

20643
2 COP

Reg. 027336
BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

17 MAYO 2006



Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles para Clima Frío de Santander



Boletín Técnico

Fabián Jiménez Arango
Jairo Alvarado Gómez
Hernando Castro Ardila
Luz Alba Luna Geller
Henry Mateus Echeverría
Víctor M. Moreno Jeréz

Bucaramanga, 2003



CONTENIDO

Agradecimientos	5
Presentación	7
Introducción	9
Antecedentes	11
Metodología	13
Resultados y Discusión	15
Conclusiones	35
Referencias Bibliográficas	37



AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su reconocimiento al Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria "PRONATTA", por el aporte de recursos económicos para la realización de la investigación y de este documento.

A los propietarios de las fincas por su colaboración para el establecimiento de los diferentes arreglos silvopastoriles.

A los auxiliares de técnico de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria "Corpoica", por su dedicación y colaboración en todo el proceso del proyecto.

Al personal Administrativo de la Regional Siete de Corpoica, por su colaboración en los trámites presupuestales, los cuales facilitaron el proceso.



PRESENTACION

Las innovaciones tecnológicas, especialmente las del sector pecuario y más concretamente las de ganadería, han conducido a un deterioro del aparato productivo, siendo más marcado el efecto sobre el recurso natural: suelo, agua, medio ambiente.

Conscientes de esta situación, los profesionales y técnicos de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Bucaramanga, han adelantado una serie de investigaciones en sistemas silvopastoriles, los cuales se han convertido en una solución para sustituir, a largo plazo, las demandas por productos de bosque natural y a corto plazo, como productores de leña, frutos, follaje para los animales y cortinas rompevientos. Además, no sólo mejoran los rendimientos de carne y leche, sino que incrementan la rentabilidad de la explotación a través de una relación óptima costo/beneficio sin atender contra el medio ambiente.

Es de gran utilidad para el país, esta nueva publicación, en la cual se recopilan los resultados de la investigación en el establecimiento de sistemas silvopastoriles realizada para clima frío de Santander y el efecto de éstos, sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos, composición botánica de la pradera, producción de forraje y valor nutritivo de la misma.

Los autores esperan que este material se convierta en una fuente útil de consulta para los técnicos y ganaderos del nororiente colombiano y que sirva de base para trabajos posteriores relacionados con esta temática.



Fabián Jiménez Arango
Director Corpoica San Gil



INTRODUCCION

La fragilidad de los suelos de las provincias ubicadas en el piso térmico frío de Santander, muestran un deterioro progresivo, el cual se acentúa cuando se le interviene con el uso de la actividad agropecuaria, siendo mayor o menor, según la actividad que se ejecute, correspondiéndole al técnico la responsabilidad de conducir y liderar este proceso en aras de encontrar lo que se ha denominado una "AGRICULTURA SOSTENIBLE".

La solución a tales condiciones no es fácil, generalmente se choca con muchos intereses y situaciones complejas, como las que se encuentran en áreas de economía campesina, donde la presión que se ejerce sobre el suelo obedece a la necesidad de sobrevivir.

Los sistemas silvopastoriles se constituyen en una herramienta y alternativa para la región que permiten satisfacer las necesidades del presente, conservando el agua, la tierra, los recursos vegetales y animales, mediante el empleo de tecnologías más eficientes y económicamente viables, sin degradar el ambiente.

Con base en lo anterior se desarrolló el presente proyecto con los siguientes objetivos:

- Determinar los cambios físico-químicos del suelo, en los diferentes arreglos.
- Evaluar el efecto de la distancia de siembra de las arbóreas sobre la producción y calidad de la biomasa de la pradera.
- Determinar los incrementos de peso y/o producción de leche en bovinos de doble propósito en pastoreo en el sistema silvopastoril.
- Generar la matriz de costos directos e indirectos asociados al establecimiento de los sistemas silvopastoriles.



Comportamiento de las Acacias en Malaga (S)
- los dos años de establecidas



ANTECEDENTES

La agroforestería se entiende tradicionalmente como todos aquellos sistemas donde hay una combinación de especies arbóreas con especies herbáceas, generalmente cultivadas. El silvopastoreo es un tipo de agroforestería, considerada como una especie de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral.

Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantados con fines maderables, para productos industriales, como frutales o como árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal, por lo tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles.

En Colombia, se puede apreciar pastoreo en bosques naturales, pastoreo en plantaciones forestales para madera, pastoreo en huertos, pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales, pastoreo en plantaciones de árboles frutales, praderas con árboles y/o arbustos forrajeros, sistemas mixtos de árboles o arbustos multipropósito para corte, cercas vivas y pastoreo en bancos forrajeros de leñosas perennes (Mahecha, 2002).

Hasta el momento, los sistemas más estudiados y en los que existe mayor número de reportes han sido los sistemas asociados con árboles y/o arbustos leguminosos, en donde se da un mayor número de interacciones entre los componentes.

Las *Acacias melanoxilum* y *decurrens* pertenecen a las leguminosas de clima frío que las convierten en una alternativa para implementar un sistema silvopastoril que conduzca a una respuesta integral entre hombre – suelo - árbol – pradera – animal; sin embargo, es escasa la información sobre el comportamiento de éstas.



Vallejo y Zapata (sf) reportan crecimientos de la *Acacia melanoxilum* de dos metros de altura y diámetro de 2.5 a 3.0 centímetros al año de establecida en suelos fértiles y Giraldo (1995), presenta para la *Acacia decurrens* un crecimiento de 3.2 metros de altura a los 14 meses de establecida.

Con relación a los análisis bromatológicos, sólo se conocen los suministrados por Fernández (sf), quién reporta un 12.09% de proteína cruda para una pradera de *Pennisetum clandestinum* y *Acacias*, con una energía digestible de 2.64 Mcal/kg.



Pastoreo en un sistema silvopastoril recién establecido.



METODOLOGIA

El proyecto se realizó en la zona ganadera de clima frío en los municipios de Málaga y Concepción, ubicados en la subregión Montaña Santandereana de la región Andina de Colombia. Las características de ambas localidades, corresponden a las de la zona agroecológica de clima frío Fj y zona de vida de bosque húmedo Montano Bajo (bh – MB) a más de 2.700 m.s.n.m.

En cada localidad se seleccionó una pradera de 1.5 hectáreas con los pastos predominantes en la región: mezcla de kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), falsa poa (*Holcus lannatus*) y en menor proporción tréboles blanco y rojo (*Trifolium repens* y *pratense*)

Para establecer el sistema silvopastoril se utilizaron como arbóreas la *Acacia melanoxilum* y *decurrens*, las cuales se sembraron en tres densidades: alta, media y baja con distancias de siembra de 7X7, 8X8 y 10X10 metros, respectivamente.

Las diferentes distancias de siembra correspondieron a los tratamientos evaluados, los cuales fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, separados mediante el establecimiento de la especie arbórea Loqueto (*Escallonia péndula*). El tamaño de la unidad experimental fue de 1.167 m².

Durante el proceso de investigación, se tomó la siguiente información:

A) Antes del establecimiento de la arbóreas

- Análisis químico de suelos (completo).
- Análisis físico de suelos (densidad aparente, densidad real, porosidad).
- Composición botánica de la pradera expresada en porcentaje.
- Análisis bromatológico de la pradera (proteína, FDA, y DVIVMS).



B) Durante el periodo de establecimiento de las arbóreas

- Cada tres meses y a partir de los 30 centímetros de altura, se determinó el crecimiento y diámetro de las arbóreas en los diferentes tratamientos, hasta llegar a una altura de dos metros, en la cual se hizo el descope y se introdujeron los animales para iniciar la toma de los datos relacionados con el incremento de peso y la producción de leche.

C) En la fase de producción

- Las praderas se sometieron a pastoreo rotacional con periodos de ocupación y descanso de acuerdo con el desarrollo de la pradera y las condiciones de cada localidad.

Antes de entrar los animales a pastoreo por primera vez, se tomaron muestras de suelo y forraje de cada uno de los tratamientos, conforme a la metodología diseñada por la red internacional de pastos y forrajes tropicales. Este mismo procedimiento se siguió al terminar la investigación.

- Durante toda la fase de pastoreo, la cual empezó a partir de los dos metros de altura de las arbóreas, se tomaron muestras de forraje antes de cada periodo de ocupación para determinar las fluctuaciones de biomasa y materia seca.
- El comportamiento relacionado con incremento de peso y producción de leche se determinó de acuerdo con las condiciones propias de cada explotación, ya que en algunas de éstas, los mismos fueron evaluados cada ocho días y en otras, cada 30 días.
- En las localidades donde no se introdujeron animales, se calculó el incremento de peso con base en el contenido de materia seca y requerimiento de nutrientes.
- Para la comparación de promedios de biomasa, incrementos de peso y producción de leche se utilizó la prueba de Duncan.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El análisis comparativo de las características físicas y químicas del suelo, antes de iniciar la investigación y dos años después de establecidos los sistemas silvopastoriles, permite señalar algunos cambios en estas variables, los cuales se indican a continuación:

Cambio en las características físicas

Los valores encontrados (Tabla 1) para la densidad aparente en su condición inicial oscilaron entre 1.00 a 1.11 g/cm³ para Málaga y 0.93 a 1.0 g/cm³ en Concepción, los cuales se consideran bajos y una porosidad 56.50 a 62.02% en Málaga y de 59.42 a 62.53% en Concepción, ambas consideradas altas, lo que permite conceptualizar que los suelos no presentan problemas de compactación; dos años después de iniciado el estudio, la densidad del suelo de la localidad de Málaga en las diferentes mediciones, mostró una tendencia a reducirse de 0.67 a 0.95 g/cm³ y la porosidad a incrementarse (62.15 a 75%).

En Concepción la densidad aparente sufrió un ligero incremento (1.06 a 1.31 g/cm³) y la porosidad pasó de 47.60 a 57.43%. Valga adicionar que un suelo agrícola debe tener una densidad alrededor de 1.4 y una porosidad de 50%. Por su parte, la textura evaluada al tacto en ambos casos pasó de FAra a FAr, las cuales se consideran adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las raíces.



Tabla 1. Características físicas del suelo

Municipio/distancia de siembra/época información		Densidad (g/cm ³)		Porosidad total %	Textura
		Aparente	Real		
MÁLAGA					
7X7 m.	Antes del experimento	1.00	2.63	62.02	FArA
	Primer pastoreo	1.00	2.36	57.62	FArA
	Ultimo pastoreo	0.67	2.53	73.52	FAr
8X8 m.	Antes del experimento	1.06	2.56	58.67	FArA
	Primer pastoreo	1.04	2.40	56.70	FArA
	Ultimo pastoreo	0.62	2.48	75.00	FAr
10X10 m.	Antes del experimento	1.11	2.55	56.50	FArA
	Primer pastoreo	1.22	2.41	44.00	FArA
	Ultimo pastoreo	0.95	2.51	62.15	FAr
CONCEPCIÓN					
7 X7 m.	Antes del experimento	1.03	2.54	59.42	FArA
	Primer corte	1.02	2.44	58.82	FArA
	Ultimo corte	1.06	2.49	57.43	FAr
8X8 m.	Antes del experimento	0.93	2.48	62.42	FArA
	Primer corte	0.98	2.41	59.34	FArA
	Ultimo corte	1.10	2.48	55.65	FAr
10 X10 m.	Antes del experimento	0.94	2.52	62.63	FArA
	Primer corte	1.04	2.38	56.30	FArA
	Ultimo corte	1.31	2.50	47.60	FAr

Cambio en las características químicas

Los valores iniciales del pH del suelo, en la localidad de Málaga, indican rangos que van desde moderadamente ácidos a neutros (pH: 5.9 a 6.2), apropiados para la absorción de la mayoría de los nutrientes por las plantas, mientras que en la localidad de Concepción esta característica presentó una reacción desde fuertemente ácida a neutra (pH: 5.3 a 6.4).

Dos años después se presentó una reducción ligera en 0.2 a 0.7 y 0.2 a 0.9 unidades en Málaga y Concepción respectivamente, debido posiblemente al proceso de humificación de la materia orgánica y a que la cantidad del correctivo aplicado (roca fosfórica), no fue suficiente para sostener o subir las unidades de pH (Tabla 2).

El contenido de materia orgánica se incrementó, principalmente en la localidad de Málaga al pasar de baja a media (3.4 a 7.2%), con un



incremento de 3.8 unidades porcentuales, alcanzado en las parcelas en donde se establecieron las arbóreas a 8X8 m.; mientras que en Concepción a pesar del cambio positivo ocasionado, continúa siendo baja (3.6 a 4.9%), lo que indica la necesidad de incrementar la cantidad de abono orgánico que se va a aplicar.

El nivel de fósforo se encontró alto en ambas localidades: 32 a 53 mg/Kg. de suelo en Málaga y 30 a 48 mg/Kg en Concepción, con excepción de las parcelas que fueron seleccionadas para sembrar las arbóreas a 7X7 metros. Dos años después se incrementó en forma considerable este elemento en todos los tratamientos, con excepción de la distancia de 8X8 metros localizada en Málaga, donde se presentó una reducción en una unidad (Tabla 2).

La relación Ca : Mg en su condición inicial mostró un fuerte desequilibrio para las dos localidades, con valores que oscilaron entre 28.3 a 62.5 unidades de Ca por una de Mg para Málaga y entre 12.0 a 31.5 partes de Ca por cada unidad de Mg para Concepción, lo que influye significativamente en la baja fertilidad del suelo. Esta relación sufrió cambios notorios dos años después al pasar de 3.8 a 31.0 unidades de Ca por cada una de Mg en Málaga y de 2.0 a 19.5 partes de Ca por cada parte de Mg en Concepción.

El nivel de elementos menores en ambos suelos se incrementó considerablemente, sin que ninguno de ellos sea limitante por déficit o por exceso, excepto el Boro, que antes de iniciar la investigación se encontró bajo en las parcelas en donde se ubicaron las arbóreas a 8X8 metros.



Tabla 2. Características químicas del suelo

Municipio/ Tratamiento	pH	M.O %	P	Al	Ca	Mg	K	Na	CIC	Fe	Cu	Mn	Zn	B
MALAGA 7X7 m.	A.E.	47	14	00	110	03	020	01	116	136	09	152	12	ND
	U.P.	63	56	00	70	12	029	02	91	324	26	412	55	052
8X8 m.	A.E.	34	53	00	125	02	015	01	129	82	04	82	08	018
	U.P.	72	52	00	155	05	024	03	167	78	18	142	57	085
10X10 m	A.E.	34	32	00	113	04	022	01	120	306	13	111	18	020
	U.P.	49	68	00	73	19	059	01	103	669	31	305	71	045
CONCEPCION 7X7 m.	A.E.	42	24	03	63	02	028	01	79	315	15	40	03	018
	U.C.	49	39	27	06	03	040	01	52	765	28	196	31	085
8X8 m.	A.E.	49	30	05	24	02	026	01	43	476	13	70	00	016
	U.C.	49	55	14	48	04	069	01	88	789	34	170	30	050
10X10 m	A.E.	36	48	00	81	03	040	01	89	89	04	04	01	042
	U.C.	37	99	00	78	04	049	01	88	528	41	122	31	030

A.E: Antes experimento
U.P: Ultimo Pastoreo
U.C: Ultimo Corte



Manejo de la pradera con guadaña



Pastoreo dirigido



Relación hombre - suelo - pasto - árbol - animal

COMPORTAMIENTO DE LAS ARBÓREAS

Vallejo y Zapata (s.f) reportan crecimientos de la *Acacia melanoxylum* de dos metros de altura y diámetro de 2.5 a 3 centímetros al año de sembrada, cuando se establece en suelos fértiles; y Giraldo (1995), reporta para la *Acacia decurrens* un crecimiento de 3.2 metros de altura, en promedio, a los 14 meses de edad. Para el caso del experimento en la localidad de Málaga la altura alcanzada al cabo de los dos años fue de 1.61, 1.78 y 2.04 metros, para las distancias de siembra de 10X10, 8X8 y 7X7 metros con diámetro promedio del fuste de 0.93, 0.97 y 1.30 centímetros.

En Concepción el comportamiento a los dos años fue de 2.0, 2.2 y 2.7 metros de altura para los tratamientos de 10X10, 7X7 y 8X8 m. con diámetro promedio de fuste de 3.47, 3.27 y 3.50 centímetros.



Al hacer el análisis estadístico de tales comportamientos, no se encontró efecto de la posible influencia de las distancias de siembra sobre las mencionadas variables.

Se hizo evidente la diferencia en el crecimiento de las *Acacias*, debido posiblemente a que no existió selección genética de los árboles semilleros, siendo inferior en Málaga, lo que puede atribuirse al encharcamiento observado en la pradera, condición que dificulta por parte de la planta el aprovechamiento de los nutrientes disponibles en el suelo. En Concepción el alto contenido de potasio en la capa arable, pudo haber contribuido a favorecer el crecimiento de la planta en este municipio.



Comportamiento de la *Acacia melanoxilum* y *decurrens* en Málaga a los dos años de establecidas





Comportamiento de la *Acacia melanoxylum* y *decurrens* en Concepción a los dos años de establecidas



PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN KILOGRAMOS DE MATERIA SECA POR HECTÁREA

El comportamiento de la producción de forraje en Kg/MS/ha, después de dos años de observación, señala un rendimiento total promedio de 3.156 y 3.199 Kg/ha para las localidades de Málaga y Concepción, respectivamente (Tabla 3).



Crecimiento desuniforme de las *Acacias* en las localidades de Málaga y Concepción





No obstante, cuando se realizó el análisis estadístico a los promedios obtenidos para las diferentes distancias de siembra de las arbóreas, éstos oscilaron entre 2.864 y 3.598 Kg/MS/ha sin que entre dichos valores existieran diferencias significativas. Es importante anotar que tales resultados son superiores a los indicados por Giraldo y Bolívar (s.f), quienes en un sistema silvopastoril utilizando *Acacia decurrens* a baja y alta densidad (407 y 1.110 árboles por hectárea respectivamente) reportan para pasto *Pennisetum clandestinum* con 55 días de rebrote, rendimientos de 2.084 y 1.397 Kg/MS/ha.

En la localidad de Concepción contrario a lo observado en Málaga, cuando se analizaron los rendimientos de la pradera entre cortes, se encontró que los valores oscilaron entre 2.796 y 3.864 Kg/MS/ha sin que se detectaran diferencias entre ellos cuando se hizo el análisis estadístico, pero cuando se estudió la influencia de las distancias de siembra, se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), siendo menor el rendimiento obtenido en la distancia 7x7 metros con 2.447 Kg./ha y el mayor (4.037 Kg/MS/ha), se alcanzó con la distancia de 10x10 metros (Tabla 3).

El menor rendimiento puede atribuirse a la mayor competencia por los recursos disponibles particularmente del agua, mientras que el rendimiento más elevado correspondió a la mayor distancia y en consecuencia menor competencia, pero una mejor condición en el pH del suelo.



Pérdida por *Acacias* por diferentes causas, como: exceso de humedad y presencia de hongos radiculares



Presencia de chizas o mojoy que afectan los pastizales

Tabla 3. Producción de forraje Kg/MS/ha

Municipio / Distancia de siembra	Corte Inicial	Corte primer pastoreo	Corte ultimo pastoreo	Promedio
MALAGA 7X 7m.	2.733 A	3.828 A	4.233 A	3.598 A
8X8 m.	2.250 A	2.408 A	3.933 A	2.864 A
10X10 m.	2.153 A	2.759 A	4.108 A	3.007 A
Promedio época corte	2.379 B	2.998 B	4.091 A	3.156
CONCEPCION 7X7 m.	1.314 C	3.163 A	2.865 A	2.447 C
8X8 m.	2.544 B	4.028 A	2.765 A	3.112 B
10X10 m.	4.531 A	4.401 A	3.179 A	4.037 A
Promedio época corte	2.796 A	3.864 A	2.936 A	3.199

Cada resultado corresponde a un promedio de tres bloques o repeticiones. Valores promedio identificados con letras similares, no difieren estadísticamente (Duncan $P < 0.01$).



COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA PRADERA

La composición botánica de la pradera en las dos localidades objeto del estudio, permite observar un incremento en la población de leguminosas, particularmente en el "pega pega" (*Desmodium spp*) y tréboles blanco y rojo (*Trifolium repens* y *pratense*), los cuales pasaron en la localidad de Málaga con rendimiento promedio de 27 y 214 Kg/MS/ha en la situación inicial, a 253 y 625 Kg/MS/ha en el último pastoreo.

Estos cambios trajeron como consecuencia un detrimento especialmente de la gramínea kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), la cual a pesar de haber aumentado su producción de biomasa en los cortes sucesivos realizados, mostró una disminución en su participación porcentual de 72 a 61%. Tales cambios pudieron estar influenciados por el manejo de la pradera, especialmente el guadañado y el abonamiento con materia orgánica y roca fosfórica, que favorecieron la competencia y comportamiento de éstas, especialmente en su nodulación y actividad de fijación y asimilación del nitrógeno y fósforo.

Un comportamiento similar para las mismas leguminosas fue el observado en Concepción, donde la pega pega y los tréboles en su orden, pasaron de 25 y 107 Kg/MS/ha en la condición inicial a 114 y 166 Kg/MS/ha en la evaluación final. Además, se observó un incremento en la población de las gramíneas: *Anthoxanthum odoratum* (1.2%) y *Lolium perenne* (0.5%), cambios realizados a expensas de la disminución en la población de *Pennisetum clandestinum* y *Holcus lannatus*.





Diversidad florística en los sistemas silvopastoriles de las localidades de Málaga y Concepción.

COMPORTAMIENTO BROMOTOLÓGICO DE LA PRADERA

Conocido el rendimiento de la pradera en Kg/MS/ha y su composición botánica en el sistema silvopastoril en las dos localidades estudiadas, se evaluó el comportamiento bromatológico, mediante la determinación de los contenidos de proteína, fibra en detergente ácido (FDA) y energía digestible, así como la digestibilidad in vitro de la materia seca y la ganancia de peso vivo en los animales que fueron introducidos a pastoreo en la localidad de Málaga.

Contenido de proteína

En el promedio de proteína para la pradera en las tres distancias de siembra de la arbórea se señalan valores que oscilan entre 9.46 y 11.87% (Tabla 4) para la localidad de Málaga y 8.53 a 10.87% (Tabla 5) para Concepción, sin que entre dichos valores se detectaran diferencias significativas al análisis estadístico.

Cuando se analizó el comportamiento de este nutriente a partir de la iniciación del estudio, así como el muestreo previo a la introducción de animales y el realizado cuando se hizo el último pastoreo, no se encontró



diferencias entre dichos valores para Concepción, mientras que en Málaga hubo una diferencia significativa ($P < 0.05$) a favor de la pradera al realizarse el último pastoreo (12.39%), con relación a la misma pradera cuando se hizo el primer pastoreo (9.29%).

Fibra en detergente ácido (FDA)

Los contenidos de fibra repercuten en el grado de aprovechamiento de la pradera por parte del animal e indican de alguna forma el estado de madurez fisiológica de la misma. Los valores encontrados para la pradera en las dos localidades revela promedios de 39.04 y 35.94% para Málaga y Concepción (Tablas 4 y 5), los cuales señalan una pradera con alto grado de madurez fisiológica (utilizada después de 100 días de recuperación) y posibles efectos negativos sobre la digestibilidad de la materia seca y valor energético de la misma.

El comportamiento de la fibra en la localidad de Málaga no estuvo influenciado por las distancias de siembra de las arbóreas, ni por las épocas de evaluación (inicial, primero y último pastoreo de la pradera), mientras que en Concepción, se detectó un comportamiento favorable con un menor contenido de fibra en la evaluación realizada al último corte, con relación a las dos anteriores (33.91% vs 36.59 y 37.31%).

Tabla 4. Componente bromatológico de la pradera. Málaga

Componente Nutricional	Distancia siembra arbórea	Condición / corte			
		Inicial	Primer pastoreo	Último pastoreo	Promedio
Proteína (%)	7X7 m.	8.87	9.06	10.44	9.46
	8X8 m.	10.94	9.61	15.05	11.87
	10X10 m.	9.43	9.19	11.69	10.10
	Promedio	9.75 AB	9.29 B	12.39 A	10.48
FDA (%)	7X7 m.	35.50	40.10	38.49	38.03
	8X8 m.	40.48	43.64	35.52	39.88
	10X10 m.	37.67	42.75	37.24	39.22
	Promedio	37.9 A	42.16 A	37.18 A	39.04
Digestibilidad (%)	7X7 m.	58.70	56.86	55.48	57.01
	8X8 m.	54.48	54.10	68.10	58.89
	10X10 m.	56.54	52.77	60.18	56.50
	Promedio	56.60 A	54.60 A	61.25 A	57.47
Energía digestible (Mcal/Kg)	7X7 m.	2.59	2.51	2.45	2.52
	8X8 m.	2.40	2.38	3.00	2.59
	10X10 m.	2.49	2.33	2.65	2.49
	Promedio	2.49 A	2.41 A	2.70 A	2.53



Escallonia pendula se muestra como promisoría para sistemas silvopastoriles, dado su rápido crecimiento y multipropósito.



Tabla 5. Componente bromatológico de la pradera. Concepción

Componente Nutricional	Distancia siembra arbórea	Condición / corte			
		Inicial	Primer corte	Ultimo corte	Promedio
Proteína (%)	7X7 m.	7.04	8.65	9.89	8.53
	8X8 m.	10.04	9.95	9.90	9.96
	10X10 m.	11.73	11.01	9.88	10.87
	Promedio	9.60 A	9.87 A	9.89 A	9.79
FDA (%)	7X7 m.	38.92	37.15	33.91	36.66
	8X8 m.	36.80	36.82	35.24	36.29
	10X10 m	36.21	35.80	32.58	34.86
	Promedio	37.31 A	36.59 A	33.91 B	35.94
Digestibilidad (%)	7X7 m.	46.93	45.37	63.75	52.02
	8X8 m.	55.31	54.55	63.49	57.78
	10X10 m	58.98	56.25	64.83	60.02
	Promedio	53.74 B	52.06 B	64.02 A	56.61
Energía digestible (Mcal/Kg)	7X7 m.	2.07	2.00	2.81	2.29
	8X8 m.	2.44	2.40	2.80	2.55
	10X10 m	2.60	2.48	2.86	2.65
	Promedio	2.37 A	2.29 A	2.82 A	2.50

Promedios identificados con letras diferentes, difieren estadísticamente entre sí, (Duncan $P \leq 0.05$).

Digestibilidad de la materia seca

Como era de esperarse, los elevados contenidos de fibra inciden negativamente en la degradabilidad intra ruminal de la materia seca, cuyos valores para los diferentes cortes, oscilaron entre 54.60 y 61.25% (Tabla 4) para Málaga, sin que entre dichos valores se detectaran diferencias significativas.

Por su parte, en Concepción los promedios oscilaron entre 52.06% para el muestreo previo al primer corte y 64.02% para el muestreo previo al último corte (Tabla 5), valor que fue significativamente diferente ($P \leq 0.05$) a las dos evaluaciones anteriores (inicial y primer corte).

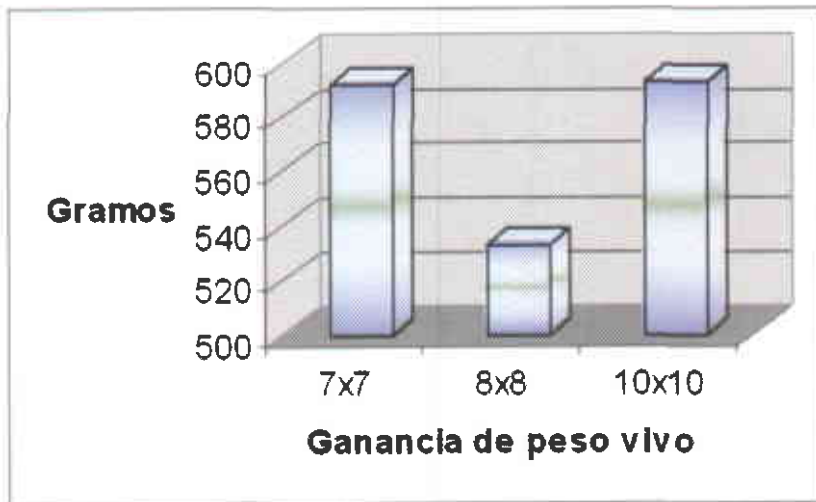
Es importante resaltar en esta respuesta de mayor digestibilidad (64.02%) la coincidencia con el menor contenido de fibra encontrado en la pradera en esta última evaluación, así como una correlación alta y negativa ($r = - 0.87$) entre las mencionadas variables.



Día de campo: sistemas silvopastoriles.

GANANCIA DE PESO

Con el propósito de evaluar en Málaga el efecto de la pradera sobre la ganancia del peso vivo en los animales, se introdujeron tres novillas de raza Normando de 7 a 10 meses de edad y con un peso vivo de 170 a 250 Kg, las cuales pastorearon el sistema silvopastoril por medio de estaca durante tres periodos de 72, 60 y 71 días.



La ganancia promedio de peso vivo por animal día para los tres tratamientos fue de 0.592, 0.533 y 0.593 Kg; tales valores no muestran diferencias significativas, así como tampoco entre estas respuestas y las obtenidas por Londoño y colaboradores (s.f.), quienes sometieron seis terneras BON por Holstein de 8 a 9 meses de edad y 220 Kg de peso vivo promedio, a una alimentación con pasto *Pennisetum clandestinum* fresco con 52 días de rebrote, suplementadas diariamente.

Un grupo con dos Kilogramos de concentrado con 20% de proteína cruda y el otro grupo con cuatro kilogramos de forraje verde de *Acacia decurrens*, obteniendo durante 100 días ganancias diarias de 594.9 y 638.8 gramos, en promedio respectivamente, sin que hubiera diferencias significativas.



Tabla 6. Costos de establecimiento por hectárea en el sistema silvopastoril.

Concepto y Actividad	Unidad	Cantidad			Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)		
		DA	DM	DB		DA	DM	DB
Pradera								
Guadañada previa a la pradera	Jornal	2	2	2	12 000	24 000	24 000	24 000
Alquiler guadaña	Día	2	2	2	50 000	100 000	100 000	100 000
Aplicación correctivos y abonos	Jornal	1	1	1	12 000	12 000	12 000	12 000
Roca Fosfórica	Kg	950	950	950	150	142 500	142 500	142 500
Abono orgánico	Kg	1500	1500	1500	150	225 000	225 000	225 000
Subtotal						503.500	503.500	503.500
Arborea								
Ahoyada	Hoyo	204	156	100	120	24 480	18 720	12 000
Siembra árbol y fertilización	Arbol	204	156	100	100	20 400	15 600	10 000
Control plagas	Arbol	204	156	100	90	18 360	14 040	9 000
Abono orgánico	1 Kg/árbol	204	156	100	300	61 200	46 800	30 000
Roca fosfórica	200 g/árbol	40 8	31 2	20 0	150	6 120	4 680	3 000
Subtotal						130.560	99.840	64.000
Total						634.060	603.340	567.500

DA: 7x7 metros

DM: 8x8 metros

DB: 10x10 metros



Participación directa de los productores
en las actividades de Transferencia de
Tecnología de los Sistemas Silvopastoriles
de Clima Frío.

CONCLUSIONES

Las condiciones físicas del suelo en las dos localidades, tanto en su estado inicial como dos años después, se consideran apropiadas para los sistemas de producción agropecuarios.

Los cambios observados en las características químicas se hacen más notorios en el mejoramiento del contenido de la materia orgánica y del fósforo y la relación Ca/Mg en ambas localidades, sin llegar a las condiciones ideales; se hizo también notorio en la localidad de Málaga un mejoramiento en la reacción del suelo medido a través del pH.

El comportamiento de las *Acacias* fue muy desuniforme en ambas localidades, y se hizo necesario efectuar resiembras con mayor frecuencia en Málaga.

El comportamiento fue mejor en Concepción, sin embargo los crecimientos alcanzados dos años después de establecidos, permiten considerar que su desarrollo fue lento y que a este período aún no hay influencia del árbol sobre el comportamiento del suelo y la pradera.

También se puede agregar que para un correcto establecimiento de un sistema silvopastoril con *Acacias* es preferible iniciarlo con un sistema agroforestal para implementar el pastoreo cuando el árbol alcance un adecuado desarrollo, el cual parece que se alcanza después de dos años.

Los cambios en el comportamiento de la pradera se hicieron más notorios en la producción de materia seca por hectárea y corte, los cuales tuvieron un incremento con relación al estado inicial del 72% en Málaga y de 5% en Concepción.

Estos rendimientos permiten el mantenimiento de 6 y 3.7 cabezas/ha con animales de 300 Kg de peso vivo y un consumo de forraje con base en materia seca del 2,5% del peso vivo del animal.



La composición botánica de la pradera señaló cambios en el mejoramiento de la diversidad, la cual se hizo más notoria en el incremento de las leguminosas, particularmente el trébol en 6% y la pega pega en 4,7%.

Los cambios bromatológicos se hicieron más evidentes para el caso de Málaga, en el contenido de proteína entre cortes, siendo más favorable el obtenido en la muestra tomada antes del último pastoreo, mientras que en Concepción los mayores cambios se observaron en los contenidos de fibra y en consecuencia, en la digestibilidad de la materia seca.

Las ganancias de peso vivo por animal día oscilaron entre 533 y 593 gramos, las cuales superan ampliamente las metas previstas en el proyecto y hubieran podido ser más altas con un mayor consumo de M.S. por parte del animal.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABRIL, C.; SANDOVAL, J. 1999. Recuperación y conservación de praderas de clima frío mediante fertilización orgánica y biológica en Málaga, Santander. Tesis Facultad de Ciencias Agropecuarias, programa de Zootecnia. Universidad Industrial de Santander. Málaga. 82p.

ANGULO, J.; RODRÍGUEZ, I.; MAHECHA, L. 2003. Aceptabilidad del follaje de *Acacia mangium* por novillas y vacas adultas cebú. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 16: Suplemento. Medellín. 27p.

ARC. 1978. En: Aportes energéticos y sistemas de alimentación de los rumiantes. Editorial Acribia, Zaragoza (España). 129p.

ARCOS, J. 2003. Conferencia sobre sistemas silvopastoriles. Bogotá, D.C.

BOTERO, R.; RUSSO, R. 1999. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. En: Agroferestería para la producción animal en América Latina. FAO. Roma. 171-192p.

CARDONA, M.C.; SUÁREZ, S. 1996. Utilización de *Leucaena* en bancos de proteína y en asocio con gramíneas. En: Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería Colombiana. Corpoica, Bogotá, D.C. 91-108p.

DUCHAUFOR. 1965. Fertilidad de Suelos. En: Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Fenalce. Bogotá, D.C. 22p.

FERNÁNDEZ, J.; ZAPATA, A.; GIRALDO, L. (sf). Uso de la *Acacia decurrens* como suplemento alimenticio para vacas lecheras, en clima frío de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional. Medellín. 8p.



- GIL, I. 2000.** Uso ganadero de *Prosopis*. Escuela IPEM. Número 104.
- GIRALDO, L. 1995.** Casos exitosos y su potencial en Colombia. Conferencia presentada en el Seminario Internacional en Sistemas Silvopastoriles. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Bogotá, D.C.
- GIRALDO, L.; BOLIVAR, D. (sf).** Evaluación de un sistema silvopastoril de *Acacia decurrens* asociada con pasto *Pennisetum clandestinum*, en clima frío de Colombia. Medellín. 7p.
- GÓMEZ, M.E. 1997.** Matarratón (*Gliricidia sepium*) En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Cali. 14-66p.
- GUTIERREZ, M. 1995.** Agriculturas para la vida, Cali. 62p.
- HERNÁNDEZ, L. J. 2003.** Utilización de *Trichantera gigantea* como suplemento en bovinos de doble propósito. SEPAS. San Gil. 13p.
- LAREDO, M.; CUESTA, A. 1988.** Tabla de contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá, D.C.
- LAREDO, M. 1993.** Tablas de contenido nutricional. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá, D.C.
- MAHECHA, L. 2002.** El Silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 15:2. Medellín. 226-231p.
- MAHECHA, L. 2003.** Importancia de los sistemas Silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería Colombiana. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 16:1. Medellín. 11-17p.
- MATEUS, H. 1998.** Plan de Modernización tecnológica de la ganadería bovina colombiana. Informe de actividades Corpoica, Bucaramanga. 24p.
- MONTAGNINI, F. 1992.** Sistemas Agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para estudios tropicales. San José. 662p.



MORENO, V.; LATORRE, S. 1999. Evaluación del sistema silvopastoril guayaba grama natural en la hoya del río Suárez. Boletín Corpoica. Bucaramanga, 37p.

RAMÍREZ, H. 1998. Evaluación agronómica de dos sistemas Silvopastoriles integrados por pasto estrella, *Leucaena* y Algarrobo forrajero. Facultad Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional. Bogotá, D.C.

RAMÍREZ, R. 1997. Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. Fenalce. Bogotá, D.C. 22p.

RIVAS, L. 1995. Desarrollo de los sistemas de producción bovina en Colombia. En: Memorias Seminario Internacional sobre estrategias de mejoramiento genético en la producción bovina tropical. Medellín. 1-16p.

RODRÍGUEZ, I.; LONDOÑO, J.; CAMPOS, P.; MAHECHA, L. 2003. Evaluación de la ganancia de peso y condición corporal de vacas cebú gestantes, en sistemas silvopastoriles de *Acacia mangium* y *Brachiaria humidicola*. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 16: Suplemento. Medellín. 27p.

SADEGHIAN, S.; RIVERA, J.; GÓMEZ, M.E. 1999. Impacto de la ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO. Roma. 123-142p.

URIBE, A. F.; 1996. Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Corpoica. Bogotá, D.C. 294 p.

WOOD, P. J.; BURLEY, J. 1995. Un árbol para todo propósito: Introducción y evaluación de árboles de uso múltiple para Agroforestería. IICRAF – IICA, San José, Costa Rica. No. 27, 180 p.

YUNG, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. ICRAF.