de 80 - 100 qq / mz de materia seca, el contenido de proteína cruda es de 10.3 %, no se ha descrito ninguna toxicidad, aunque su palatabilidad es afectada por el elevado contenido de tanino (Binder, 1997).

#### **Especies no forrajeras:**

##### ***Achyranthes aspera* (Amarantaceae) (mozote, rabo de gato)**

Prefiere crecer en clima cálido entre 0-1,100 msnm, se propaga por semilla y es medianamente agresiva, es común en áreas abandonadas, orillas de caminos, potreros, planta anual o perenne de poca duración, tallos erectos o tendidos sobre el suelo (Pitty y Molina, 1998).

##### ***Mimosa pudica* (Fabaceae) (dormilona)**

Crece en cultivos, rastrojos, potreros, matorrales de costas, orillas de caminos, vegas de quebradas o ríos. Se desarrolla en climas cálidos y templados entre 0-2,100 msnm. Planta perenne, leñosa, ramas armadas de espinas curvas, maleza muy agresiva sobre todo en potreros y pastizales, se propaga por semilla (Muños y Pitty, 1994).

##### ***Priva lappulaceae* ( Verbenaceae) (pega – pega, mozote de chimbomba)**

Sinónimo Verbena lappulea. Se encuentra en potreros, orillas de caminos, prefiere crecer en climas cálidos y templados entre 0-1,100 msnm. Planta anual y perenne, no es muy agresiva se propaga por semilla (Pitty y Molina, 1998).

##### ***Ipomoea nil* (Convolvulaceae) (campanilla)**

Común en pastizales y cultivos en tierras bajas, es una enredadera anual, con raíces pivotantes, tallo herbáceo con savia lechosa. (Muños y Pitty, 1994).

##### ***Ageratum conyzoides* (Asteraceae) (flor azul, flor de octubre)**

Planta común en cultivos, orillas de carretera y caminos, crece a alturas de 900 msnm. Es una herbácea anual, mide de 0.25 a 1.20 m de altura, raíz pivotante, tallo erecto o decumbente, ramificado, pubescente pelos largos y blancos (Muños y Pitty, 1994).

##### ***Datura estramonium* (Solanacea) (vuélvete loca, hierba del diablo)**

Talla de uno a un metro y medio de alto, muy ramificado en sus primeros estadios pueden ser glabioso (pelón) o pubescente, propio de pasto y suelos degradados. Planta anual que crece en terrenos abandonados o cultivados. Se encuentran en sitios entre los 850 - 2500 msnm, se le considera como una maleza venenosa (Muños y Pitty, 1994).

### ***Sida acuta* (Malvaceae) (escoba lisa, escobilla)**

Es común en potreros, lugares desolados y orillas de carreteras; planta anual de crecimiento erecto o subprostrado, mide un metro de alto o menos. Presenta ramificaciones y los tallos están cubiertos por pequeños pelos, raíz pivotante, se propaga por semilla. Se reporta como hospedero de nemátodos y algunos virus (Muños y Petty, 1994).

### ***Mitracarpus hirtus* (Rubiaceae) (canilla de zacate)**

Frecuente en bosquecillos o montes espesos, terrenos cultivados, potreros, prefiere crecer entre 0-1900 msnm, planta anual, erecta de 50 cm de alto o menos, no es muy nociva. Se propaga por semilla (Pitty y Molina, 1998).

### ***Baltimora recta* (Asteraceae) (flor amarilla)**

Planta común en cultivos, orilla de caminos y cercas; habita alturas menores de los 900 msnm mide de 1-3 m de altura, el tallo es 4-angulado y ramificado (Muños y Pitty, 1994).

### ***Lantana cámara* (Verbenaceae) (cinco negrito)**

Es común en terrenos cultivados, pastizales y campos abandonados. Arbusto perenne que mide de 1-3 m de alto, raíz pivotante y profunda. Contiene lantamina que puede causar intoxicaciones al ganado. La ingestión de dos gramos de hoja por kilogramo de peso causa intoxicación (Muños y Pitty, 1994).

## **Árboles**

### ***Pithecellobium saman* Jacq. Benth (Mimosaceae) (genízaro)**

Especie de crecimiento lento que requiere podas y raleo por la forma del fuste. Árbol de 12-16 m de altura, copa extendida y ancha, ramas jóvenes densamente pubescentes, tronco corto irregular bastante torcido. Hojas compuestas bipinnadas de 12-36 cm de largo y de 14-32 cm de ancho; estipulas caedizas, 2-4 pares de pinas (IRENA, 1999).

Las flores son pequeñas, hermafrodita, cuando el árbol florece hay hojas nuevas y muchas flores en cabezuelas vistosas. El fruto es una vaina castaña rojiza, indehiscentes, aplanadas, de 8 a 25 cm de largo, de 1.5 a 2.0 cm de ancho y de 1 cm de grosor, recta o en muchas formas. Adentro hay una pulpa pegajosa y varias semillas café, de 1 cm de largo, dispersadas por el ganado y otros animales que gustan de comer las vainas. La época de recolección de semillas es en abril y mayo, presenta una viabilidad de 70 % germinando entre los 12 a 15 días en buenas condiciones de humedad, para el almácigo se puede utilizar canteros o bolsas. La edad propia para siembra definitiva de la planta es 6 meses (IRENA, 1993).

Según IRENA (1993). Esta especie tiene diferentes usos dentro de los cuales tenemos: Madera para la construcción de viviendas, Esta es decorativa en ebanistería y tornería, Fabricación de plywood, ruedas de carretas, leña. En sistemas pastoriles es utilizado como árbol en potreros, cercas vivas entre otros sistemas de arreglos espaciales por su excelente sombra, copa densa y amplia. El forraje y tallos tiernos posee de 24 - 30 % de proteína y los frutos 13-18 %, fruto en legumbre leñosa se puede preparar concentrado de las vainas secas y molidos (30 % de proteína). Esta especie esta ampliamente difundida en Nicaragua, crece en Región del pacifico y en la Región central entre los 5 y 500 m de altitud, en clima caliente y fresco y en secos y húmedos.

### ***Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb (Mimosaceae) (guanacaste)**

Árbol de tamaño mediano a grande de 15-30 m de altura, copa extendida y redondeada (Más ancha que alta), hojas compuestas bipinnadas de 15-40 cm de largo. (IRENA, 1993).

Las ramas gruesas presentan puntos y líneas sobresalientes que corresponden a lenticelas, así mismo grietas finas en sentido longitudinal. La inflorescencia es en cabezuelas asilares, redondeadas de 1.0 a 1.5 cm de diámetro, frecuentadas por abejas melíferas. Fruto en vaina (legumbre) indehiscentes de 7 a 12 cm de diámetro, enroscado y leñoso, moreno - oscuro y brillantes, que tienen la forma de una oreja humana, con 10 a 15 semillas ovoideas y aplanadas, morena y brillantes. La época de recolección de semilla es en mayo y junio presentando una viabilidad de 80 %, germinando entre los 10 a 12 días en buenas condiciones de humedad, para el almácigo se puede utilizar canteros o bolsas. Esta especie es de madera dura, peso liviano, fácil de trabajar, es utilizada para lámina de plywood, madera para construcción, elaboración de ruedas de carretas. Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en Nicaragua especialmente en la Región del Pacífico y en la Región Central. Crece tanto en clima seco y caliente como en húmedo y fresco (IRENA, 1993).

### ***Ceiba pentandra* L. Gaerth (Bombacaceae) (ceiba, palo de gato)**

Árbol grande pero de madera suave, su altura esta entre 18-50 m; hojas compuestas digitadas, semillas numerosas, subglobadas y rodeadas de pelos sedosos que llegando a su madurez se desprenden contaminando toda el área a su alrededor las cuales no se pueden utilizar para explotaciones de ganado mayor o menor ya que trae problemas infecciosos en las vías respiratorias de estos animales (López, 1993).

### **Valor Nutritivo y Fisiología de las Praderas**

En términos generales, el valor nutritivo de las gramíneas tropicales es menor que el de las gramíneas de clima templado (Ludlow, 1976, citado por Hernández y Matus 1998).

Minson y Mcleod (1970) basados en sus propios estudios, exponen que la diferencia global entre las especies de clima templado y las tropicales, en lo que a digestibilidad se refiere; a ciertos factores climáticos antes que a cualquier efecto del nivel de nutrición vegetal o del estado de crecimiento e incluso a diferencias genéticas entre ambos grupos de especies (Hernández y Matus, 1998).

Van soest, Mertens y Deinum (1978) señalan que las condiciones ambientales del crecimiento determinan la composición química de las plantas, lo que a su vez establece los límites del valor nutritivo. La temperatura incrementa la lignificación, con un efecto dominante, mientras que los efectos de maduración de la planta (disminución de la calidad), y de la luz (aumento de la calidad) son secundarios (Hernández y Matus, 1998)

Hay evidencia experimental que demuestra que el incremento de la intensidad lumínica tiende a aumentar el contenido de carbohidratos solubles y la digestibilidad de las gramíneas a través de la acumulación de productos de la fotosíntesis; por otro lado aumentos en la temperatura favorecen la conversión de estos productos en carbohidratos estructurales (Denium, Van Es Van soest, 1968, citado por Hernández y Matus, 1998).

La edad fisiológica o estado vegetativo de los pastos es uno de los factores más importantes entre las que gobiernan la composición química y la digestibilidad de las especies pratenses, tanto tropicales como las de clima templado. Este efecto se ejerce a través de los cambios ontogénicos, fisiológicos y morfológicos que acompañan el crecimiento y maduración de las plantas (Hernández y Matus, 1998).

Wilson et al (1973, citado por Hernández y Matus, 1998), aporta evidencia de la influencia de los cambios ontogénicos sobre el *Panicum maximum* var. *Trichoglume*, indicando que la posición de las hojas en una macollo parece afectar su digestibilidad in vitro. Comparadas a una misma edad después de la emergencia, las hojas de formación posterior en la secuencia tenderán a ser menos digestibles que aquellas previamente formadas. También se encontró que el contenido de pared celular se incrementó progresivamente en hojas sucesivas en un macollo.

Por otro lado, el desarrollo trae consigo cambios morfológicos que contribuyen a la disminución del valor nutritivo de los forrajes maduros. Un cambio importante es la disminución de la relación hoja - tallo (Minson, 1972) asociado a la disminución de la digestibilidad de plantas maduras. Citado por Hernández y Matus (1998).

Existen diferencias en el valor nutritivo, determinado por la época del año. Esto puede relacionarse con los efectos que el clima tiene sobre la composición química, la digestibilidad y la relación hoja - tallo. (Deinum, 1966; Van Es y Van soest, 1968; Minson, 1970, citado por Hernández y Matus, 1998).

### **Productividad y Fisiología de las Praderas.**

La producción de materia seca de una pradera, expresada en términos de cantidad de pasto crecido que llega a ser realmente cosechado, ya sea al corte o por el animal al pastoreo, esta determinada por una serie de procesos fisiológicos de signos opuesto, unos contribuyendo a la formación de materia vegetal y otros retardando esta formación e impidiendo la acumulación de lo crecido (Hernández y Matus, 1998)

Los procesos de signos positivos, son aquellos formadores de biomasa: El crecimiento no fotosintético a partir de las reservas del vegetal y la fotosíntesis. Entre los procesos de signos contrario se encuentran la respiración, la fotorespiración y la senescencia (Hernández y Matus, 1998).

Según Smith (1972, citado por Hernández y Matus, 1998), El crecimiento no fotosintético es importante en aquella circunstancia en que la utilización de carbohidratos excede lo suministrado por la fotosíntesis. Esto ocurre en circunstancias tales como la germinación y durante el rebrote subsecuente a una defoliación, cuando el tejido fotosintético remanente no es suficiente para cubrir las demandas del crecimiento.

La fuente primaria de energía de reserva para el crecimiento de las gramíneas perennes son los carbohidratos no estructurales almacenados en los órganos vegetativos, esta reserva esta influenciada por factores ambientales como la temperatura, luminosidad, disponibilidad de humedad y nutrientes minerales y por factores de manejos, especialmente la frecuencia e intensidad de las defoliaciones. El estado de desarrollo de las plantas es otro factor determinante del grado de acumulación de sustrato siendo generalmente mayor en plantas maduras en fase reproductiva. La acumulación de reservas esta inversamente relacionada con crecimiento de las plantas, aquellos factores que estimulan la fotosíntesis favorecen la acumulación de sustratos, mientras que los factores que estimulan el crecimiento propician la utilización y disminución de estas reservas (Hernández y Matus, 1998).

Las defoliaciones muy intensas, muy frecuentes o muy tempranas disminuyen el rendimiento de las pasturas (May, 1960, citado por Hernández y Matus, 1998), lo que ocurre por agotamiento de las reservas preexistentes, las que no son oportunamente reemplazadas por un nuevo sustrato, ya sea por insuficiencia de la tasa fotosintética del periodo de defoliación antes de una nueva defoliación o por obstáculos en la translocación de sustratos desde el sistema fotosintetizador hacia las raíces y la base del tallo.

La eficiencia fotosintética de las praderas depende de la luz y de la medida en que esta es interceptada por la cobertura vegetal. Esta interceptación depende del índice de área foliar (IAF) que se define como la relación del área foliar a la unidad del área del suelo, ocupado por las plantas (Watson, 1947, citado por Hernández y Matus, 1998). Una pastura en establecimiento o en rebrote, después de una defoliación intensa con bastante espaciamiento entre plantas, será capaz de utilizar solamente una pequeña parte del total de la iluminación que cae sobre ellas. A medida que la pastura crece, mayores cantidades de luz son interceptadas por el tapiz vegetal, reduciendo a cero la incidencia de luz sobre el suelo.

La morfología y el hábito de crecimiento de las especies pratenses tienen una gran influencia sobre la interrelación entre defoliación, IAF remanente crítico u óptimo y la capacidad de intersección lumínica del tapiz vegetal. Interactuando con el sistema de manejo impuesto, la morfología de la pradera y su hábito de crecimiento influyen sobre la productividad. Bajo régimen de defoliación frecuente la especie de hábito de crecimiento postrado de hojas cortas son más productivas, que las especies erectas de hojas largas (Wilson, 1973, citado por Hernández y Matus, 1998).

La razón de esto estriba en el hecho que el IAF residual en las especies postradas es mayor que en las erectas, quedando mayor cantidad de hojas expandidas y puntos de crecimientos indemnes luego de la defoliación (Hernández y Matus, 1998).

También las especies postradas tienen coeficientes de extinción lumínica más altos, presentando valores más bajos del IAF crítico (Wilson, 1973, citado por Hernández y Matus, 1998), lo que le permite alcanzar rápidamente los valores máximos de tasa de crecimiento. Adicionalmente el ser postradas evita que el pastoreo, aunque frecuente, sea también intensivo.

En contraste con las especies postradas, las especies erectas de hojas largas, son más productivas bajo un régimen de defoliación infrecuente (Cooper *et al.*, 1970, citado por Hernández y Matus, 1998).

En relación con la productividad, es importante considerar el efecto de la fertilización sobre la fotosíntesis, la acumulación de reservas y mecanismos de rebrotes de las pasturas. El rendimiento de las pasturas depende de su capacidad fotosintética y de la utilización del sustrato formado, así como su capacidad para iniciar un nuevo crecimiento luego de una defoliación. La capacidad de rebrote depende del manejo, especialmente en la nutrición mineral regulada a través de la fertilización, la que actúa sobre procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas (Brown y Ashley, 1974, citado por Hernández y Matus, 1998).

### **Factores Físicos que regulan el Crecimiento y Desarrollo de los Forrajes.**

Según Calvin y Bensol. (Citados por Hernández y Matus, 1998), Las especies que mejor se adaptan a las altas temperaturas son las de origen tropical. Realizando una tasa más alta de fotosíntesis. Esta diferencia en la tasa de fotosíntesis entre especies está sustentada por la razón de tener una elevada producción de materia seca. Está bien definido la presencia del sistema fotosintético de las C<sub>4</sub> en las

gramíneas tropicales, plantas con una alta habilidad para fijar CO<sub>2</sub> a altas temperaturas. En comparación con las gramíneas de Zona templada y leguminosas tropicales que presentan ciclo fotosintético C<sub>3</sub>.

La tasa de fotosíntesis por unidad de área foliar en las gramíneas tropicales es cerca del doble que el de las especies C<sub>3</sub>. Esto permite a las especies C<sub>4</sub> hacer un gran uso de la abundante energía solar en el trópico y que resulta en una tasa de crecimiento óptimo que es el doble de las especies C<sub>3</sub> (Hernández y Matus, 1998).

Cuando las especies C<sub>3</sub> crecen en el trópico están por encima de su temperatura óptima para fotosíntesis, desperdician mucho la energía que ellas han obtenido para continuar respirando. Por otro lado son incapaces de utilizar más del 30% de la energía lumínica disponible (Hernández y Matus, 1998).

Cuando las especies tropicales de vía C<sub>4</sub> crecen en clima templado pierden ventajas, mientras el régimen de luz se reduce, tiene un efecto menor en las especies C<sub>3</sub> (Hernández y Matus, 1998).

### **Balance de la Humedad del Suelo y el Crecimiento de la Pastura.**

Según Hernández y Matus (1998), la deficiencia moderada de agua puede resultar en una reducción del crecimiento de la pastura y en casos prolongados de sequía resulta en la muerte de la planta dentro de la pastura. Las especies de zonas templadas muestran diferencias en la eficiencia del uso del agua. En las especies tropicales de vía C<sub>4</sub> permiten un cierre parcial de sus estomas para conservar el agua sin restringir la fotosíntesis y esto posibilita la producción de más materia seca por unidad de humedad transpirada que las especies de vía C<sub>3</sub>.

### **Interacciones entre Arbol y Pasto.**

Cuando las leñosas perennes y las especies herbáceas comparten el mismo terreno, pueden presentarse entre ellas relaciones de interferencia y de facilitación. La competencia por radiación lumínica, por agua y por nutrientes, así como las posibles relaciones alelopáticas entre componentes, son manifestaciones de interferencia. En cambio la fijación y transferencia de nutrientes y el efecto de protección contra el viento que pueden ejercer las leñosas perennes, son ejemplo de relaciones de facilitación (CATIE, 1998).

### **Efecto de la Sombra sobre el Estrato Herbáceo.**

Las leñosas perennes por lo general tienen su copa por encima de las especies forrajeras de manera que cuando crecen en el mismo terreno, las primeras interfieren el paso de la radiación lumínica al estrato herbáceo. Lo inverso puede ocurrir en las etapas iniciales del establecimiento de las leñosas perennes, en especial si se combinan con especies herbáceas de crecimiento rápido y erecto o con leguminosas que enredan (crecimiento voluble). Para evitar este tipo de problema, con frecuencia se difiere el establecimiento de las pasturas hasta que las leñosas hallan alcanzado una altura tal que puedan funcionar como especies dominantes sobre las forrajeras o se intensifican el control de la competencia mediante chapeas frecuentes (CATIE, 1998).

### **Producción de Fitomasa.**

Shelton, et al (1987), sostienen que el principal factor limitante para el crecimiento de pasturas, es el nivel de sombra ejercido por los árboles y arbustos. Si bien en la mayoría de situaciones, la tasa de

crecimiento de las pasturas es menor cuando crecen bajo la copa de los árboles que a pleno sol (Horne y Blair, 1991). aunque no todas las forrajeras responden de igual manera a la disminución de energía lumínica (CATIE, 1998).

En términos generales, el sombreado tiene un gran efecto sobre la tasa de crecimiento de las plantas forrajeras con ciclos fotosintéticos tipo C<sub>4</sub> gramíneas tropicales que los tipos C<sub>3</sub> leguminosas y gramínea de zona templada (Tieszen, 1981; Sanderson, et al 1997). Además dentro de estos grupos se ha detectado variabilidad entre genotipos (Bazill, 1987; Bustamente, 1991; Reynolds, 1995, citados por CATIE, 1998).

## **Calidad Nutritiva.**

El sombreado afecta la calidad nutritiva de los forrajes, pero algunos casos esos efectos pueden estar mediados por cambios anatómicos o morfológicos que sufren las plantas. En varios ensayos con gramíneas se han detectado incremento en el contenido de proteína cruda y disminución en el de carbohidrato no estructurales, a medida que aumenta la interferencia al paso de la luz solar (Wilson, 1982; Pezo, 1987; Zelada, 1996, citados por CATIE, 1998).

En cambio no ha habido en los resultados obtenidos con respecto al efecto de disminución en la radiación luminica sobre el contenido y composición de los carbohidratos estructurales, la digestibilidad y el consumo (Sanderson, et al; 1997, citados por CATIE, 1998).

Deinum y Dirven (1974) y Wilson (1982), postulan que la sombra afecta negativamente la digestibilidad. Kephart y Buxton (1993) y Zelada (1996) encontraron el efecto contrario. Otros autores (Sanarakoon, et al, 1990; Norton, et al, 1991) no detectaron ningún efecto importante (CATIE, 1998).

Sobre la base de los resultados anteriores, Reynolds (1995, citado por CATIE, 1998), sugiere que la disminución en la digestibilidad y el consumo probablemente solo ocurre en las plantas no tolerante a la sobra; pues en ellas la sombra provoca una disminución marcada en el contenido de carbohidrato soluble y un incremento notorio en la elongación de los tallos.

## **Factores que Modifican el Efecto de la Sombra.**

El grado de sombreado ejercido por los árboles y arbustos varío con la morfología de la planta (p. e. características de copa y altura), densidad y distribución espacial de los árboles con respecto al estrato herbáceo, la inclinación de los rayos solares y las técnicas de silvicultura como raleo, podas entre otras (Reynolds, 1995, citado por CATIE 1998).

La densidad de plantación es otro factor que afecta el crecimiento del estrato herbáceo. En términos generales, la producción de biomasa en el estrato herbáceo disminuye a medida que se incrementa la densidad de árboles, pero la tasa de disminución declina con la densidad (Whiteman, 1980). Este efecto no solo es atribuible al sombreado que ejerce el follaje de la leñosa sobre las pasturas, sino también a la competencia por espacio entre las porciones basales de la leñosa y el pasto, así como al eventual daño físico por la caída de ramas (Reynolds, 1995, citado por CATIE, 1998).

En sistemas Silvopastoriles, las practicas de manejo comúnmente aplicadas para reducir la interferencia de luz (podas y raleas), son realmente multipropósito. Así, en áreas donde se presenta vegetación natural constituida por leñosas perennes y pasturas, la poda de ramas de especies palatables o maderables y la eliminación de especies indeciables, para regular la competencia entre leñosas o para facilitar la movilización de animales, de hecho va a permitir también un mayor acceso a la luz hacia el estrato herbáceo (Kirmse, et al., 1987). Por su parte, las raleas practicadas en los sistemas de plantación, no solo favorecen el desarrollo de árboles seleccionados, sino que además permite disminuir el sombreado hacia el estrato herbáceo (Knowles, 1991, citado por CATIE, 1998).

El arreglo de plantación es otro factor que puede ser modificado para regular la interferencia de luz ejercida por las leñosas perennes. Con la siembra en hileras dobles o en franjas de 3 a 5 hileras, pero ampliando el espaciamiento entre franjas, es posible mantener la misma densidad de árboles (#de plantas/ha) pudiendo permitir un mayor paso de luz al estrato herbáceo, favoreciendo el crecimiento de la biomasa herbácea y la producción animal (Reynolds, 1995, citado por CATIE, 1998).

La orientación de las hileras de árboles en una plantación es también un factor de manejo que contribuye a regular el acceso de la luz a la vegetación herbácea. Árboles sembrados en hileras paralelas al movimiento del sol (Este – Oeste) facilitarán la penetración de los rayos solares al estrato herbáceo, en aquellas horas (antes de las 10 AM y después de las 2 PM) en que por el ángulo de incidencia su transmisión es interferida por una barrera arbórea. Esto va a resultar en una mayor incidencia total diaria de luz al estrato herbáceo y consecuentemente en una mayor producción de fitomasa, especialmente cuando se trabaja con menor espaciamiento entre las hileras de árboles (CATIE, 1998).

### **Efecto micro climático sobre el estrato herbáceo.**

#### **Regulación del Estrés Térmico.**

La presencia de árboles mitiga los extremos de temperatura a los que puede estar sometido el estrato subyacente de vegetación herbácea; si la temperatura a nivel del estrato herbáceo que crece bajo la copa de los árboles difiere en 2 a 3 °C con respecto a la obtenida a campo abierto (Ovalle y Avendaño, 1988; Wilson y Ludlow, 1991, citado por CATIE, 1998).

Se sabe que la temperatura óptima para el crecimiento de gramíneas tropicales (C<sub>4</sub>) es de 35 °C y para leguminosas tropicales es de 28-29 °C (Whiteman, 1980). Entonces cuando la temperatura ambiental supera este nivel umbral, el efecto de enfriamiento provocado por la presencia de árboles favorecerá la actividad fotosintética de las plantas ubicadas en el estrato herbáceo, especialmente si se presentan cambios de temperatura tan altos como los 9.5 °C citados por Reynolds (1995, citado por CATIE, 1998) para plantaciones de cocoteros.

#### **Amortiguamiento del Estrés Hídrico.**

Cuando las leñosas y las pasturas comparten el mismo espacio, como los sistemas de plantación o de árboles dispersos en potreros, la menor temperatura en el estrato herbáceo bajo la copa de los árboles provoca una disminución en la tasa de pérdida de agua por transpiración a través de las estomas (Baruch y Fisher, 1991, citado por CATIE, 1998).

Además se presenta baja temperatura del suelo, lo cual resulta en menores pérdidas de agua por evaporación (Wilson y Wild, 1991, citado por CATIE, 1998).

Estos efectos pueden resultar en una demora a la incidencia de estrés hídrico característico del periodo seco y un adelanto en el inicio del crecimiento a medida que mejoran las condiciones de humedad en el suelo; sin embargo, no evitan la competencia, ni el eventual efecto detrimental de uno sobre el otro; Una vez que se presenta un déficit hídrico (CATIE, 1998).

## Protección contra el viento.

Efectos similares son atribuidos a la presencia de árboles en potreros respecto al mantenimiento del balance hídrico, ya que se reconoce que el viento ejerce un efecto secante sobre la pastura, al incrementar la tasa de evapotranspiración de las mismas (Djimde, et al, 1989, citado por CATIE, 1998).

El viento puede afectar directamente el crecimiento de las pasturas. Rusell y Grace (1978, citados por CATIE, 1998), determinaron que a medida que se incrementaba la velocidad del viento había una reducción en la tasa de expansión de hojas, índice de área foliar y tasa de crecimiento.

## Redistribución de la lluvia.

Otra característica microclimática debajo de la copa de los árboles es la redistribución de la lluvia. Cuando la gota de lluvia es interceptada por la copa del árbol, una parte del agua se evapora a la atmósfera, otra parte cae a la superficie del suelo, otra parte queda retenida en el follaje y el tronco; pero el resto es canalizado hacia el suelo a través del eje principal del tallo, de manera que se infiltra en el área más cercana a la base del tallo (Torres, 1987, citado por CATIE, 1998).

Esto es importante en zonas áridas y semiáridas, pues esta concentración del flujo de agua es otro factor que prolonga la fase vegetativa en las plantas que se encuentran en los sectores más cercanos al rededor del tronco (Pressland, 1973, citado por CATIE, 1998).

## 4. METODOLOGÍA

### LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo se realizó en la finca las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria (UNA). Ubicada en el Km 10 ½ de la carretera norte Managua, siendo las coordenadas geográficas 12° 08' Latitud Norte y 86° 10' Longitud Oeste, a una altitud de 56 msnm (INETER, 1998), bajo dos condiciones de producción: con y sin la presencia de árboles.

### CONDICIONES CLIMATICAS

La localidad cuenta con una época seca durante los meses de Noviembre a Mayo. La precipitación promedio anual es de 862.2 mm; la temperatura anual oscila entre 26 °C y 30 °C, humedad relativa entre 76-81% y la velocidad del viento oscila entre 0.7 a 2 m/seg. (INETER 1998).

### CARACTERÍSTICA DEL SUELO

Según Villanueva (1990) el área de la finca las Mercedes esta comprendida dentro de cuatros series de suelos: Mercedes (MD), La Calera (LCA), Suelos Aluviales (TX), Pantanos y Ciénagas (MZ).

Serie Mercedes (MD): Son suelos profundos bien drenados derivados de aluviales viejos de cenizas. Se encuentran en planicies con pendientes casi planas o ligeramente inclinadas, permeabilidad moderada, zona radicular profunda, contenido de materia orgánica moderadamente alto en la superficie y moderado en el subsuelo. El potasio asimilable es medio y el fósforo bajo en el subsuelo. El suelo superficial presenta textura franco arenosa (Villanueva 1990)

Serie La Calera (LCA): Son pobremente drenados, negros, superficiales, calcáreos que contienen sales, altos en sodios intercambiables. Derivados de sedimentos lacustres y aluviales (poseen un estrato duro de caliza a una profundidad media de 50 cm) (Villanueva 1990).

Serie Aluviales (TX): Consisten en depósitos de materiales estratificados recientes, lavados de las tierras altas adyacentes de ceniza volcánica, basalto, tobas y areniscas que son depositadas por los ríos en las tierras bajas (Villanueva 1990).

Serie Pantanos y Ciénagas (MZ): Areas que son frecuentemente inundadas y tienen una tabla de agua alta durante la mayor parte del año. Los pantanos soportan vegetación de característica anual, mientras que las ciénagas soportan vegetación arbóreas (Villanueva 1990).

## DESCRIPCIÓN DEL AREA EMPASTADA

La finca las Mercedes, cuenta con un total de 31.2 mz empastadas, con diferentes especies de pasto: distribuidas de la siguiente forma:

ESPECIE	área en mz.
Estrella ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	26
Guinea ( <i>Panicum maximum</i> )	3
Taiwan ( <i>P. purpureum</i> )	2
<i>Brachiaria ssp</i>	0.2

A través de los años la pastura sometida a evaluación no ha contado con un manejo sistemático, al igual que las especies arbóreas existente en este sistema.

Las áreas empastadas no cuentan con divisiones de potreros. Al momento de efectuarse el estudio coincidió con el traslado de los animales a otro lugar.

En la mayoría de las áreas empastadas existen algunas especies arbóreas que han surgido de regeneración natural tales como: Genízaro (*Pithecelobium saman*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y Ceiba (*Ceiba pentandra*).

## LOTIFICACIÓN DEL AREA

Se seleccionó un área de 28 mz (croquis # 1), la cual se dividió en dos lotes. (*C. nlemfluensis* y *P. maximum*) en dependencia de la especie forrajera existente. El tamaño del lote dependía del área que ocupa cada especie herbácea establecida. Posteriormente los dos lotes se dividieron en parcelas; la cantidad y tamaño de las parcelas a evaluarse dependió del: número, distribución y distancia de los árboles existentes, dicha metodología es muy similar a la presentada por Ruiz (1996), para el estudio de sistemas de barbechos en zonas subhúmedas, húmedas y áridas de Centro América.

Se sometieron a evaluación 5 parcelas de pasto estrella, de las cuales cuatro poseían árboles y 2 parcelas de pasto guinea, de las cuales una poseía árbol. Habiendo una distancia entre parcelas (colonias) de 50 m a 70 m y una distancia entre árboles de 9 m a 31 m dentro de las parcelas (colonias) (croquis # 2).



EL RODEO

LOTE II

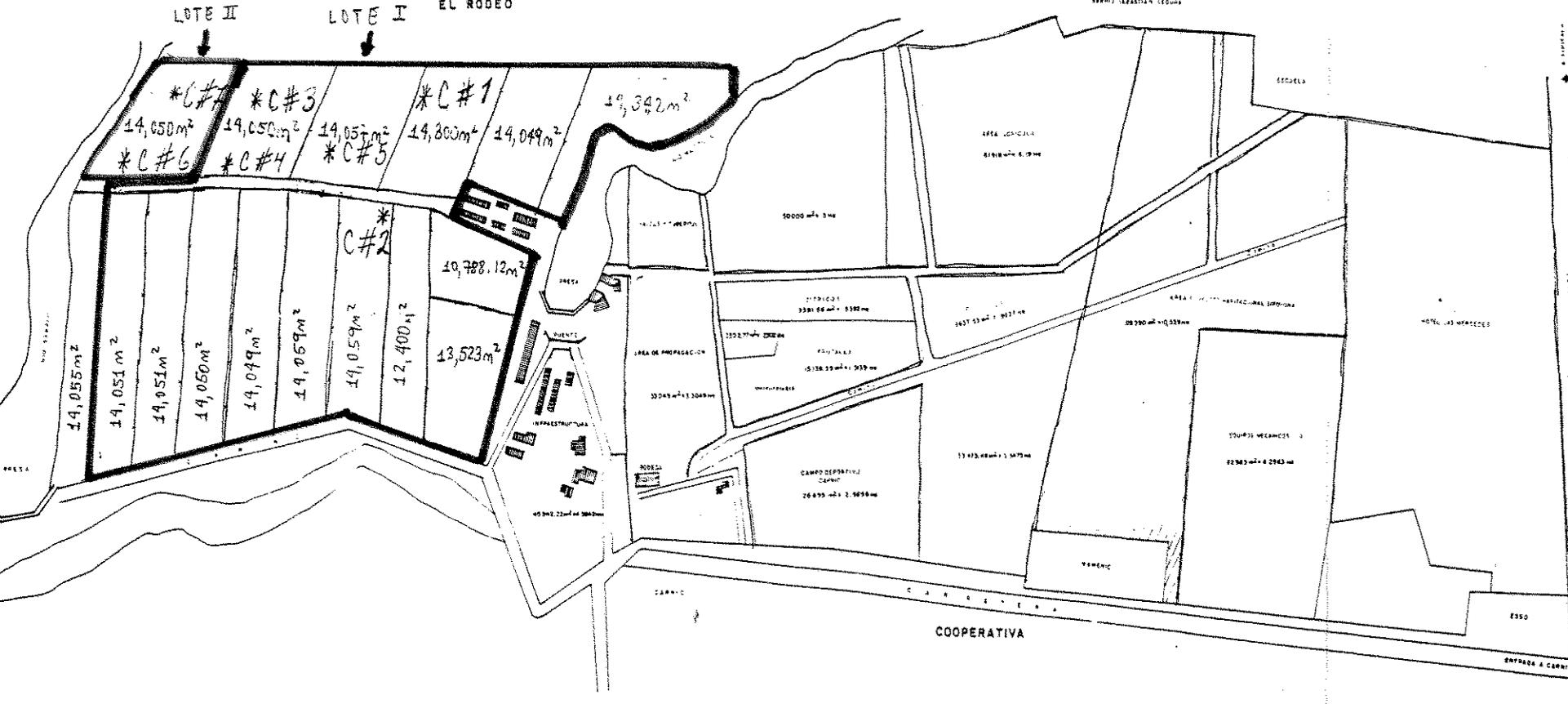
LOTE I

EL RODEO

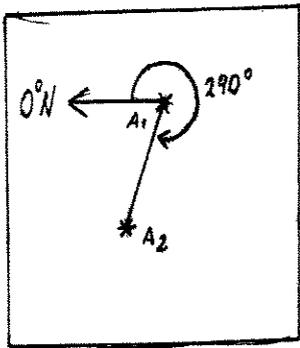
BARRIO TERAPISTAS LEGUIA

ESCUELA

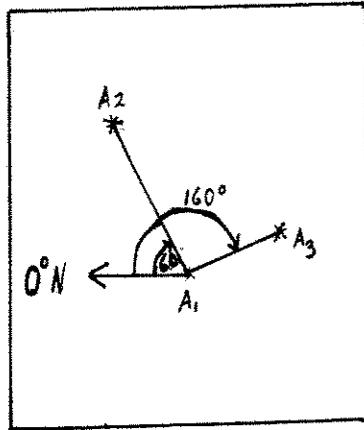
CARRETERA NOROCCIDENTAL



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA</b> ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS DPTO. DE RECURSOS HIDRICOS	Contenido: Distribución general. Finca Las Mercedes.	LEYENTE: C. COLONIA	UBICACION: COSTADO NORTE HOTEL LAS MERCEDES - MANAGUA
	Croquis # 1. Área seleccionada y distribución aproximada de las colonias.	DISEÑO: A. SIBONDI	DISEÑO: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA MANAGUA
		MENSA:	AREA: 109575.32 m² + 90.7578 m²
		DIBUJO: A. SIBONDI	ESCALA: 1" = 2000' FECHA: 27-06-98

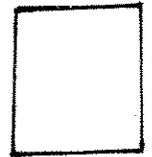


COLONIA # 7



COLONIA # 3

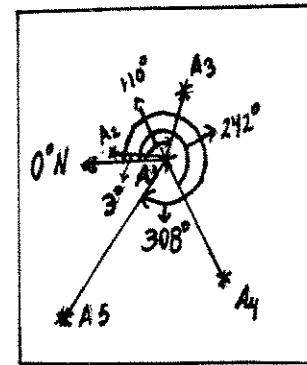
LOTE # I



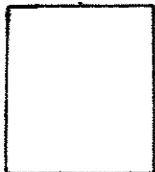
COLONIA # 1

NORTE  
←

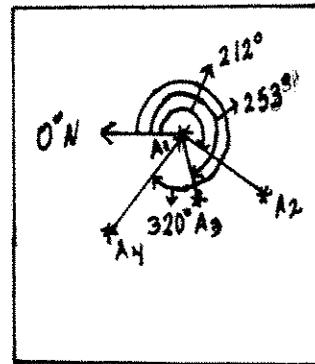
LOTE # II



COLONIA # 5



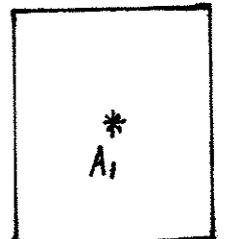
COLONIA # 6



COLONIA # 4

ESCALA: 1 : 1000  
A : ARBOL.

COLONIA # 2



Croquis # 2. Distribución de las colonias y la ubicación de árboles en cada colonia.

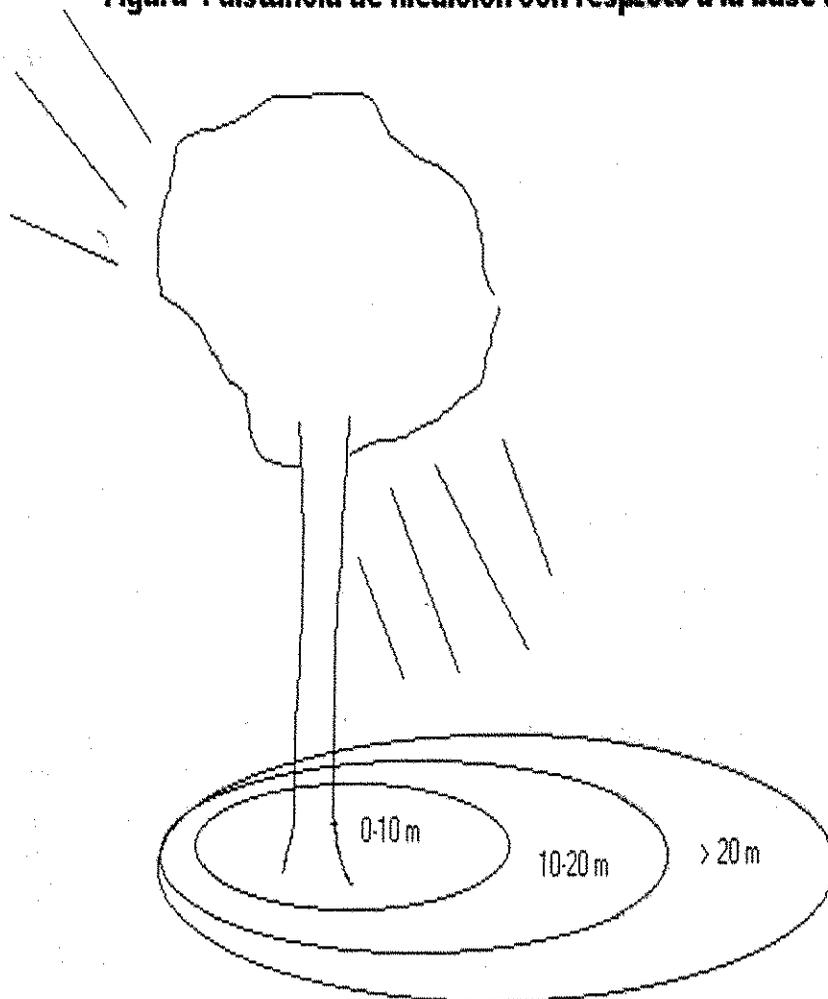
En las parcelas con árboles, se realizó mediciones de la composición botánica y productividad en diferentes distancias con respecto al área basal de los árboles figura 1, dichas distancias se describen a continuación:

Distancia 1: de 0 a 10 metros de la base del árbol.

Distancia 2: entre 10 y 20 metros de la base del árbol.

Distancia 3: distancia mayor de 20 metros de la base del árbol.

**Figura 1 distancia de medición con respecto a la base del árbol**



## CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS COLONIAS

La disposición de árboles en la pastura presenta un arreglo espacial de árboles en potreros, encontrando pequeñas agrupaciones de árboles a lo largo de la pastura. Cada agrupación se consideró como una parcela experimental. Debido a que grupos de árboles componen una parcela, para efecto del presente estudio se ha denominado colonia a cada una de estas agrupaciones a sí como a la parcela testigo(sin árbol).

Con relación a la pastura de guinea con y sin árbol se dio la oportunidad de someterse a una evaluación, el cual se trabajó a la par de la pastura de estrella con y sin árbol, con la cualidad de que la pastura de guinea se evaluó como un estudio de caso.

A continuación se describen cada una de las colonias:

Colonia 1: Pasto estrella sin árbol, con un área total de 547.6 m<sup>2</sup>

Colonia 2: Pasto estrella con un árbol Genízaro y un área de 1300 m<sup>2</sup>

Colonia 3: Pasto estrella con tres arboles de Guanacaste y un área de 3906 m<sup>2</sup>

Colonia 4: Pasto estrella con cuatros arboles de Genízaro y un área de 2756 m<sup>2</sup>

Colonia 5: Pasto estrella con cinco arboles: tres arboles de Ceiba y dos de Genízaro, con un área de 2997.6 m<sup>2</sup>

Colonia 6: Pasto guinea sin árbol y un área de 729 m<sup>2</sup>

Colonia 7: Pasto guinea con dos árboles: uno de Genízaro y uno de Guanacaste y un área de 2730 m<sup>2</sup>

Mayores detalles se muestran en el anexo 18.

## LABORES AGRONOMICAS

El día 17 de diciembre de 1998 se inició la fase de campo, con las divisiones de colonia en el lugar previamente seleccionado y posteriormente se hizo la estratificación de las distancias por árbol y mediciones de la altura del fuste y área de la copa de cada árbol.

Se realizaron tres cortes a las plantas herbáceas de cada colonia: El primer corte se lleva a cabo el día 22 de Diciembre de 1998. El segundo corte se efectuó el día 26 de Enero de 1999 y el último corte se realizó el día 20 de febrero de 1999.

El intervalo entre corte y corte se determinó tomando en consideración lo expuesto por Hernández y Matus (1998), quienes expresan que el nivel original de reserva se recupera entre la tercera y quinta semana después del corte. Para la altura de corte del pasto, se tomo en consideración lo expuesto por Toledo y Schultze-kraft (1982), los que plantean que para plantas de crecimiento postrado se deben cortar a una altura de 5-10 cm y para planta de crecimiento erecto de 15-30 cm.

En cada colonia y en cada una de las distancias a la base del árbol, antes de realizarse el segundo y tercer corte se tomaron mediciones de altura y cobertura del pasto, luego se procedió a cortar, separar y pesar el material forrajero.

## VARIABLES A MEDIR

### COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA PASTURA

En el campo se recolectaron muestras de las diferentes plantas herbáceas existentes en las áreas empastadas, posteriormente estas fueron llevadas al herbario de la Universidad Nacional Agraria (UNA), para su debida identificación.

Se determinó en las dos condiciones de producción: con y sin la presencia del árbol, utilizando un marco de un m<sup>2</sup>. Se realizaron cinco lanzamientos selectivos por distancia. En cada lanzamiento se cortó toda planta dentro del marco y se identificó este sitio; posteriormente se realizó la selección de plantas, separando el material verde del material seco. Del material verde se apartó las especies forrajeras de las no forrajeras; de las especies forrajeras se separaron las gramíneas de las leguminosas. Todo este material se pesó y porcentualizó inmediatamente, según lo indicado por Mendoza y Lascano (1984).

Para la recolección de estos datos se utilizo el formato 1 (Anexo).

### PRODUCCIÓN DE BIOMASA FRESCA

Se calculó en los intervalos de 0-25 y de 0-35 días, en las dos condiciones de producción (con y sin árbol); con el propósito de hacer este cálculo más preciso se realizó el siguiente procedimiento: El método consistió en tomar las observaciones en la misma área donde se tomaron las observaciones para la composición botánica. El corte que se hizo en la determinación de la composición botánica sirvió como corte de uniformidad y punto de inicio del primer intervalo de producción que se evaluó (35 días). Se cortó toda planta que haya rebrotado en área cortada anteriormente (1 m<sup>2</sup>) separando el material forrajero del no forrajero. Identificándose y pesándose inmediatamente (Mendoza y Lascano, 1984).

Las observaciones muestrales se tomaron por separado: Entre colonia y entre distancias de un mismo árbol, en cada intervalo.

La recolección de los datos se realizó utilizando el formato 2 (Anexo).

### PRODUCCIÓN DE BIOMASA SECA

El secado de las plantas se realizó en el herbario de la Universidad Nacional Agraria, utilizando la secadora que se tiene para este fin, en la cual se hizo algunos ajustes como son: cambio del papel húmedo por uno completamente seco, las muestras de plantas recolectadas se colocaron en laminas de zinc corrugado, según la forma convencional de secado en el herbario, lo anterior es con la finalidad de permitir el paso del calor de un lado a otro de la prensa la que se acomodó hacia la fuente de calor. Las observaciones estuvieron secándose durante 72 horas según lo propuesto por López (1988), para el secado de material vegetal.

## PORCENTAJE DE MATERIA SECA

El porcentaje de materia seca de la pastura se obtuvo haciendo uso de la siguiente expresión matemática:

$$\% \text{ MS} / \text{m}^2 = \text{PS} \times 100 / \text{PF}$$

PS: Peso seco de la observación.

PF: Peso fresco de la observación.

## CALCULO DEL ÁREA DE LA COPA Y ALTURA DEL FUSTE DE LOS ARBOLES

Se calculó en cada uno de los árboles, haciendo uso de una cinta métrica, midiendo el largo y ancho de la sombra de la copa reflejada en el suelo figura 2.

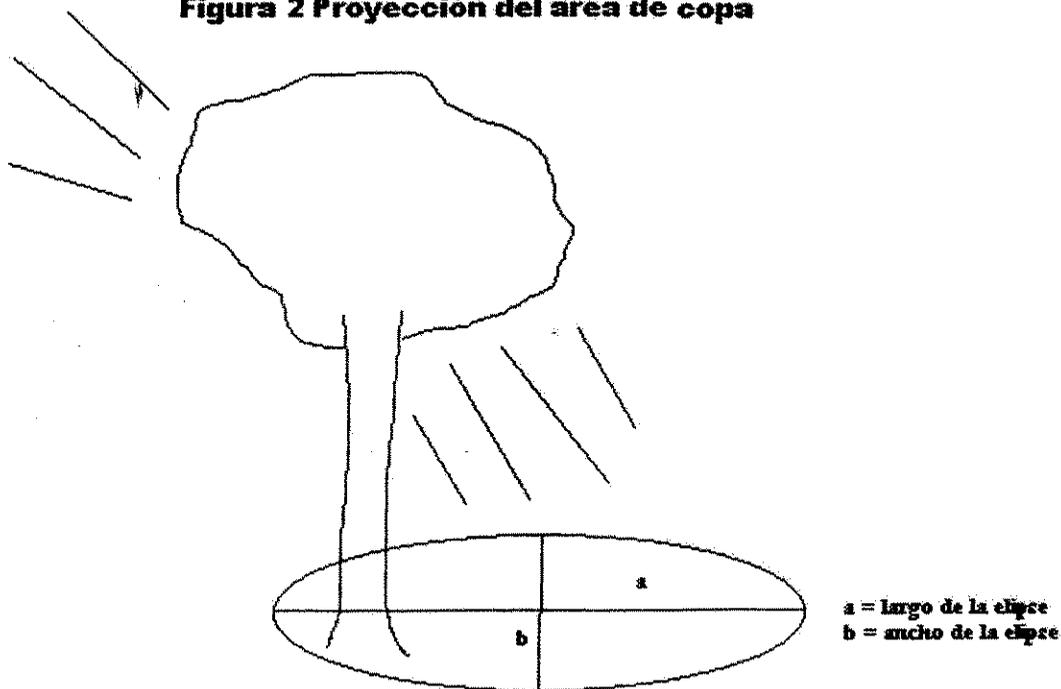
Para el cálculo del área de la copa de los árboles se utilizó la fórmula matemática del área de una elipse:

$$\text{Area} = \pi \times a \times b$$

a: Largo de la elipse.

b: Ancho de la elipse.

**Figura 2 Proyección del area de copa**



A cada árbol se le midió la altura del fuste; haciendo uso de un clinómetro y cinta métrica. Para el cálculo de la altura del fuste de los árboles se utilizó la siguiente expresión matemática:

$$h = A_1 + A_2$$

h: Altura del fuste.

A<sub>1</sub>: Altura 1; se mide desde el suelo hasta el punto horizontal marcado en el árbol con el uso del clinómetro.

A<sub>2</sub>: Altura 2; va del punto horizontal marcado hasta la máxima altura de la madera comercial.

Esta información se recopilará en el formato 3 (Anexo).

## **ALTURA DE LAS PLANTAS FORRAJERAS**

Para estas mediciones se utilizó una cinta métrica; la medición se hizo en cinco plantas (cinco observaciones) diferentes dentro de cada distancia.

El muestreo se realizó momentos antes del corte del material vegetativo, midiéndose desde el suelo hasta la punta más alta de la planta, sin estirla (Toledo y Schultze-kraft, 1982).

Determinándose la altura de las plantas forrajeras por parcela y por distancia en cada árbol; en los dos intervalos. Los datos se recolectaron utilizando el formato 2 (Anexo)

## **COBERTURA DE LA PASTURA**

La cobertura se estimó, según la producción aparente que las plantas herbáceas cubran cada área del marco (1 m<sup>2</sup>). El marco se colocó selectivamente donde se efectuara el corte del pasto, este se representa en % por m<sup>2</sup> (Toledo y Schultze-kraft, 1982).

La cobertura total esta compuesta de plantas forrajeras y no forrajeras; mientras la cobertura efectiva esta compuesta solo de plantas forrajeras.

Los datos se recolectaron utilizando el formato 2 (Anexo).

## **COMPARACION ECONOMICA**

Con el fin de establecer y comparar los beneficios de las dos condiciones de producción (con y sin arboles) se determinaron los egresos en los que incurre cada condición de producción, basados en las actividades que realiza la finca las Mercedes y los ingresos que obtiene una finca de producción de pasto. Estos se obtuvieron en la finca los Charcos (antes Chiltepe), proporcionados estos por el Sr. Danilo Ruiz.

Los datos fueron recolectados en el formato 4 (Anexo). Partiendo de estos datos se calculó la rentabilidad en cada condición de producción, utilizando la metodología propuesta por Torres (1995) para explotaciones Agropecuarias:

$$R = UN/CTX100$$

$$UN = IB-CT$$

Donde:

R = Rentabilidad  
 UN = Utilidad neta  
 IB = Ingreso bruto  
 CT = Costo total

## ANALISIS ESTADISTICO

Para determinar los efectos que tienen los factores (Distancia, intervalo, colonia, área de la copa y altura del fuste del árbol) sobre las variables en estudio (composición botánica, producción de biomasa fresca y seca, altura del pasto y cobertura efectiva y total del pasto) se hizo análisis de varianza para modelos lineal, utilizando el sistema computarizado Software SAS.

Modelo a utilizar:

$$Y_{ijklz} = \mu + CL_l + ET_i + IN_j + AC_k + AF_z + E_{ijklz}$$

Donde:

$Y_{ijklz}$  = Variables a medir (composición botánica, producción de biomasa fresca y seca, altura y cobertura efectiva y total.)

$\mu$  = Media general.

$CL_l$  = Efecto del l-ésima colonia.  $l = 1,2,\dots,7$

$ET_i$  = Efecto del i-ésimo distancia.  $i = 0,1,2$

$IN_j$  = Efecto del j-ésimo intervalo.  $J = 1,2$

$AC_k$  = Efecto del k-ésimo área de la copa.  $K = 0,1,2,\dots,5$

$AF_z$  = Efecto de la z-ésimo altura del fuste.  $Z = 0,1,2,\dots,5$

$E_{ijklz}$  = Error experimental.

Se realizó además separación de medias utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan a las variables con significancia y así conocer diferencias entre cada factor.

Posteriormente se realizaron correlaciones múltiples entre cada una de las variables.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### COMPOSICION BOTANICA DE LA PASTURA

No existe diferencia significativa entre colonia y distancia con respecto a la composición botánica (Anexo 5).

En las áreas de pasto estrella con árbol el mayor porcentaje de especies forrajeras se obtuvo a medida que las especies se alejan de la base del árbol (Cuadro 1). La especie que obtiene el mayor porcentaje es el pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), alcanzando su máximo porcentaje en la distancia de 20 m a más de la base del árbol, disminuyendo este a medida que la distancia se ubica más cerca a la base del árbol; igual comportamiento presenta las especies: *Digitaria sanguinalis* y *Panicum molle*. Una tendencia diferente presenta *Oplismenus burmanii*, la cual alcanza su máximo porcentaje en la distancia de 10 a 20 m de la base del árbol y disminuye drásticamente en la distancia de 20 m a más de la base del árbol. Con respecto al *Desmodium canum* su máximo porcentaje lo alcanzo en la distancia de 0 a 10 m de la base del árbol, disminuyendo a medida que este se aleja de la base del árbol.

Cuadro 1. Determinación porcentual de la composición botánica de las especies forrajeras por distancia, en las colonias de pasto estrella con árboles, Managua, 1999.

Especie	Distancia de 0 a 10 m	Distancia de 10 a 20 m	Distancia > 20 m
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	4.92	17.50	46.62
<i>Oplismenus burmanii</i>	17.80	30.33	0.79
<i>Digitaria sanguinalis</i>	0.00	0.36	4.18
<i>Panicum molle</i>	0.00	0.96	4.18
<i>Eleusine indica</i>	0.00	4.10	0.00
<i>Desmodium canum</i>	2.70	1.85	0.39

Es importante apreciar como el pasto estrella disminuye su porcentaje de prevalencia a medida que se acerca a la base del árbol. Esto puede deberse al nivel de interferencia de radiación lumínica ejercido por la copa de los árboles, pudiendo ser mayor la interferencia en la distancia de 0 a 10 m de la base del árbol, subyacente a la copa del árbol. Estos resultados son coincidentes con lo expuesto por Wilson y Ludlow (1991), los cuales señalan que una de las desventajas frecuentemente asociadas a la combinación de leñosas perennes con pasturas, es que la copa de los primeros interfiere el paso de la radiación lumínica hacia el estrato herbáceo, esto resulta en un menor potencial de crecimiento de las pasturas. De igual forma coincide con lo citado por la FAO (1992), el cual señala que el pasto estrella no tolera la sombra.

Por el contrario el *Oplismenus burmanii*, crece bajo la copa de los árboles (característica propia), el *Desmodium canum* que surge de forma espontánea, encontrándose su mayor porcentaje en la distancia ubicada más cerca a la base del árbol.

En el área de pasto guinea (*Panicum maximum*) con árboles, en la distancia mayor de 20 metros a la base del árbol, se encontró 89.15 % de pasto guinea, en la distancia de 10-20 metros 76.96 % de pasto guinea y 3.4 % de pasto estrella; mientras en la distancia de 0-10 metros 65.86 % de pasto guinea.

Al comparar el comportamiento de los pastos guinea y estrella éste último disminuye su porcentaje de prevalencia drásticamente en la distancia de 0-10 m donde hay mayor interferencia lumínica, mientras en el pasto guinea su prevalencia disminuye pero no drásticamente en esta distancia.

Esto puede deberse a que el pasto guinea tolera moderadamente la interferencia de la radiación lumínica, por parte de la copa del árbol no así el pasto estrella el cual no tolera la interferencia lumínica.

Estos resultados nos permiten comprobar que en condiciones de producción forrajera en Nicaragua, a medida que el pasto se ubica en la distancia que esta más cerca a la base del árbol, la interferencia de la radiación lumínica por parte de la copa del árbol es mayor; disminuyendo el crecimiento y persistencia de la pastura ubicada en esta distancia y a su vez favorecen el surgimiento de plantas C<sub>3</sub> (especies no forrajeras y leguminosas forrajeras), que por características propias demandan menos cantidad y calidad de radiación lumínica. Estos resultados son similares a los reportados por Somarriba y Lega (1991), los cuales exponen que la disminución de la cantidad y calidad de luz que llega al estrato herbáceo, no sólo resulta en una reducción en la tasa de crecimiento y el potencial de producción de fitomasa del pasto, sino en cambios de la composición botánica.

De forma general en el área de pasto estrella con árboles, el máximo porcentaje de especies no forrajeras, se alcanza en la distancia de 0-10 m, seguido por la distancia de 10-20 m y por último la distancia mayor de 20 m (Cuadro 2), con una gran diversidad de especies no forrajeras en la distancia de 0-10 m y distancia de 10-20 m siendo las especies encontradas las siguientes: *Achyranthes aspera*, *Datura estramonium* y *Alternatera williansis* en la distancia de 0-10 m esta disminuyen a medida que la distancia se aleja de la base del árbol, las especies *Mimosa pudica* y *Priva lapulaceae* alcanzan su máximo porcentaje en la distancia mayor de 20 m disminuyendo a medida que la distancia se acerca a la base del árbol. Especies como *Sida cuta* presentan un comportamiento similar a estos últimos, obteniendo su máximo porcentaje en la distancia de 10-20 m. Las especies que presentan los menores porcentajes son: *Mitacarpus hirtus*, *Lantana camara*, *Baltimora recta*, *Gomphena ssp.* disminuyendo su porcentaje a medida que la distancia se ubica más cerca a la base del árbol, especies como: *Agerantun conizoides*, *Piteallobium ssp*, *Ipomoea nill* y *Gronoria scaden*, se ubican también entre los menores porcentajes pero con un comportamiento diferente, ya que estas disminuyen sus porcentajes a medida que la distancia se encuentre más alejada de la base del árbol.

Cuadro 2. Composición porcentual de las especies no forrajeras por distancia, en las colonias de pasto estrella con árboles, Managua, 1999.

Especie	Distancia 0-10 m	Distancia 10-20 m	Distancia >20 m
<i>Alternatera williansis</i>	15.23	3.31	0.99
<i>Mitacarpus hirtus</i>	0.34	0.84	2.99
<i>Priva lapulacea</i>	0.13	3.45	10.16
<i>Sida cuta</i>	0.69	10.24	5.98
<i>Mimosa pudica</i>	0.17	1.32	18.72
<i>Agerantun conizoide</i>	2.12	0.35	0.00
<i>Datura estramonium</i>	9.95	0.13	0.00
<i>Piteallobium</i>	0.29	0.23	0.00
<i>Ipomoea nill</i>	0.77	0.50	0.00
<i>Gronoria scadens</i>	1.36	0.04	0.00
<i>Achyranthes indica</i>	34.03	11.46	0.00
<i>Lantana camara</i>	2.17	2.92	0.00
<i>Baltimora recta</i>	0.39	3.60	0.00
<i>Gomphena</i>	0.00	1.19	0.00
TOTAL	67.64	39.58	38.84

Esta alta diversidad de especies y alto porcentaje en la distancia de 0-10 m y de 10-20 m, puede deberse a la interferencia de radiación lumínica por parte de la copa del árbol pudiendo haber mayor interferencia en la distancia de 0-10 m de la base del árbol, lo cual ocasiona que la radiación lumínica que impacta a la distancia subyacente a la copa del árbol, sea de menor calidad y cantidad ocasionando el surgimiento de especies que imperan en estas condiciones (plantas C<sub>3</sub>).

De forma general en el área de pasto guinea con árboles, la distancia de 0-10 m presenta mayor diversidad de especies no forrajeras con el mayor porcentaje de estas, con relación a las otras dos distancias, seguido de la distancia de 10-20 m y por último la distancia mayor de 20 m (Cuadro 3). El *Achyranthes aspera* y *Alternanthera williamsii*, son las especies que obtienen el mayor porcentaje en la distancia de 0-10 m, disminuyendo estas a medida que la distancia esta más alejada de la base del árbol. Seguido de las especies *Sida cuta*, la cual obtiene su máximo porcentaje en la distancia mayor de 20 m, disminuyendo esta a medida que la distancia esta más cerca de la base del árbol. En menor porcentaje se encuentran las especies: *Ipomoea nill* y *Mitacarpus hirtus*; las que se encuentran únicamente en la distancia de 0-10 m.

Cuadro 3. Porcentaje individual de las especies no forrajeras según distancia a la base de los árboles en las áreas de pasto guinea con árboles, Managua, 1999.

Especie	Distancia 0-10 m	Distancia 10-20 m	Distancia > 20 m
<i>Sida cuta</i>	0.84	8.00	10.84
<i>Achyranthes indica</i>	19.64	1.12	0.00
<i>Alternanthera williamsii</i>	9.76	3.00	0.00
<i>Ipomoea nill</i>	1.72	0.00	0.00
<i>Mitacarpus hirtus</i>	2.16	0.00	0.00
TOTAL †	34.12	12.12	10.84

El porcentaje de las especies no forrajeras aumenta a medida que se ubica más cerca a la base del árbol, este comportamiento puede deberse a la interferencia de radiación lumínica por parte de la copa del árbol, pudiendo ser mayor la interferencia en la distancia subyacente a la copa del árbol el cual se crea un medio propicio para plantas C<sub>3</sub>.

Es importante señalar que al comparar el comportamiento del pasto guinea y pasto estrella en las diferentes distancias con respecto a las especies no forrajeras, se observa una diferencia clara en diversidad de especies y porcentaje de la misma que es mayor en áreas del pasto estrella, Esto puede deberse principalmente a que el pasto estrella no tolera la interferencia de radiación lumínica y es de crecimiento rastrero, lo cual no le permite competir con especies no forrajeras de crecimiento erecto, en cambio el pasto Guinea tolera moderadamente la interferencia de radiación lumínica y es de crecimiento erecto, permitiéndole mejor competencia contra otras especies no forrajeras con diferentes tipos de crecimiento.

## BIOMASA FRESCA

Se encontró diferencia altamente significativa entre colonia, intervalo y distancias con respecto a la producción de biomasa fresca de las especies forrajeras (Anexo 6).

En el caso de las colonias y mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pudo agrupar en seis categorías. Obteniendo la máxima producción promedio la colonia de pasto estrella sin árbol con una media de 593.33 kg./ha y la mínima producción la obtiene la colonia compuesta de pasto estrella con cuatro árboles con una media de 19.16 kg./ha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de rango múltiple de Duncan para la producción de biomasa fresca de las especies forrajeras por colonia, Managua, 1999.

Colonia #	Media kg./ha
1 (pasto estrella sin árbol)	593.33 A
2 (pasto estrella con dos árboles)	331.76 B
5 (pasto estrella con cinco árboles)	204.00 BC
3 (pasto estrella con tres árboles)	37.76 CD
4 (pasto estrella con cuatro árboles)	19.16 D
6 (pasto guinea sin árbol)	226.68 B
7 (pasto guinea con dos árboles)	171.68 BCD

Letras iguales no difieren significativamente.

La variación de la producción de biomasa fresca entre colonias puede estar influenciada por el área de la copa. La máxima producción se alcanza en la colonia de pasto estrella sin árbol seguido en orden descendente las colonias compuestas de: Pasto estrella con un árbol, pasto estrella con tres árboles y pasto estrella con cuatro árboles. Igual comportamiento presentó el pasto guinea sin árbol con respecto al área de pasto guinea con dos árboles.

La área de pasto estrella con cinco árboles, presenta una producción más alta en comparación a las colonias de pasto estrella con tres árboles y pasto estrella con cuatro árboles. Este comportamiento es atribuible al menor tamaño del área de la copa promedio, que le permite una mejor persistencia al pasto estrella con respecto a las demás colonias, pudiendo penetrar mayor cantidad y calidad de radiación solar en los estratos subyacentes a la copa del árbol.

Al comparar las producciones de biomasa fresca de las colonias # 4 con relación a la colonia # 3 se aprecia que la colonia # 4 óptiene una menor producción, el cual puede ser debido a la alta densidad foliar de las especies arbóreas que componen esta colonia, la cual puede ocasionar una mayor interferencia de radiaciones solares al estrato subyacente a esta. Sumado a esto la menor distancia que hay entre árbol y árbol de esta colonia con relación a la colonia # 3 que favorece la interferencia de radiación solar.

Para los intervalos y mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pueden agrupar dos categorías (Cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de rango múltiple de Duncan para la producción de biomasa fresca de las especies forrajeras por intervalo, Managua, 1999.

Intervalo (días)	Media kg./ha
35	255.29 A
25	69.00 B

Letras iguales no difieren significativamente.

Se puede apreciar en el cuadro anterior que el intervalo de 35 días presenta mayor producción con respecto al intervalo de 25 días, esto puede deberse a un mayor periodo de recuperación del pasto después de un corte, permitiendo mayor crecimiento.

Estos resultados son similares a los reportados por Hodgson y Wade (1978), donde estiman que la reducción del intervalo a menos de dos semanas disminuye la producción en un 30-40 %; mientras que la ampliación del intervalo de cuatro a cinco semanas aumenta la producción más del 17 %.

En las distancias y mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pueden agrupar tres categorías: En primer lugar la distancia más alejado del árbol; seguido de la distancia que se encuentra entre 10-20 m de la base del árbol y de tercer lugar la distancia que comprende de 0-10 m de la base del árbol (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de rango múltiple de Duncan para la producción de biomasa fresca de las especies forrajeras por distancia, Managua, 1999.

Distancia	Media kg./ha
> de 20 m	471.12 A
10-20 m	207.64 B
0-10 m	63.08 C

Letras iguales no difieren significativamente.

Es relevante observar que a medida que el pasto se encuentre alejado del árbol, este aumenta su producción, siendo en esta distancia donde las plantas forrajeras alcanzan su mayor porcentaje. Esto puede deberse a que a medida que la distancia se encuentre más cerca de la base del árbol la interferencia de la radiación solar aumenta por la copa del árbol, disminuyendo la calidad y cantidad lumínica interceptada por la pastura, disminuyendo la intensidad fotosintética de la planta, dando como resultado una menor producción de la pastura.

Esto coincide con lo expuesto por Horne y Blair (1991), los cuales señalan que la tasa de crecimiento de la pastura es menor cuando crece bajo la copa de los árboles que a pleno sol.

## MATERIA SECA

Se encontró diferencia altamente significativa entre colonia y distancia en el porcentaje de biomasa seca de las especies forrajeras y diferencia no significativa entre intervalo (Anexo 7).

Mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pueden agrupar cinco categorías a las colonias: obteniendo el máximo porcentaje las colonias 6, 1 y 3 compuesta de pasto guinea sin árbol, pasto estrella sin árboles y pasto estrella con tres árboles respectivamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. Prueba de rango múltiple de Duncan para el porcentaje de materia seca de las especies forrajeras por colonia, Managua, 1999.

Colonia	Media
1(pasto estrella sin árbol)	50.142 AB
3 (pasto estrella con tres árboles)	46.267 AB
2(pasto estrella con un árbol)	45.271 B
5(pasto estrella con cinco árboles)	45.057 B
4(pasto estrella con cuatro árboles)	41.583 BC
6(pasto guinea sin árbol)	54.283 A
7(pasto guinea con dos árboles)	36.733 C

Letras iguales no difieren significativamente.

Las áreas de pasto sin árboles presentaron los mayores porcentajes de materia seca con relación a las áreas de pasto con árboles. El menor porcentaje de materia seca de las pasturas con árboles, puede deberse a la interferencia de la radiación solar por parte de la copa de los árboles, lo cual provoca según el CATIE (1998) una regulación del estrés térmico en la planta y amortiguamiento del estrés hídrico en esta.

Al comparar los porcentajes de materia seca con el rango reportado por Betancour *et al* (1997) se muestran ligeramente altos los del presente trabajo. Esto puede deberse a diferentes factores: 1) Al periodo estacional en que se llevo a cabo la fase de campo (periodo seco), el cual trae consigo un déficit severo de humedad, lo que provoca la pérdida de turgencia de las células por exceso de evapotranspiración y disminución de la síntesis de energía. 2) El intervalo de recuperación del pasto después de un corte, el cual a medida que se alargó el intervalo se da un aumento en el rendimiento de materia seca, al mismo tiempo hay también un incremento en el contenido de fibras mientras que ocurre una disminución en el contenido de proteína y en la digestibilidad.

El área de pasto estrella con tres árboles presentó un porcentaje mayor de materia seca con respecto a las áreas dos y cinco con pasto estrella con uno y cinco árboles respectivamente, teniendo mayor producción en biomasa seca, esto puede deber a que las especies arbóreas de la colonia de pasto estrella con tres árboles, son especies caducifolias, permitiendo mayor penetración de los rayos solares durante el periodo seco y por ende un mayor déficit de humedad en el estrato subyacente a la copa del árbol, no así en la colonia dos y cinco con pasto estrella donde las especies arbóreas son perennifolias.

Para las distancias y mediante la prueba de rango múltiple de Duncan, se pueden agrupar en dos categorías: En la primera categoría se ubica la distancia más alejado del árbol (20 m a más) y la distancia ubicado entre 10-20 m de la base del árbol, en la segunda categoría se encuentra la distancia que comprende los 10 m de la base del árbol (Cuadro 8).

Cuadro 8. Prueba de rango múltiple de Duncan para el porcentaje de materia seca de especies forrajeras por distancia. Managua, 1999.

Distancia	Media
> de 20 m	51.522 A
10-20 m	47.117 A
0-10 m	36.349 B

Letras iguales no difieren significativamente.

El cuadro anterior refleja que el menor porcentaje de materia seca se obtiene en la distancia más cercana a la base del árbol, esto puede deberse a que la sombra ejercida por la copa del árbol que afecta mayormente las distancias que se encuentran cerca a la base del árbol o sea subyacente a la copa del árbol, disminuye la calidad y cantidad luminica que llega a esta distancia, además según el CATIE (1998) puede ocasionar un amortiguamiento del estrés hídrico en las plantas ubicadas en este estrato, lo cual ayuda a reducir la pérdida de agua por transpiración.

### BIOMASA SECA DEL PASTO

Se encontró diferencia altamente significativa entre colonia, intervalo y distancia con relación a la biomasa seca de las especies forrajeras (Anexo 8).

Para las colonias y mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pueden agrupar en cinco categorías: La colonia de pasto estrella sin árbol posee la media más alta y la media más baja, la colonia de pasto estrella con cuatro árboles (Cuadro 9).

Cuadro 9. Prueba de rango múltiple de Duncan para la biomasa seca de las especies forrajeras por colonia, Managua, 1999.

Colonia	Media kg./ha
1 (pasto estrella sin árbol)	300.00 A
2 (pasto estrella con un árbol)	150.00 B
5 (pasto estrella con cinco árboles)	81.32 CD
3 (pasto estrella con tres árboles)	22.24 D
4 (pasto estrella con cuatro árboles)	8.32 D
6 (pasto guinea sin árbol)	122.78 BC
7 (pasto guinea con dos árboles)	63.32 CD

Letras iguales no difieren significativamente.

Al comparar la producción de biomasa seca de las colonias con la producción reportada por Chávez (1973), esta se muestra baja, esto puede deberse al periodo seco en que se llevó acabo la fase de campo, donde influyen diferentes factores como sequía, que conlleva a un estrés hídrico a la planta, afectando la síntesis de energía en esta lo cual resulta en una baja producción de biomasa fresca y seca, por el contrario las diferencias de producción de biomasa seca entre colonias (con y sin árbol), se puede deber a la interferencia de la radiación solar por parte de la copa del árbol que aumenta a medida que se incrementa el área de la copa de los árboles.

Con relación a los intervalos y mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pueden diferenciar dos categorías (Cuadro 10).

Cuadro 10. Prueba de rango múltiple de Duncan para la biomasa seca de las especies forrajeras por intervalo, Managua, 1999.

Intervalo (días)	Media kg./ha
35	112.96 A
25	31.76 B

Letras iguales no difieren significativamente.

El cuadro 10 refleja que la mayor producción de biomasa seca es alcanzada en el intervalo de 35 días, este incremento en la producción puede deberse a la diferencia de días de recuperación del pasto después de un corte, favoreciendo la producción de biomasa fresca y seca.

Con respecto a las distancias y mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pueden agrupar tres categorías (Cuadro 11).

Cuadro 11. Prueba de rango múltiple de Duncan para la biomasa seca de las especies forrajeras por distancia, Managua, 1999.

Distancia	Media kg./ha
> de 20 m	233.32 A
10-20 m	92.60 B
0-10 m	23.92 C

Letras iguales no difieren significativamente.

A medida que el pasto se acerca a la base del árbol disminuye la producción de biomasa seca, esto puede deberse a la interferencia de la radiación solar por parte de la copa del árbol al estrato subyacente, siendo mayor la interferencia en la distancia más cerca de la base del árbol, lo que disminuye la actividad fotosintética de la planta, resultando un menor crecimiento y producción de biomasa fresca y seca.

#### **RELACION ENTRE LOS FACTORES ÁREA DE LA COPA Y ALTURA DEL FUSTE Y LAS VARIABLES PRODUCCIÓN DE BIOMASA FRESCA Y SECA.**

Estadísticamente se encontró que la altura del fuste y área de la copa del árbol ejerce influencia sobre la producción de la biomasa fresca y seca (Anexo 9 y 10).

Esto puede deberse a la relación que existe entre altura del fuste y área de la copa del árbol (correlación Anexo 17), el cual a medida que aumenta la altura del fuste aumenta el área de la copa, impidiendo cada vez más la penetración de la radiación lumínica a las distancias ubicadas subyacente a la copa del árbol, ocasionando una disminución de la actividad fotosintética de la planta, que resulta en una disminución de la producción forrajera.

## ALTURA DEL PASTO

Se encontró diferencia altamente significativa entre colonias, intervalos y distancias con respecto a la altura del pasto de las especies forrajeras (Anexo 11).

Mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pueden agrupar en siete categorías a las colonias, la máxima altura se alcanza en las colonias testigo (sin árbol) y la mínima altura se alcanza en las colonias de pasto con árboles (Cuadro 12).

Cuadro 12. Prueba de rango múltiple de Duncan para la altura del pasto de las especies forrajeras por colonia, Managua, 1999.

Colonia	Media (cm)
1 (pasto estrella sin árbol)	15.58 C
2 (pasto estrella con un árbol)	12.06 D
5 (pasto estrella con cinco árboles)	5.35 E
3 (pasto estrella con tres árboles)	4.53 EF
4 (pasto estrella con cuatro árboles)	1.98 F
6 (pasto guinea sin árbol)	35.00 A
7 (pasto guinea con dos árboles)	31.42 B

Letras iguales no difieren significativamente.

De manera general las colonias sin árboles obtienen las mayores alturas del pasto con relación a las colonias con árboles. Esto puede deberse a la interferencia de radiación solar (sombra) que se da por parte de las copas de los árboles al estrato subyacente en las colonias con árboles.

La colonia compuesta de pasto estrella con cinco árboles (mayor número de árboles que las otras colonias), no afecta drásticamente el crecimiento de la pastura; esto podría deberse a que las especies arbóreas presentes en la colonia poseen una área de la copa menor con relación a las otras colonias, permitiendo el paso a la radiación luminica, lo que permite mayor crecimiento al pasto estrella.

Mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pueden clasificar los intervalos en dos categorías (Cuadro 13).

Cuadro 13. Prueba de rango múltiple de Duncan para la altura del pasto de las especies forrajeras por intervalo, Managua, 1999.

Intervalo (días)	Media (cm)
35	11.520 A
25	7.569 B

Letras iguales no difieren significativamente.

En el cuadro 13 se aprecia que la máxima altura del pasto se alcanza en el intervalo de 35 días, esta variación en la media de la altura del pasto entre intervalo puede ser debido a la diferencia del periodo de recuperación del pasto después de un corte favoreciendo su crecimiento.

Según la prueba de rango múltiple de Duncan la máxima altura se alcanza en la distancia más alejado de la base del árbol (Cuadro 14), a medida que la distancia este más cerca del árbol la altura de la pastura se ve reducida, pudiendo ser debido a la interferencia de la radiación solar por la copa del árbol a la pastura. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Shelton *et al* (1987), quien señala que el principal factor limitante para el crecimiento de la pastura, es el nivel de sombra ejercido por los árboles.

Cuadro 14. Prueba de rango múltiple de Duncan para la altura del pasto de las especies forrajeras por distancia, Managua, 1999.

Distancia	Media (cm)
>de 20 m	22.056 A
10-20 m	10.124 B
0-10 m	6.691 C

Letras iguales no difieren significativamente.

### COBERTURA EFECTIVA

Se determinó diferencia altamente significativa entre colonia, intervalo y distancia con respecto a la cobertura efectiva (Anexo 12).

Para las colonias y mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se pueden agrupar en seis categorías: Alcanzando la media más alta las colonias testigos (sin árboles) y la media más baja la colonia de pasto con árboles (Cuadro 15).

Cuadro 15. Resultados de la prueba de rango múltiple de Duncan para la cobertura efectiva por colonia, Managua, 1999.

Colonia	Media (%)
1 (pasto estrella sin árbol)	55.417 A
2 (pasto estrella con un árbol)	44.722 B
5 (pasto estrella con cinco árboles)	13.583 CD
3 (pasto estrella con tres árboles)	3.917 DE
4 (pasto estrella con cuatro árboles)	1.687 E
6 (pasto guinea sin árbol)	18.333 C
7 (pasto guinea con dos árboles)	14.667 C

Letras iguales no difieren significativamente.

La colonia de pasto estrella sin árbol presenta una cobertura efectiva mayor con respecto a las demás colonias de pasto estrella con árboles; esto podría deberse a que la colonia compuesta de pasto estrella sin árbol no es afectada por los factores limitantes del árbol (sombra) a diferencia de las otras colonias con árbol.

En el caso de las colonias testigo de pasto guinea sin árbol y pasto guinea con dos árboles no presentan diferencia significativa, esto podría deberse a que el pasto guinea tolera moderadamente sombra. Lo cual coincide con lo expuesto por la FAO (1992).

Mediante la prueba de rango múltiple de Duncan agrupamos en dos categorías a los intervalos (Cuadro 16). Obteniendo la máxima producción el intervalo de mayor número de días (35), esto puede deberse al periodo de recuperación prolongado del pasto después de un corte, lo que promueve un mayor desarrollo del rebrote.

Cuadro 16. Prueba de rango múltiple de Duncan para la cobertura efectiva por intervalo, Managua, 1999.

Intervalo (días)	Media (%)
35	18.294 A
25	10.814 B

Letras iguales no difieren significativamente.

La máxima cobertura se obtiene en la distancia más alejado del árbol, seguido de la distancia ubicada de 10-20 m de la base del árbol (Cuadro 17).

Esto puede deberse a que el efecto del sombreado del árbol afecta mayormente a la distancia más cercana a éste, obstaculizando el paso de la radiación lumínica a la distancia adyacente a este.

Estos resultados coinciden con lo expuesto por Shelton *et al.* (1987), el cual sostiene que el principal factor limitante para el crecimiento de pasturas es el nivel de sombra, ejercido por los árboles.

Cuadro 17. Prueba de rango múltiple de Duncan para la cobertura efectiva por distancia, Managua, 1999.

Distancia	Media (%)
> de 20 m	43.056 A
10-20 m	17.393 B
0-10 m	6.660 C

Letras iguales no difieren significativamente.

## COBERTURA TOTAL

Existe diferencia altamente significativa entre colonia, intervalo y distancia con respecto a la cobertura total (Anexo 13).

La máxima cobertura se encontró en la colonia testigo sin árboles y la mínima cobertura en la colonia con árboles (Cuadro 18).

Cuadro 18. Resultados de la prueba de rango múltiple de Duncan para la cobertura total por colonia. Managua, 1999.

Colonia	Media (%)
1 (pasto estrella sin árbol)	75.000 A
2 (pasto estrella con un árbol)	60.556 B
5 (pasto estrella con cinco árboles)	20.833 DE
3 (pasto estrella con tres árboles)	11.944 EF
4 (pasto estrella con cuatro árboles)	6.042 F
6 (pasto guinea sin árbol)	36.667 C
7 (pasto guinea con dos árboles)	29.792 CD

Letras iguales no difieren significativamente.

La colonia con pasto estrella sin árbol presenta el mayor porcentaje de cobertura, debido a que no existe ningún efecto del árbol sobre las especies herbáceas, sumado a esto las características propias de esta especie.

A medida que aumenta el efecto de la sombra de la copa del árbol sobre la distancia subyacente a este, la cobertura total disminuye; siendo la colonia más afectada la colonia de pasto estrella con cuatro árboles.

Puede ser debido a que esta colonia esta compuesta de la especie arborea genizaro la cual presenta un área de la copa grande y alta densidad foliar; ocasionando una disminución de la calidad y cantidad de la radiación solar en el estrato adyacente a la copa de éste, afectando el desarrollo de las especies herbáceas. Similar comportamiento experimenta la colonia compuesta de pasto guinea sin árbol con respecto a la colonia de pasto guinea con dos árboles; donde la colonia sin árbol no es afectada por la sombra del árbol lo que favorece su desarrollo.

Mediante la prueba de rango múltiple de Duncan se clasificaron a los intervalos en dos categorías (Cuadro 19).

Cuadro 19. Prueba de rango múltiple de Duncan para la cobertura total por intervalo, Managua, 1999.

Intervalo (días)	Media (%)
35	29.118 A
25	18.873 B

Letras iguales no difieren significativamente.

El intervalo de mayor número de días es el que alcanza el mayor porcentaje de cobertura total, este comportamiento puede deberse a que tanto las especies forrajeras como las malezas responden positivamente a un mayor periodo de recuperación.

Duncan nos permite agrupar en tres categorías las distancias (Cuadro 20), obteniendo la máxima cobertura total la distancia más alejado de la base del árbol, este comportamiento puede ser debido a que no es afectado por el sombreado del árbol, en comparación con las otras dos distancias.

Cuadro 20. Prueba de rango múltiple de Duncan para la cobertura total por distancia.  
Managua, 1999.

Distancia	Media(%)
> de 20 m	62.222 A
10-20 m	26.854 B
0-10 m	14.278 C

Letras iguales no difieren significativamente.

### DESCRIPCION ECONOMICA

La descripción económica se realizó utilizando los siguientes costos de producción en córdobas y precios de comercialización del producto, obtenidos en marzo de 1999:

Mantenimiento de cercas	C\$400 anual/total.
Chapea	C\$130 m <sup>2</sup> / 2 veces al año.
Alquiler de silo - cosechadora	C\$400 /hora
Una hora de trabajo de la silo-cosechadora equivalen a cuatro trailer.	
Un trailer contiene 2.4 ton de forraje verde.	
2.4 ton de forraje verde	C\$300

El cuadro 21 refleja la rentabilidad de cada una de las colonias. Con mayor detalles se presentan en el anexo # 14.

Cuadro 21. Descripción económica por colonia correspondiente al Intervalo de 35 días, Managua, 1999.

Colonia	P. verde kg./ha	IB C\$	CT C\$	UN C\$	R %
1 (pasto estrella sin árbol)	593.33	74.17	62.37	11.8	18.91
2 (pasto estrella con un árbol)	331.76	41.72	62.37	(20.65)	(33.10)
3 (pasto estrella con tres árboles)	37.76	4.72	62.37	(57.65)	(92.43)
4 (pasto estrella con cuatro árboles)	19.16	2.40	62.37	(59.97)	(96.15)
5 (pasto estrella con cinco árboles)	204.00	25.50	62.37	(36.87)	(58.11)
6 (pasto guinea sin árbol)	226.68	28.34	62.37	(34.03)	(54.56)
7 (pasto guinea con dos árboles)	171.68	21.46	62.37	(40.91)	(65.59)

P. VERDE: Producción de forraje verde.

IB: Ingreso bruto.

CT: Costo total.

UN: Utilidad neta.

R: Rentabilidad.

Cantidades entre paréntesis son negativas.

En el cuadro anterior se aprecia que la única rentabilidad positiva es alcanzada por el área de pasto estrella sin árbol con relación a las de más áreas con árboles. esto puede deberse a la interferencia de la radiación lumínica por parte de la copa del árbol al estrato subyacente a este, lo que reduce la actividad fotosintética de la planta, resultando en una disminución en la producción de biomasa.

En el pasto Guinea su rentabilidad negativa, puede deberse a su baja adaptación al periodo seco, disminuyendo su crecimiento y desarrollo. Este comportamiento se asemeja a lo expuesto por la FAO (1992).

### **CORRELACIONES ENTRE COMPOSICION BOTANICA Y LAS VARIABLES: COLONIA Y DISTANCIA**

La correlación existente entre la composición botánica y las variables: Colonia y distancia: es positiva, no significativa, esto indica que tanto la colonia de árboles como las distancias modifican numéricamente la composición botánica del estrato herbáceo pero que estadísticamente no es de consideración o sea que tienes similar composición botánica (Anexo 15).

### **CORRELACION ENTRE VARIABLES INDEPENDIENTES COLONIA, INTERVALO Y DISTANCIA Y VARIABLES DEPENDIENTES BIOMASA FRESCA, BIOMASA SECA, COBERTURA EFECTIVA, COBERTURA TOTAL, ALTURA.**

Es relevante considerar que las colonias de árboles afectan negativa y significativamente al crecimiento y desarrollo de cada una de las variables evaluadas (Anexo 16).

Es relevante señalar la relación positiva que existe entre la distancia y las variables evaluadas ya que reflejan el aumento de la producción de estas variables a medida que la distancia se ubica más distante a la base del árbol.

Es importante señalar la relación que existe entre el intervalo y las variables evaluadas que son positiva, altamente significativa, lo que refleja que a medida que el intervalo o número de días de recuperación del pasto después de un corte aumente la producción de las variables evaluadas aumentaran también. (Anexo 16).

### **CORRELACIÓN ENTRE LOS FACTORES ÁREA DE LA COPA Y ALTURA DEL FUSTE Y LAS VARIABLES PRODUCCIÓN DE BIOMASA FRESCA Y SECA.**

La correlación existente entre el área de la copa y altura del fuste es positiva, altamente significativa (Anexo 17), indicando que a medida que aumenta la altura del fuste aumenta el área de la copa.

Es de considerar que tanto la altura del fuste como el área de la copa de árbol afectan negativamente la producción de la pastura (Anexo 17). Esto puede ser debido al tipo de especie arbórea presente en la pastura y a las condiciones de manejo que aquí se utilizan (ninguna), esto le permite al árbol desarrollar tanto la altura del fuste como el área de la copa, afectando cada vez más el paso de la radiación solar a la distancia subyacente a este o sea al pasto. Reduciendo la actividad fotosintética del pasto que da como resultado una baja producción.

## 6. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos, se concluye que:

- La composición botánica de las plantas herbáceas fue similar en los sistema de pasturas con y sin árboles.
- El porcentaje de las gramíneas forrajeras aumenta a medida que se ubica más distante a la base del árbol.
- En la distancia uno, subyacente a la copa del árbol se encontró mayor porcentaje de plantas  $C_3$ .
- Las gramíneas forrajeras aumentan su producción de biomasa fresca y seca a medida que se ubica más distante de la base del árbol.
- Las gramíneas forrajera sin árboles presentan mayor producción de biomasa fresca y seca que las gramíneas forrajeras con árboles.
- Se encontró mayor producción de biomasa fresca y seca en el intervalo de 0 –35 días con relación al intervalo de 0 – 25 días.
- La producción de biomasa fresca y seca del pasto estrella así como su morfoestructura (altura y cobertura) son afectadas negativamente por el área de la copa y altura del fuste de los arboles.
- La producción de biomasa fresca y seca del pasto guinea así como su altura es afectados negativamente por el área de la copa y altura del fuste de los arboles, no así su cobertura efectiva.
- El área de pasto sin árbol presentó mayor rentabilidad con relación al área de pasto con árbol.

## 7. RECOMENDACIONES .

- Evaluar la composición química del componente pasto en las dos condiciones de producción (con y sin árbol).
- Realizar técnicas de manejo forestal (podas) a los árboles, con el propósito de permitir mayor penetración de radiaciones solares a la pastura ubicada subyacente a la copa de este y evaluar su comportamiento productivo.
- Restringir el uso de especies arbóreas que modifican las condiciones ecológicas, no óptimas para las explotaciones bovinas como *Ceiba pentandra* L. Gaerth.
- Utilizar especies arbóreas de usos múltiples como: *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud, *Pithecellobium saman* Jacq. Benth.
- Evaluar la producción y utilidad económica de las especies arbóreas.
- Evaluar la composición química de las especies no forrajeras con el propósito de crear criterios para realizar control de especies de baja calidad nutritiva.
- Evaluar el comportamiento productivo de la especie Bovino en las dos condiciones de producción.
- Asociar plantas forrajeras C<sub>3</sub> con plantas forrajeras C<sub>4</sub> en las áreas subyacentes a la base de los árboles y evaluar su productividad.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- BETANCOURT, M.; CARBALLO, D.; MATUS, M. 1994. Apuntes sobre gramíneas tropicales. Ed. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 50 p.
- BINDER, U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. Tomo I. Estelí. Managua. 179 p
- CATIE. 1998. Apuntes sobre sistemas Silvopastoriles. (Curso impartido en la Universidad Nacional Agraria. Por CATIE – UNA) C 84 p.
- CHAVEZ, S. A. 1973. Fertilización nitrogenada en pasto estrella (*Cynodon sp*). Tesis Ing. Agrónomo. Managua, Nicaragua. Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería. 35p.
- GIRALDO, V.; BOLTERO, J. 1995. Agroforestería en las Américas. Efecto de Tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un ssp natural en la región Atlántica de Colombia. 14-19 p.
- HART, R. 1985. Agroecosistemas; Conceptos básicos Ed. CATIE. Turrialba, C.R. 158 p
- HERNÁNDEZ, M.; MATUS, M. 1998. Manejos de recursos forrajeros en producción bovina. Ed. UNA. Managua. Nicaragua. 252 p.
- IRENA. 1993. Árboles de uso múltiples. 21 Ed. Managua. IRENA. Servicios Forestales Nacionales, Agroforestería. S.P.
- LOPEZ, G. F. 1988. El Herbario; Secado de las plantas. Ed. González A. México, Universidad Nacional Chapingo. 45 p.
- LOPEZ, R. J. 1993. Manual de botánica sistemática. Ed. Mendieta M. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. 180 p.
- MARIN, E. 1992. Estudio agroecológico de la región III y su aplicación al desarrollo agropecuario. Ed. INETER. Managua, Nicaragua. 12 -30 p.
- MENDOZA, P.; LASCANO, C. 1984. Medición de la pastura en ensayos de pastoreo. In Evaluación de pastura con animales. Alternativas Tecnológicas. Ed. Carlos Lascano y Esteban Pizarro. CIAT. Cali. Colombia. p 143-166.
- MUÑOZ, R.; PITTY, A. 1994. Guía fotográficas para la identificación de malezas. Parte I. Ed. Zamorano Academic Press. Turrialba. Honduras. 124 p.
- PITTY, A.; MOLINA, R. 1998. Guía fotográficas para la identificación de malezas. Parte II. Ed. Zamorano Academic Press. Turrialba. Honduras. 136 p.
- RUIZ, F. C. 1996. Propuesta metodológica para el estudio y manejo de barbecho, con intervención animal, en zonas subhúmedas, semiáridas y áridas de Centroamérica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 73 p.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. 1992. Gramíneas tropicales. Ed. FAO. Italia, Roma. 849 p.

-----; CAMERON, D. G. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Ed. FAO. Italia. Roma. 635 p.

TOLEDO, J. M.; SCHLUTZE-KRAFT, R. 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pasto tropicales. In Manual para evaluación agronómica. Ed. José M. Toledo. CIAT. Cali. Colombia. p 91-110.

VILLANUEVA, E. 1990. Los suelos de la finca Las Mercedes y las propiedades más relevantes para planear sus usos y manejo. Tesis. Ing. Agrónomo. Escuela de protección vegetal. ISCA. Managua, Nicaragua. 88 p.

## 9. ANEXO

Anexo # 1. Determinación de la composición botánica de pastura. Managua, 1999.

Fecha:

Colonia #	Arbol #	Especie	Distancia 0-10 m	Distancia 10-20 m	Distancia 20-30 m

Anexo # 2. Producción de biomasa fresca. Managua, 1999.

Fecha:

Colonia #	Arbol #	Distancia #	Observ.	Peso fresca kg / m <sup>2</sup>	Altura cm	Cobertura efectiva %	Cobertura total %

Anexo # 3. Descripción de los árboles. Managua, 1999.

Colonia #	Arbol #	Altura 1 m	Altura 2 m	Largo del área de la copa m.	Ancho del área de la copa m.

Anexo # 4. Descripción económica. Managua, 1999.

Colonia #	Actividad	Ingresos o Egresos \$	Ingreso - Egreso

Anexo # 5. Análisis de varianza para la composición botánica de las plantas herbáceas por Colonia y Distancia. Managua. 1999.

FV	GL	CM	Pr>F
Colonia	6	447.26	0.8504ns
Distancia	1	2.97	0.9571ns
Error	57	1021.3	
Total	64		

ns: No difieren significativamente.

Anexo # 6. Análisis de varianza para la biomasa fresca del pasto por Colonia, Intervalo y Distancias. Managua. 1999.

FV	GL	CM	Pr>F
Colonia	6	459.93	0.0001**
Intervalo	1	106.00	0.0001**
Distancias	1	560.48	0.0001**
Error	191	35.36	
Total	199		

\*\* : Diferencia altamente significativa.

Anexo # 7. Análisis de varianza para el porcentaje de materia seca del pasto por Colonia, Intervalo y Distancia. Managua. 1999.

FV	GL	CM	Pr>F
Colonia	6	428.47	0.0009**
Intervalo	1	4.29	0.8390ns
Distancia	1	2674.86	0.0001**
Error	191	103.39	
Total	199		

\*\* : Diferencia altamente significativa.

ns: No difieren significativamente.

Anexo # 8. Análisis de varianza para la biomasa seca del pasto por Colonia, Intervalo y Distancia. Managua. 1999.

FV	GL	CM	Pr>F
Colonia	6	107.15	0.0001**
Intervalo	1	210.04	0.0001**
Distancia	1	129.30	0.0001**
Error	191	6.96	
Total	199		

\*\* : Diferencia altamente significativa.

Anexo # 9. Análisis de varianza para la biomasa fresca del pasto por el área de la copa y altura del fuste del árbol. Managua. 1999.

FV	GL	CM	Pr>F
Área de la copa	1	180.85	0.05*
Altura del fuste	1	1464.82	0.0001**
Error	171	57.75	
Total	173		

\* : Diferencia significativa.

\*\* : Diferencia altamente significativa.

Anexo # 10. Análisis de varianza para la biomasa seca del pasto por el área de la copa y altura del fuste del árbol. Managua. 1999.

FV	GL	CM	Pr>F
Área de la copa	1	25.37	0.05*
Altura del fuste	1	368.11	0.0001**
Error	171	11.42	
Total	173		

\* : Diferencia significativa.

\*\* : Diferencia altamente significativa.

Anexo # 11. Análisis de varianza para la altura del pasto por colonia, Intervalo y Distancia. Managua. 1999.

FV	GL	CM	Pr>F
Colonia	6	3438.21	0.0001**
Intervalo	1	796.12	0.0001**
Distancia	1	452.46	0.0001**
Error	191	21.28	
Total	199		

\*\* : Diferencia altamente significativa.

Anexo # 12. Análisis de varianza para la cobertura efectiva del pasto por colonia, Intervalo y Distancia. Managua. 1999.

FV	GL	CM	Pr>F
Colonia	6	8096.92	0.0001**
Intervalo	1	2853.76	0.0002**
Distancia	1	5598.45	0.0001**
Error	191	201.59	
Total	199		

\*\* : Diferencia altamente significativa.

Anexo # 13. Análisis de varianza para la cobertura total del pasto por colonia, intervalo y Distancia. Managua. 1999.

FV	GL	CM	Pr>F
Colonia	6	13057.85	0.0001**
Intervalo	1	5353.06	0.0001**
Distancia	1	7708.48	0.0001**
Error	191	335.21	
Total	199		

\*\* : Diferencia altamente significativa.

Anexo # 14. Descripción económica detallada de la colonia de pasto estrella sin árbol correspondiente al intervalo de 35 días, Managua, 1999.

Ingreso Bruto.

2.4 ton forraje fresco - C\$ 300  
2400 kg. - C\$ 300  
593.33 kg. / ha - X = C\$ 74.17 /ha

Costo Total

- Mantenimiento de cercas  
C\$ 400 cuestan las 31.2 mz/anual = C\$ 400 cuestan las 21.92 has / anual ÷ 21.91 has =  
C\$ 18.25 has/anual ÷ 360 días = C\$0.05 has/día x 35 día (intervalo) = C\$ 1.75 ha / intervalo

- Chapea  
C\$ 130 mz (se realiza dos veces al año)  
7026 m<sup>2</sup> - C\$ 130  
10000 m<sup>2</sup>- X =C\$ 185 ha

C\$ 185 ha / 6 meses ÷ 180 días = C\$ 1.02 ha / día  
C\$ 1.02 ha / día X 35 día (intervalo) = C\$ 35.9 ha / intervalo

- Alquiler de silo - cosechadora  
C\$ 400 cuesta la hora  
En una hora de trabajo corta cuatro trailer  
Un trailer contiene 2.4 ton de forraje fresco

2.4 ton forraje fresco X 4 trailer X 1000 kg. = 9600 kg. /hora  
9600 kg. / hora de forraje fresco - C\$ 400  
593.33 kg. /ha de forraje fresco - X = C\$ 24.72 intervalo

Costo Total = Mantenimiento de cerca + Chapea + Alquiler de silo - cosechadora  
Costo Total = 1.75 + 35.9 + 24.72 = C\$ 62.37

Utilidad Neta

Utilidad Neta = Ingreso Bruto - Costo Total  
Utilidad Neta = 74.17 - 62.37 = C\$ 11.8

Rentabilidad

Rentabilidad = Utilidad Neta ÷ Costo Total X 100  
Rentabilidad = 11.8 ÷ 62.37 X 100 = 18.91 %

Anexo # 15. Análisis de correlación entre las variables independientes (Colonia, Distancia) y la composición botánica. Managua, 1999.

	Colonia	Distancia	Composición botánica
Composición botánica	0.11671 0.3396ns	0.2858 0.8157ns	1.00 0.0

ns: No difieren significativamente.

Anexo # 16. Análisis de correlación entre las variables independientes Colonia, Distancia e Intervalo y las variables dependientes Biomasa Fresca, Biomasa Seca, % de Materia Seca, Altura, Cobertura Efectiva y Total). Managua, 1999.

	Colonia	Intervalo	Distancia
Biomasa fresca	-0.13504 0.0541*	0.30822 0.0001**	0.03865 0.0001**
Biomasa seca	-0.07715 0.2727ns	0.06872 0.3288ns	0.02806 0.0001**
% de Materia seca	-0.2017 0.0038**	0.2971 0.0001**	0.06198 0.002**
Altura	0.41114 0.0001**	0.17443 0.0126**	0.11833 0.0001**
Cobertura Efectiva	-0.30960 0.0001**	0.17136 0.0126	0.009205 0.0001**
Cobertura Total	-0.25968 0.0002**	0.18339 0.0087**	0.11982 0.0001**

\*: Diferencia significativa.

\*\* : Diferencia altamente significativa.

Anexo # 17. Análisis de correlación entre los factores área de la copa y altura del fuste del árbol y la biomasa fresca y seca del pasto. Managua, 1999.

	Área de la copa	Altura del fuste
Área de la copa	1.00 0.0	0.46397 0.0001**
Altura del fuste	0.46397 0.0001**	1.00 0.0
Biomasa fresca	-0.0774 0.0531*	-0.35331 0.0001**
Biomasa seca	-0.09018 0.0582*	-0.39323 0.0001**

\*: Diferencia significativa.

\*\* : Diferencia altamente significativa.

Anexo # 18. Medidas del área de la copa y altura del fuste de los árboles por colonias. Managua, 1999.

Colonia #	Arbol	Área de la copa m <sup>2</sup>	Altura del fuste m
1	0	0.0	0.0
2	1	718.45	2.8
3	1	1866.0	5.1
	2	2905.0	3.7
	3	1777.5	3.8
	1	2695.5	7.8
4	2	1015.9	4.3
	3	2282.0	5.5
	4	1884.9	2.4
	1	338.6	4.3
	2	713.7	2.7
5	3	3116.5	5.0
	4	1675.8	2.9
	5	2261.9	4.5
6	0.0	0.0	0.0
7	1	2990.8	3.2
	2	2434.7	5.6