



Efecto de la densidad de siembra en el comportamiento agronómico y bromatológico de la Morera *Morus alba* L. en las condiciones agroecológicas del Centro de Investigaciones Santa Lucía, Instituto Universitario de la Paz, Barrancabermeja Santander

Effect of plant density on the agronomic and bromatological of Mulberry *Morus alba* L. agroecological in Research Center Santa Lucia, University Institute Of Peace, Barrancabermeja Santander

Rios Carrascal, Oswaldo¹. Canchila Asencio, Emiro Rafael². Villamizar Virleidis Mirilled³.

Resumen

La morera se ha convertido en una especie utilizada en Colombia por los empresarios y productores agropecuarios siendo de gran aceptación, especialmente para alimentar especies menores en diferentes subprogramas pecuarios tanto del ámbito rural como urbano. Con base en lo anterior se realizó este trabajo, cuya finalidad fue evaluar el comportamiento agronómico de la morera *Morus alba* L. mediante tres densidades de siembra bajo las condiciones agroecológicas del Centro de Investigaciones Santa Lucía del Instituto Universitario de la Paz, Barrancabermeja Santander. Consistió en evaluar por cada tratamiento el desarrollo fenológico, peso de forraje verde y materia seca, composición nutricional. Se evaluó el crecimiento fenológico de las plantas en el que se incluyó la medición de tejidos como: tallo, hojas y ramas; de igual manera se determinó el peso de forraje verde y seco. La investigación demostró que la densidad de siembra a 0,75 m x 0,75 m presentó mayor peso de forraje verde y composición nutricional.

Palabras clave: Comportamiento agronómico, densidad de siembra, condiciones agroecológicas.

Abstract

Mulberry has become a species known and used in Colombia by entrepreneurs and agricultural producers being widely accepted, especially to feed smaller

¹ Ing. Agrónomo. Esp. Docente investigador GRUPO INYUBA UNIPAZ

² MSc. MVZ. Docente investigador GRUPO INYUBA UNIPAZ

³ Ing. Agrónomo. Investigadora GRUPO INYUBA UNIPAZ



species in different livestock subprogrammes of rural and urban production. Based on the foregoing was carried out this work, whose purpose was to evaluate the agronomic behaviour of Mulberry *Morus alba* L. through three densities of planting under agro-ecological conditions of the center of research Santa Lucia of the Institute University of the Peace , Barrancabermeja Santander. Developed evaluating growth phenological plants which included the measurement of tissue as: stem, leaves and branches; Similarly found the weight of green and dry forage. Research has shown that the density of sowing to 0.75 m x 0.75 m presented greater weight of green forage and nutritional composition.

Key words: Agronomic behavior, density of seeding, agro-ecological conditions.

Introducción

La morera *Morus alba* L. es una especie nativa de la región oriental de Asia. Durante más de 5.000 años ha sido el único alimento del gusano de seda, debido a sus excelentes cualidades nutricionales, entre las que se destaca su alto contenido de proteína y de energía. Además, es utilizada en varias regiones del mundo para la alimentación del ganado.

A pesar de considerarse la morera una planta multipropósito, es conocido que su rendimiento se afecta por una serie de factores, entre los que se destacan la densidad de siembra, la fertilización y la frecuencia de corte (Ye, 2002). En Cuba, se han realizado varios estudios alusivos a los factores agronómicos que más influyen en el rendimiento y la composición bromatológica de la planta, entre los que se encuentran la altura y frecuencia de corte y las dosis de fertilización química y orgánica. Sin embargo, pocas son las investigaciones realizadas en cuanto a la influencia de la densidad de siembra en la producción de esta planta.

Se ha demostrado que la planta de morera tiene una gran capacidad adaptativa a diferentes condiciones edafoclimáticas en todo el país; puede producir entre 10 y 12 toneladas de MS/ha/año (biomasa comestible), posee una digestibilidad de la MS superior al 80%, y los valores de ganancia de peso vivo y de producción de leche son similares a los obtenidos con la utilización de concentrados importados.

Como especie forrajera promisoriosa se ha venido implementando la siembra de morera *Morus alba* L. para el consumo animal, junto a otros materiales en el Centro de Investigaciones Santa Lucía del Instituto Universitario de la Paz desde el año 2007; hasta la presente son muy pocas las investigaciones en el Magdalena Medio que hayan permitido estimar la producción de forraje verde y materia seca de esta especie vegetal y por lo consiguiente no existe dentro del Centro de Investigaciones Santa Lucía ni en el municipio de Barrancabermeja ningún estudio



que permita determinar la mejor distancia de siembra, teniendo en cuenta las condiciones agroecológicas propias de la región.

La poca información dificulta orientar a los potenciales productores de morera como mejorar las técnicas de cultivos para obtener una mayor y mejor producción de forraje. Este tipo de deficiencias limitan la posibilidad a los pequeños grupos que realizan esta actividad para la alimentación animal.

Ante esta serie de circunstancias se hizo necesario y evidente evaluar el efecto de las distancias de siembra en el comportamiento agronómico de la morera *Morus alba* L. bajo las condiciones agroecológicas del Centro de Investigaciones Santa Lucía, del Instituto Universitario de la Paz, Barrancabermeja Santander que conlleven a la generación de información confiable como requisito fundamental para garantizar un mejoramiento sustancial en la producción de forraje y a la vez este sea sostenible en el tiempo y el espacio para que genere satisfacción de necesidades y mejore la alimentación animal en la región.

Para el desarrollo de la investigación se planteó como objetivo general el evaluar el efecto de la densidad de siembra en el comportamiento agronómico de la morera *Morus alba* L. bajo las condiciones agroecológicas del Centro de Investigaciones Santa Lucía, del Instituto Universitario de la Paz, Barrancabermeja Santander.

Siendo los objetivos específicos:

-Evaluar el índice de área foliar, grosor del tallo, número de ramas y altura de la morera *Morus alba* L. en los diferentes tratamientos evaluados, teniendo en cuenta las densidades de siembra empleadas en la investigación.

-Determinar el peso de forraje verde y materia seca de la morera *Morus alba* L. mediante corte en tres edades diferentes de rebrote, teniendo en cuenta las distancias de siembras planteadas en la investigación.

-Determinar mediante un análisis bromatológico las condiciones nutricionales para la alimentación animal del forraje de morera *Morus alba* L. obtenido de los tres tratamientos empleados en la investigación.

Las hipótesis planteadas en la investigación fueron:

La hipótesis alterna: al realizar un estudio de evaluación de la planta de Morera *Morus alba* L., bajo las condiciones edafoclimáticas del Centro de Investigaciones Santa Lucía del Instituto Universitario de la Paz, municipio de Barrancabermeja



con diferentes densidades de siembra, las producciones van a ser significativamente diferentes.

La hipótesis nula: al realizar un estudio de evaluación de la planta de Morera, bajo las condiciones edafoclimáticas del Centro de Investigaciones Santa Lucía del Instituto Universitario de la Paz, municipio de Barrancabermeja con diferentes densidades de siembra, la producción se mantiene constante bajo cualquier distancia de siembra.

Materiales y métodos

El trabajo de Investigación se realizó en el segundo semestre del año 2010 y primero del 2011 en predios del Centro de Investigaciones Santa Lucía del Instituto Universitario de La Paz, municipio de Barrancabermeja Santander, en la Vereda el Zarzal del Corregimiento La Fortuna, localizado en la margen izquierda del kilómetro 14 de la autopista que conduce a la ciudad de Bucaramanga, ubicado dentro de la región denominada del Magdalena Medio Santandereano en la República de Colombia, a una latitud Norte de 7° 03' 48"; una longitud Oeste de 73° 51' 50" y con una altura sobre el nivel del mar de 76 metros.

El área de estudio cuenta con las siguientes condiciones agroecológicas:

Temperatura	32°C
Humedad relativa:	85%
Altura:	76 m.s.n.m.
Precipitación:	2.300 mm/año con régimen bimodal
Brillo Solar promedio:	6 horas/día
Topografía:	Ondulada

- Materiales de campo. Guadaña, machete, cinta métrica, estacas, bolsas plásticas, azadón, balde plástico, paladraga, pita, alambre de púa, estacones, grapas, calibrador, balanza gramera, Bolsas plásticas, pinzas, tijeras.

- Materiales de Apoyo. Computador, cámara digital, libreta de campo, lápiz, celular, calculadora, papelería, dispositivos de almacenamiento.

- Insumos. Herbicidas, fungicidas, insecticidas, fertilizantes.

- Material Vegetal. Se utilizó estacas de morera *Morus alba* L. de la variedad acorazonada obtenidas en el Centro de Investigaciones Santa Lucía.



En el desarrollo de esta investigación se ejecutó la siguiente metodología:

- Establecimiento del vivero. Las estacas se sembraron primeramente en bolsas para darles un mejor tratamiento y manejo y de esta manera llevar plantas en buenas condiciones a campo.
- Preparación del lote. Se realizó de forma manual utilizando azadones y picas con el fin de lograr un suelo suelto para facilitar un mejor desarrollo radicular de las plantas al momento de ser llevadas a campo.
- Análisis de suelos. Se tomaron muestras de suelo de varios sitios del área de ensayo en zigzag, y enviadas al laboratorio para su respectivo análisis. De este modo se logró conocer el estado nutricional del suelo y determinar las cantidades de fertilizantes.
- Siembra. La siembra se realizó en tres tratamientos con tres replicas. Las distancias de siembra fueron las siguientes: 0,75 m entre plantas x 0,75 m entre surcos, 1,0 m entre plantas x 1,0 m entre surcos, 1,20 m entre plantas x 1,20 m entre surcos.
- Aplicación de agroquímicos. Después de cada corte se realizó la aplicación de fertilizantes y de materia orgánica con el objeto de mejorar las condiciones nutricionales de las plantas.
- Evaluaciones agronómicas. Semanalmente se realizaron evaluaciones con el objeto de obtener registros sobre el comportamiento de las plantas. En estas evaluaciones se tomarán datos sobre el crecimiento del tallo, hojas y ramas.
- Incidencia de plagas. Se tomaron, desde el momento que las plántulas se encontraban en campo hasta la cosecha del forraje, clasificándolas según su daño e indicando los métodos de control implementados.
- Enfermedades. Se realizó seguimiento, desde el momento de la emergencia de la planta, hasta el final de su ciclo, indicando la aplicación de los correctivos utilizados para su control
- Incidencia de Malezas. Se llevó un registro de las malezas encontradas desde el inicio del cultivo hasta la cosecha. Esto teniendo en cuenta el hábito y agresividad.
- Precipitación, humedad relativa, temperatura, evapotranspiración y brillo solar. Los factores descritos se registraron de datos obtenidos por la estación meteorológica del aeropuerto Yarigüies de la ciudad de Barrancabermeja.



- Corte de emparejamiento. Se realizó el día 11 de marzo de 2011 a una altura de 35 cm, con el objeto de llevar unas frecuencias de cortes de igual uniformidad, debido a ciertos problemas agronómicos como los siguientes: rebrotes tardíos, plantas muertas, sequías, daños causados por el ganado entre otros factores.

- Corte y pesado de forraje. Terminado el desarrollo vegetativo de las plantas se realizó corte del forraje con el objeto de determinar el peso de materia verde y peso seco.

- Producción de forraje verde y materia seca. Se realizó la cosecha a los 45, 60 y 90 días después del corte de emparejamiento, con el objeto de determinar la producción de forraje en diferentes épocas con relación a la distancia de siembra. En cada replica de los tratamientos se realizaron cortes con el objeto de precisar correctamente el parámetro evaluado.

Por cada tratamiento se realizó el pesaje de forraje verde y materia seca tomando una medida por cada réplica de ellos .

- Análisis Bromatológico. Se tomaron muestras con el objeto de enviarlas al laboratorio para determinar la composición nutricional del forraje producido por las plantas de morera.

- Contenido nutricional. Este parámetro se evaluó realizando estudios bromatológicos a los 45 días, 60 días y 90 días después del corte de emparejamiento con relación a la distancia de siembra de cada tratamiento.

Se realizaron estudios bromatológicos con el objeto de determinar la composición química de la morera.

El diseño experimental contempló tratamientos resultantes del trabajo fue el producto de la correlación de diferentes densidades de siembra entre plantas y entre surcos, es decir:

$T_1 = 0,75 \text{ m entre plantas} \times 0,75 \text{ m entre surcos}$

$T_2 = 1,0 \text{ m entre plantas} \times 1,0 \text{ m entre surcos}$

$T_3 = 1,2 \text{ m entre plantas} \times 1,2 \text{ m entre surcos}$

Se instalaron parcelas de cinco metros de largo por seis metros de ancho. Se utilizó un diseño de bloques al azar, conformado por tres tratamientos, con cuatro repeticiones para un total de doce parcelas en el ensayo.

Las variables evaluadas:

-Desarrollo fenológico. Semanalmente se evaluó el crecimiento del tallo, grosor del tallo, porcentaje de germinación, altura, numero de yemas, numero de hojas, relación de tallo- hoja.

- Producción de forraje verde y materia seca. Se determinó el porcentaje de forraje verde y materia seca para cada uno de los tratamientos. Este procedimiento se realizará mediante el pesado de muestras de cada una de las réplicas de cada tratamiento.

- Contenido nutricional. Se evaluó mediante un análisis bromatológico el valor nutricional del forraje. Esta evaluación se realizó para cada tratamiento por separado.

Resultados y discusión

Los resultados de esta investigación se muestran y discuten a continuación.

ANÁLISIS DE SUELOS: se tomaron muestras de suelo de varios sitios del área de ensayo en zigzag, para luego tomar una porción representativa y enviarla al laboratorio para su respectivo análisis. De este modo se logró conocer el estado nutricional del suelo y determinar las cantidades de fertilizantes a aplicar. El cuadro 1 muestra los resultados encontrados.

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas del suelo evaluado

Parámetro	Unidad de medida	Resultado
pH		4,54
Carbono	%	1,21
Materia Orgánica	%	2,09
Fósforo	p.p.m	5,98
Calcio	meq/100 g de Suelo	2,44
Magnesio	meq/100 g de Suelo	0,04
Potasio	meq/100 g de Suelo	0,02
Sodio	meq/100 g de Suelo	0,10
Aluminio	meq/100 g de Suelo	0,8
Hierro	p.p.m	197
Manganeso	p.p.m	33
Cobre	p.p.m	0,02

Zinc	p.p.m	0,32
Azufre	p.p.m	8,06
Boro	p.p.m	0,03
CIC	meq/100 gr de Suelo	12
Textura		Franco- Arcillosa
Ca/Mg		61
Ca/K		122
Mg/K		2
Ca+Mg/K		124

MEDIDAS DE DESARROLLO VEGETATIVO A LOS 45 DÍAS DESPUÉS DEL CORTE DE EMPAREJAMIENTO

- Grosor del tallo. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 3, la diferencia del grosor del tallo a los 45 días de cosecha después del corte de emparejamiento en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 2. Grosor del tallo de los tratamientos a los 45 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75	2,28	2,47	2,47	2,54	9,76	2,44
D2	1,0 m x 1,0 m	2,33	2,59	1,95	2,17	9,04	2,26
D3	1,2 m x 1,2 m	2,30	2,31	2,19	2,52	9,32	2,33
TOTAL		6,91	7,37	6,61	7,23		
PROMEDIO		2,30	2,45	2,20	2,41		

Cuadro 3. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias	1,60106667	2	0,80053333	2,92399631	8,02	No
Error	2,464025	9	0,27378056			
Total	4,06509167	11				

- Altura de las plantas. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 5, la diferencia de la altura de las plantas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 4. Altura de las plantas de los tratamientos a los 45 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 , x 0.75 m	60,25	65,37	69,34	70,7	265,66	66,41
D2	1,0 m x 1,0 m	58,34	68,72	65,07	68,5	260,63	65,15
D3	1,2 m x 1,2 m	60,21	60,38	68,38	71,9	260,87	65,21
TOTAL		59,6	64,82	67,59	70,36		
PROMEDIO		19,86	21,60	22,53	23,45		

Cuadro 5. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias		4,02521667	2	2,01260833	0,07563055	8,02	No
Error		239,49945	9	26,61105			
Total		243,524667	11				

- Numero de ramas. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 7, la diferencia en el número de ramas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 6. Número de ramas de las plantas de los tratamientos a los 45 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	12,27	12,88	15,74	13,35	54,24	13,56
D2	1,0 m x 1,0 m	12,60	12,50	11,58	11,87	48,55	12,13
D3	1,2 m x 1,2 m	10,12	10,60	12,02	11,78	44,52	11,13
TOTAL		34,99	35,98	39,34	37,00		
PROMEDIO		11,66	11,99	13,11	12,33		

Cuadro 7. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias		11,9246167	2	5,96230833	5,27831236	8,02	No
Error		10,166275	9	1,12958611			
Total		22,0908917	11				

- Numero de hojas. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 9, la diferencia en el número de hojas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 8. Número de hojas de las plantas de los tratamientos a los 45 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75m x 0,75 m	71,45	76,38	100,12	102,17	350,12	87,53
D2	1,0 m x 1,0 m	82,10	72,32	92,42	94,58	341,42	85,35
D3	1,2 m x 1,2 m	61,94	71,50	81,40	86,61	301,45	75,36
TOTAL		215,49	220,20	273,94	283,36		
PROMEDIO		71,83	73,40	91,31	94,45		

Cuadro 9. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias		336,838317	2	168,419158	1,06050891	8,02	No
Error		1429,28778	9	158,809753			
Total		1766,12609	11				

MEDIDAS DE DESARROLLO VEGETATIVO A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DEL CORTE DE EMPAREJAMIENTO

- Grosor del tallo. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 11, la diferencia en el grosor del tallo en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 10. Grosor del tallo de los tratamientos a los 60 días de después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	3,54	3,74	3,79	3,81	14,88	3,72
D2	1,0 m x 1,0 m	3,66	3,68	3,59	3,64	14,57	3,64
D3	1,2 m x 1,2 m	3,49	3,53	3,66	3,58	14,26	3,56

TOTAL	10,69	10,95	11,04	11,03		
PROMEDIO	3,56	3,65	3,68	3,67		

Cuadro 11. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias	0,04805	2	0,024025	3,25762712	8,02	No
Error	0,066375	9	0,007375			
Total	0,114425	11				

- Altura de las plantas. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 13, la diferencia en la altura de las plantas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 12. Altura de las plantas de los tratamientos a los 60 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	67,74	70,57	81,91	79,24	299,46	74,86
D2	1,0 m x 1,0 m	62,48	72,10	69,11	82,14	285,83	71,45
D3	1,2 m x 1,2 m	66,41	67,44	67,68	78,83	280,36	70,09
TOTAL		196,63	210,11	218,7	240,21		
PROMEDIO		65,54	70,03	72,9	80,07		

Cuadro 13. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias	84,75815	2	42,379075	1,07059005	8,02	No
Error	356,26305	9	39,5847833			
Total	441,0212	11				

- Numero de ramas. El análisis de significancia muestra que si hay diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 15, el análisis demuestra que existen diferencias entre D1 y D2 y entre D1 y D3. No existe diferencia entre D2 y D3; también se puede observar que D1 tiene el mejor promedio y D3 el promedio más bajo.

Cuadro 14. Número de ramas de las plantas de los tratamientos a los 60 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	11,2	13,56	13,11	14,1	51,97	12,99
D2	1,0 m x 1,0 m	9,47	9,35	9,44	10,15	38,41	9,60
D3	1,2 m x 1,2 m	9	8,72	9,67	9,93	37,32	9,33
TOTAL		29,67	31,63	32,22	34,18		
PROMEDIO		9,89	10,54	10,74	11,39		

Cuadro 15. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias		33,3070167	2	16,6535083	24,4124692	8,02	Si
Error		6,13955	9	0,68217222			
Total		39,4465667	11				

- Numero de hojas. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 17, la diferencia en el número de hojas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 16. Número de hojas de las plantas de los tratamientos a los 60 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	40,83	44,47	67,75	61,7	214,75	53,68
D2	1,0 m x 1,0 m	42,96	43,29	42,95	64,89	194,09	48,52
D3	1,2 m x 1,2 m	43,68	40,81	43,40	58,18	186,07	46,51
TOTAL		127,47	128,57	154,1	184,77		
PROMEDIO		42,49	42,85	51,36	61,59		

Cuadro 17. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias		109,474867	2	54,7374333	0,46657424	8,02	No
Error		1055,85963	9	117,317736			
Total		1165,33449	11				

MEDIDAS DE DESARROLLO VEGETATIVO A LOS 90 DÍAS DESPUÉS DEL CORTE DE EMPAREJAMIENTO

-Grosor del tallo. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 19, la diferencia en el grosor del tallo en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 18. Grosor del tallo de los tratamientos a los 90 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	4,09	4,41	5,71	5,66	19,87	4,96
D2	1,0 m x 1,0 m	4,01	4,07	4,37	4,54	16,99	4,24
D3	1,2 m x 1,2 m	3,97	4,00	4,14	4,48	16,50	4,14
TOTAL		12,07	12,48	14,22	14,68		
PROMEDIO		4,02	4,16	4,74	4,89		

Cuadro 19. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias		1,60106667	2	0,80053333	2,92399631	8,02	No
Error		2,464025	9	0,27378056			
Total		4,06509167	11				

- Altura de las plantas. El análisis de significancia muestra que si hay diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 21, el análisis demuestra que existen diferencias entre D1 y D2 y entre D1 y D3. No existe diferencia entre D2 y D3; también se puede observar que D1 tiene el mejor promedio y D3 el promedio más bajo.

Cuadro 20. Altura de las plantas de los tratamientos a los 90 días después del corte de emparejamiento.

REPLICAS	
----------	--

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	R1	R2	R3	R4	TOTAL	PROMEDIO
D1	0,75 m x 0,75 m	50,95	51,47	50,85	51,50	204,77	51,19
D2	1,0 m x 1,0 m	48,52	48,97	49,15	50,20	196,84	48,96
D3	1,2 m x 1,2 m	48,42	48,97	48,72	49,65	195,76	48,94
TOTAL		147,89	149,41	148,72	151,35		
PROMEDIO		49,29	49,80	49,57	50,45		

Cuadro 21. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias		12,1026167	2	6,05130833	20,2544838	8,02	Si
Error		2,688875	9	0,29876389			
Total		14,7914917	11				

-Numero de ramas. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 23, la diferencia en el número de ramas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 22. Número de ramas de las plantas de los tratamientos a los 90 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	6,80	8,00	6,95	7,80	29,55	7,38
D2	1,0 m x 1,0 m	4,02	5,37	6,30	7,50	23,19	5,79
D3	1,2 m x 1,2 m	4,25	5,27	5,87	6,55	21,94	5,48
TOTAL		15,07	18,64	19,12	21,85		
PROMEDIO		5,02	6,21	6,37	7,28		

Cuadro 23. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias	8,32701667	2	4,16350833	3,59299984	8,02	No
Error	10,42905	9	1,15878333			
Total	18,7560667	11				

- Numero de hojas. El análisis de significancia muestra que si hay diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 25. El análisis demuestra que existen diferencias entre D1 y D2 y entre D1 y D3. No existe diferencia entre D2 y D3; también se puede observar que D1 tiene el mejor promedio y D3 el promedio más bajo.

Cuadro 24. Número de hojas de las plantas de los tratamientos a los 90 días de cosecha.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	26,47	28,97	28,35	27,83	111,62	27,90
D2	1,0 m x 1,0 m	14,77	16,4	18,82	21,22	71,21	17,80
D3	1,2 m x 1,2 m	14,65	14,15	16,25	15,8	60,85	15,21
TOTAL		55,89	59,52	63,42	64,85		
PROMEDIO		18,63	19,84	21,14	21,61		

Cuadro 25. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Distancias		359,824217	2	179,912108	53,7199846	8,02	Si
Error		30,14165	9	3,34907222			
Total		389,965867	11				

PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE Y MATERIA SECA

Este parámetro permitió precisar el peso de forraje verde y materia seca producido por cada tratamiento.

A continuación se describen los resultados obtenidos.

- Peso de forraje verde a 45 días después del corte de emparejamiento.

El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 27, la diferencia en el número de ramas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 26. Peso de forraje verde en gramos por tratamiento a 45 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	1529,2	1254,5	1135,2	1447,0	5065.9	1341,47
D2	1,0 m x 1,0 m	860,9	1306,5	1718,5	618,5	4504.4	1126,1

D3	1,2 m x 1,2 m	417,7	968,000	327,000	359,0	2071.7	517,92
TOTAL		2807,8	3529	3180,7	2424,5		
PROMEDIO		935,93	1176,33	1060,23	808,16		

Cuadro 27. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Forraje verde	765383,932	2	382691,966	1,48398186	8,02	No
Error	2320936,52	9	257881,835			
Total	3086320,45	11				

-Peso de materia seca a 45 días después del corte de emparejamiento.

El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 29. La diferencia en el número de ramas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 28. Peso de materia seca en gramos por tratamiento a 45 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	700	600	500	700	2500	625
D2	1,0 m x 1,0 m	400	578	790	289	2057	514,25
D3	1,2 m x 1,2 m	200	400	150	160	910	227,5
TOTAL		433,33	526	480	383		
PROMEDIO		144,44	175,33	160	127,66		

Cuadro 29. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Materia seca	363183,167	2	181591,583	6,2926937	8,02	No
Error	259717,75	9	28857,5278			
Total	622900,917	11				

- Peso de forraje verde a los 60 días después del corte de emparejamiento

El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 31, La diferencia en el número de ramas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 30. Peso de forraje verde en gramos por tratamiento a los 60 días después del después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	2006,8	1417,9	1888,6	2049,9	7363.2	1840,8
D2	1,0 m x 1,0 m	1185	1174	1296	1569	5224	1306
D3	1,2 m x 1,2 m	700	1159	985,6	1589,2	4433.8	1108,45
TOTAL		3891,8	3750,9	4170,2	5208,1		
PROMEDIO		1297,26	1250,3	1390,06	1736,03		

Cuadro 31. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Forraje verde		1148498,09	2	574249,043	6,71774722	8,02	No
Error		769341,45	9	85482,3833			
Total		1917839,54	11				

-Peso de materia seca a los 60 días después del corte de emparejamiento.

El análisis de significancia muestra que si hay diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 33. El análisis demuestra que existen diferencias entre D1 y D2 y entre D1 y D3. No existe diferencia entre D2 y D3; también se puede observar que D1 tiene el mejor promedio y D3 el promedio más bajo.

Cuadro 32. Peso de materia seca en gramos por tratamiento a los 60 días después del después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	1000	698	940	995	3633	908,25
D2	1,0 m x 1,0 m	500	500	590	700	2290	572,5
D3	1,2 m x 1,2 m	300	580	490	720	2090	522,5
TOTAL		1800	1778	2020	2415		
PROMEDIO		600	592,66	673,33	805		

Cuadro 33. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Materia seca	352041,5	2	176020,75	8,74725404	8,02	Si
Error	181106,75	9	20122,9722			
Total	533148,25	11				

- Peso de forraje verde a los 90 días después del corte de emparejamiento.

El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 35. La diferencia en el peso de forraje verde en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 34. Peso de forraje verde en gramos por tratamiento a los 90 días después del después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	973,1	837	1476	1040	4326.1	1081,52
D2	1,0 m x 1,0 m	515,1	954,5	260	1225,1	2954.7	738,67
D3	1,2 m x 1,2 m	180	270	428	407	1285	321,25
TOTAL		1668,2	2061,5	2164	2672,1		
PROMEDIO		556,06	687,16	721,33	890,7		

Cuadro 35. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	DE	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Forraje verde		1159743,77	2	579871,886	6,26877	8,02	No
Error		832515,305	9	92501,7006			
Total		1992259,08	11				

- Peso de materia seca a los 90 días de cosecha. El análisis de significancia muestra que no existió diferencia significativa entre los tratamientos, como se observa en el cuadro 37. La diferencia en el número de ramas en los diferentes tratamientos no es significativa.

Cuadro 36. Peso de materia seca en gramos por tratamiento a los 90 días después del corte de emparejamiento.

SIMBOLO	TRATAMIENTOS	REPLICAS				TOTAL	PROMEDIO
		R1	R2	R3	R4		
D1	0,75 m x 0,75 m	476	411	730	515	2132	533
D2	1,0 m x 1,0 m	250	460	128	600	1438	359,5
D3	1,2 m x 1,2 m	90	130	200	158	57	144,5
TOTAL		816	1001	1058	1273		
PROMEDIO		272	333,6	352,66	424,33		

Cuadro 37. Análisis de significancia entre los diversos tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	S.C	G.L	C.M	FC	FT	DIF
Materia seca	303012,667	2	151506,333	6,91346739	8,02	No
Error	197232	9	21914,6667			
Total	500244,667	11				

CONTENIDO NUTRICIONAL

Este parámetro permitió determinar el tratamiento con mayor contenido nutricional para el consumo animal.

Se hizo un análisis bromatológico, cuyas variables evaluadas representan los resultados de una muestra compuesta de todas las replicaciones por tratamiento, teniendo en cuenta las muestras tomadas a los 45, 60 y 90 días después del corte de emparejamiento.

Cuadro 38. Contenido nutricional a 45 días después del corte de emparejamiento.

Composición Nutricional	D1	D2	D3
Proteína%	18.01	18.45	20.4
Fibra%	17.2	16.18	15.31
Fosforo%	0.32	0.34	0.38
Calcio%	2.11	2.12	2.37
Magnesio%	0.316	0.349	0.398
Ceniza %	11.37	11.04	10.03

-Contenido nutricional a los 60 días después del corte de emparejamiento.

Se presenta a continuación los resultados obtenidos del estudio bromatológico a los 60 días después del corte de emparejamiento.

Cuadro 39. Contenido nutricional a 60 días después del corte de emparejamiento.

Composición Nutricional	D1	D2	D3
Proteína%	17.88	18.03	19.37
Fibra%	18.63	16.94	16.10
Fosforo%	0.31	0.33	0.37
Calcio%	2.01	2.12	2.31
Magnesio%	0.312	0.321	0.365
Ceniza%	12.21	11.79	11.26

Contenido nutricional a los 90 días después del corte de emparejamiento.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos del estudio bromatológico a los 90 días de establecido el cultivo.

Cuadro 40. Contenido nutricional a 90 días después del corte de emparejamiento.

Composición Nutricional	D1	D2	D3
Proteína%	16.15	17.28	18.43
Fibra%	20.16	18.53	18
Fosforo%	0.29	0.30	0.31
Calcio%	1.77	2.03	2.24
Magnesio%	0.286	0.306	0.323
Ceniza%	15.62	14.38	14.16

Conclusiones

-Teniendo en cuenta las variables estudiadas en esta investigación, densidad de siembra y edad de corte, la primera es de notoria importancia en el cultivo de la morera para obtener plantas de buena composición bromatológica, si se tiene en cuenta la competencia que ejercen las plantas por el espacio, la luz y los nutrientes.



- La influencia del factor densidad de siembra y época de corte en el rendimiento y en la composición bromatológica de las plantas pudo haber incidido en el descenso de la producción de biomasa y otras variables entre las evaluaciones de los 60 y 90 días. Para la época del desarrollo se presentaron alteraciones en las condiciones climáticas en el sitio de estudio y probablemente

Según Noda y otros (2008), ello puede tener su explicación en la base fisiológica de las plantas, debido fundamentalmente al desarrollo de las ramas laterales. En este sentido, es posible afirmar que la incidencia directa de la radiación solar sobre los tallos en las plantas con mayor área vital dificulta que se desarrollen en altura, porque al emplearse una distancia de plantación amplia no tendrán que competir entre ellas por la luz; por tanto el crecimiento de las ramas laterales debe ser mayor.

Con base en lo anteriormente expuesto y analizando los resultados de este estudio que permiten correlacionar las dos variables para enunciar los mejores resultados en biomasa y bromatología, se evidenció que:

-La densidad de siembra 0,75 m x 0.75 m presentó mayores rendimientos nutricionales en su composición química (Proteína, Fibra, Fosforo, Calcio y Magnesio).

- Respecto a la producción de forraje verde, en ninguno de los tratamientos evaluados se encontró diferencias significativas a los 45, 60 y 90 días de cosecha después del corte de emparejamiento.

- En lo concerniente a la altura de las plantas y número de hojas, se evidenciaron mayores rendimientos en la densidad de siembra 0,75 m x 0.75 m y los menores en la densidad 1,2 m x 1,2 m.

-En las densidades de siembra evaluadas se encontró diferencias significativas a los 90 días de cosecha después del corte de emparejamiento

- Con referencia al peso de materia seca, a los 45 y 90 días de cosecha después del corte de emparejamiento, no se presentan diferencias significativas entre los tratamientos



- La mayor producción de materia seca a 60 días de cosecha después del corte de emparejamiento, mostró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados , presentándose la mayor producción en la densidad 0.75 m x 0.75 m y la menor en la distancia 1,2 m x 1,2 m

Bibliografía

Garcia, D.E. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fotoquímica de *Morus alba* (Linn). EEPF “Indio Hatuey”, Tesis de Maestría Cuba 2003 p 35.

Benavides. J, E. Borel, R. Esnaola. MA. 1986. Evaluación de la producción de forraje del árbol de morera (*Morus sp.*) sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte. In Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CALIE, Turrialba, C.R. 1986. S. Técnica. Inf. Técnico No.67, pp. 74-76

Gómez, ME; Rodríguez, L; Murgueitio, E; Ríos, C; Molina, C; Molina, H; Molina, E; Molina, P. 1995. Matarratón *Gliricidia sepium* y nacedero *Trichanthera gigantea*. En árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV, Cali, Colombia 129 p.

Gonzalez, J. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus sp*) fresca y ensilada, con bovinos de engorda. Tesis Mag. Sc Turrialba, C.R. CATIE. P.89.

Manual Técnico de Sericultura: Cultivo de la morera y cría del gusano de seda en el trópico. Convenio SENA-CDTS. Colombia. 438 p.

Murgueitio E. Los arboles forrajeros como fuente de proteína. Serie de Trabajos y Conferencias No. 2. Ed. CIPAV; Cali, Colombia. P.1-8.

Noda, Yolai y Martin, Giraldo. Efecto de la densidad de siembra en el establecimiento de morera para su inclusión en sistemas ganaderos. *Zootecnia Trop.* [online]. 2008, vol.26, n.3, pp. 339-341. ISSN 0798-7269.