

**EVALUACIÓN EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO DEL ARREGLO
AGROFORESTAL PASTURA EN CALLEJONES ACACIA NEGRA *Acacia
decurrens*, CON PASTO KIKUYO *Pennisetum clandestinum*, EN EL CENTRO
DE INVESTIGACIÓN CORPOICA OBONUCO**

**NANCY MARGOTH CERON MENESES
MARIA FERNANDA VILLARREAL ROMERO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

**EVALUACIÓN EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO DEL ARREGLO
AGROFORESTAL PASTURA EN CALLEJONES ACACIA NEGRA *Acacia
decurrens*, CON PASTO KIKUYO *Pennisetum clandestinum*, EN EL CENTRO
DE INVESTIGACIÓN CORPOICA OBOUNUCO**

**NANCY MARGOTH CERON MENESES
MARIA FERNANDA VILLARREAL ROMERO**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
INGENIERO AGROFORESTAL**

**Presidente
I.A F. M.Sc. WILLIAM BALLESTEROS P.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
2005**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de sus autores”

Artículo 1° del Acuerdo No. 324 del 11 de Octubre de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Febrero de 2005

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a:

La Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño, el programa de Ingeniería Agroforestal, sus Directivos, Docentes y diferentes estamentos.

WILLIAM BALLESTEROS P, Ingeniero Agroforestal, M.Sc, Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

JORGE FERNANDO NAVIA, Ingeniero Agrónomo, M.Sc, Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

LUZ AMALIA FORERO, Ingeniera Forestal, M.Sc, Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño.

HERNÁN OJEDA, Zootecnista, M.Sc Docente de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Universidad de Nariño.

FERNANDO BAÉZ, AGROLOGO, M.Sc. Investigador C.I CORPOICA Obonuco.

Centro de Investigación CORPOICA; Obonuco Regional Nariño. A sus Directivos, Investigadores, Técnicos y demás funcionarios.

Dedicado a:

A Dios

A mi madre Rosario

Mis hermanos Vanessa, Rodrigo y Liliana

A la memoria de mi padre Edgar

Nancy Margoth Cerón Meneses

Dedicado a:

A Dios

A mi padre Guillermo

A mi madre María Eugenia

Mis hermanos Natalia, Diana y Francisco

María Fernanda Villarreal Romero

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	
1. MARCO TEORICO	28
1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES	28
1.2 SISTEMAS SILVOPASTORILES	29
1.2.1 Pastura en callejones	32
1.2.1.1 Características del arreglo	33
1.2.1.2 Especies potenciales	35
1.2.1.3 Importancia de especies arbóreas forrajeras leguminosas en la dieta alimenticia de rumiantes	36
1.2.1.4 Importancia del nitrógeno en el arreglo	39
1.2.2 Efectos positivos y negativos en los sistemas silvopastoriles	41
1.3 CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE ARBOREA ACACIA NEGRA <i>Acacia decurrens</i>	45
1.3.1 Morfología de la especie	45
1.3.2 Clasificación botánica	45
1.3.3 Etimología	46
1.3.4 Adaptación edafoclimática	46
1.3.5 Propagación	46
1.3.6 Usos	46

1.4 CARACTERISTICAS DE LA ESPECIE HERBACEA PASTO KIKUYO <i>Pennisetum clandestinum</i>	46
1.4.1 Morfología de la especie	46
1.4.2 Clasificación botánica	47
1.4.3 Adaptación edafoclimática	47
1.4.4 Parámetros agronómicos	47
1.4.5 Usos	47
1.5 INVESTIGACIONES REALIZADAS EN PASTURA EN CALLEJONES	48
1.5.1 Comportamiento de diferentes especies forestales en potreros ya establecidos	48
1.5.2 Siembra de <i>Gliricidia sepium</i> y <i>Erythrina berteroana</i> en hileras cada cinco metros, dentro de pasturas de <i>Brachiaria brizantha</i> bajo pastoreo	48
1.5.3 Un sistema de callejones con <i>E. poeppigiana</i> y <i>Pennisetum purpureum</i> manejada bajo corte y acarreo en el trópico húmedo de Costa Rica	49
1.6 INVESTIGACIONES REALIZADAS CON <i>Acacia decurrens</i> Y <i>Pennisetum clandestinum</i> EN SISTEMAS SILVOPASTORILES	49
1.6.1 Experimentos realizados en la Finca Paysandú, corregimiento de Santa Elena, municipio de Medellín	49
2. DISEÑO METODOLOGICO	53
2.1 LOCALIZACION	53
2.2 ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA	53
2.2.1 Topografía y pendiente	53
2.2.2 Clasificación del suelo	53
2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL	53
2.3.1 Tratamientos	53

2.4 AREA EXPERIMENTAL	56
2.5 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL ARREGLO AGROFORESTAL PASTURA EN CALLEJONES	56
2.5.1 Obtención del material vegetal	56
2.5.2 Adecuación del terreno	56
2.5.3 Trazado	57
2.5.4 Plateo y ahoyado	57
2.5.5 Siembra	57
2.5.6 Resiembra	57
2.5.7 Podas	57
2.5.8 Labores culturales	57
2.6 VARIABLES EVALUADAS	58
2.6.1 Composición botánica de la pradera	58
2.6.2 Porcentaje de sobrevivencia de la leñosa	58
2.6.3 Altura de la planta	58
2.6.4 Diámetro de tallo	58
2.6.5 Área de copa	58
2.6.6 Incremento corriente mensual para las variables evaluadas	59
2.6.6.1 Incremento corriente mensual en altura	59
2.6.6.2 Incremento corriente mensual en diámetro de tallo	59
2.6.6.3 Incremento corriente mensual en área de copa	59
2.6.7 Forraje verde y materia seca	60
2.6.7.1 Acumulación de forraje verde y materia seca en <i>Acacia decurrens</i>	60

2.6.7.2 Producción de forraje verde y materia seca en <i>Acacia decurrens</i>	60
2.6.7.3 Producción de forraje verde y materia seca en <i>Pennisetum clandestinum</i>	60
2.6.8 Valor nutricional	60
2.6.8.1 Valor nutricional de la especie arbórea <i>Acacia decurrens</i>	60
2.6.8.2 Valor nutricional de la especie herbácea <i>Pennisetum clandestinum</i>	61
2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	61
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	63
3.1 COMPOSICION BOTÁNICA DE LA PRADERA	63
3.1.1 Porcentaje de gramíneas al inicio del ensayo	63
3.1.2 Porcentaje de leguminosas al inicio del ensayo	63
3.1.3 Porcentaje de malezas al inicio del ensayo	63
3.1.4 Porcentaje de gramíneas al final del ensayo	64
3.1.5 Porcentaje de leguminosas al final del ensayo	64
3.1.6 Porcentaje de malezas al del final del ensayo	64
3.2 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE LA LEÑOSA	66
3.3 ALTURA DE LA PLANTA	67
3.4 DIÁMETRO DE TALLO	71
3.5 ÁREA DE COPA	76
3.6 PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE Y MATERIA SECA	82
3.6.1 Acumulación de forraje verde y materia seca en <i>Acacia decurrens</i>	82
3.6.2 Producción de forraje verde y materia seca en <i>Acacia decurrens</i>	83
3.6.3 Producción de forraje verde y materia seca en <i>Pennisetum clandestinum</i>	87

3.7 VALOR NUTRICIONAL	94
3.7.1 Valor nutricional de la especie arbórea <i>Acacia decurrens</i>	94
3.7.2 Valor nutricional de la especie herbácea <i>Pennisetum clandestinum</i>	96
3.8 DETERMINACIÓN DEL FORRAJE VERDE Y MATERIA SECA DEL ARREGLO AGROFORESTAL PASTURA EN CALLEJONES	98
4. CONCLUSIONES	100
5. RECOMENDACIONES	101
BIBLIOGRAFÍA	102
ANEXOS	110

LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1. Efectos de diferentes sistemas de producción/cobertura sobre la escorrentía y la erosión, medidos durante 30 meses con pendientes de 15% en Yurimaguas, Perú	34
Tabla 2. Evaluación agronómica de <i>Acacia decurrens</i> en dos densidades de siembra en un sistema silvopastoril con <i>Pennisetum clandestinum</i>	50
Tabla 3. Parámetro agronómico de <i>Pennisetum clandestinum</i> bajo un sistema silvopastoril con <i>Acacia decurrens</i> a dos densidades de siembra	51
Tabla 4. Distancia de siembra de <i>Acacia decurrens</i>	56
Tabla 5. Parámetros dasométricos de <i>Acacia decurrens</i> a la edad de 3 meses	56
Tabla 6. Cronograma de actividades realizadas en la evaluación de <i>Acacia decurrens</i> y <i>Pennisetum clandestinum</i>	61
Tabla 7. Composición botánica de la pradera al inicio del ensayo	63
Tabla 8. Composición botánica de la pradera al final del ensayo	64
Tabla 9. Composición botánica de la pradera en un sistema silvopastoril	65
Tabla 10. Porcentaje de sobrevivencia de <i>Acacia decurrens</i>	66
Tabla 11. Altura en centímetros a los 12 meses de edad en <i>Acacia decurrens</i>	68
Tabla 12. Análisis de regresión en altura con relación al tiempo	69
Tabla 13. Incremento corriente mensual (ICM) en altura para <i>Acacia decurrens</i>	69
Tabla 14. Análisis de regresión para el ICM en altura con relación a la precipitación	71

Tabla 15. Diámetro de tallo en centímetros a los 12 meses de edad en <i>Acacia decurrens</i>	73
Tabla 16. Análisis de regresión en diámetro de tallo con relación al tiempo	75
Tabla 17. Incremento corriente mensual (ICM) en diámetro de tallo para <i>Acacia decurrens</i>	75
Tabla 18. Análisis de regresión para el ICM en diámetro de tallo con relación a la precipitación	76
Tabla 19. Área de copa en centímetros cuadrados a los 12 meses de edad en <i>Acacia decurrens</i>	78
Tabla 20. Análisis de regresión en área de copa con relación al tiempo	78
Tabla 21. Incremento corriente mensual (ICM) en área de copa para <i>Acacia decurrens</i>	80
Tabla 22. Análisis de regresión para el ICM en área de copa en relación a la precipitación	82
Tabla 23. Acumulación de forraje verde (t/FV/ha/corte) a los 12 meses de edad en <i>Acacia decurrens</i>	82
Tabla 24. Acumulación de materia seca (t/MS/ha/corte) a los 12 meses de edad en <i>Acacia decurrens</i>	83
Tabla 25. Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte) a una frecuencia de poda de cinco meses en <i>Acacia decurrens</i>	84
Tabla 26. Producción de materia seca (t/MS/ha/corte) a una frecuencia de poda de cinco meses en <i>Acacia decurrens</i>	85
Tabla 27. Porcentaje de materia seca (%MS) de <i>Acacia decurrens</i>	86
Tabla 28. Producción de forraje verde (t/FV/ha/corte) a una frecuencia de corte de 45 días en <i>Pennisetum clandestinum</i>	88
Tabla 29. Análisis de regresión en la producción de forraje verde de <i>Pennisetum clandestinum</i> con relación a la precipitación	90
Tabla 30. Producción de materia seca (t/MS/ha/corte) a una frecuencia de corte de 45 días en <i>Pennisetum clandestinum</i>	91

Tabla 31. Análisis de regresión en la producción de materia seca de <i>Pennisetum clandestinum</i> con relación a la precipitación	92
Tabla 32. Porcentaje de materia seca (%MS) de <i>Pennisetum clandestinum</i>	94
Tabla 33. Análisis químico proximal (AQP) de <i>Acacia decurrens</i> en el arreglo agroforestal pastura en callejones	94
Tabla 34. Análisis químico proximal (AQP) de <i>Pennisetum clandestinum</i> en el arreglo agroforestal pastura en callejones comparada con el testigo (monocultivo)	97
Tabla 35. Producción de forraje verde y materia seca (t/ha/año) en el arreglo agroforestal pastura en callejones	98

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Mapa de campo	54
Figura 2. Distancia de siembra de <i>Acacia decurrens</i> en cada tratamiento	55
Figura 3. Crecimiento en altura para <i>Acacia decurrens</i> en cuatro diferentes distancias de siembra vs. el tiempo	70
Figura 4. Incremento corriente mensual en altura vs. la precipitación	72
Figura 5. Crecimiento en diámetro de tallo para <i>Acacia decurrens</i> en cuatro diferentes distancias de siembra Vs. el tiempo.	74
Figura 6 incremento corriente mensual en diámetro de tallo vs. la precipitación.	77
Figura 7. Crecimiento en área de copa para <i>Acacia decurrens</i> en cuatro diferentes distancias de siembra Vs. el tiempo	79
Figura 8. Incremento corriente mensual en área de copa vs. la precipitación.	81
Figura 9. Producción de forraje verde de <i>Pennisetum clandestinum</i> vs. La precipitación	89
Figura 10. Producción de materia seca de <i>Pennisetum clandestinum</i> vs. La precipitación	93

LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A. Análisis de suelo al inicio del ensayo	111
Anexo B. Composición botánica de la pradera (porcentaje de gramíneas, leguminosas y malezas) al inicio y final del ensayo	112
Anexo C. Análisis de varianza del porcentaje de gramíneas al inicio del ensayo	113
Anexo D. Análisis de varianza del porcentaje de leguminosas al inicio del ensayo	113
Anexo E. Análisis de varianza del porcentaje de malezas al inicio del ensayo	114
Anexo F. Análisis de varianza del porcentaje de gramíneas al final del ensayo	114
Anexo G. Análisis de varianza del porcentaje de leguminosas al final del ensayo	115
Anexo H. Análisis de varianza del porcentaje de malezas al final del ensayo	115
Anexo I. Porcentaje de sobrevivencia (%SV) de <i>Acacia decurrens</i> a los cinco meses después de la siembra, evaluados por tratamiento distribuidos en tres repeticiones (bloques I, II y III)	116
Anexo J. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia de <i>Acacia decurrens</i>	116
Anexo K. Datos obtenidos en altura (cm) para <i>Acacia decurrens</i> por un periodo de evaluación de nueve meses (de 3 a 12 meses de edad). Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III)	117
Anexo L. Análisis de varianza de la variable altura en <i>Acacia decurrens</i> en cuatro tratamientos	118
Anexo M. Incremento corriente mensual en altura (ICM) para <i>Acacia</i>	

<i>decurrens</i> . Promedio de 25 árboles por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III)	119
Anexo N. Análisis de varianza del ICM en <i>Acacia decurrens</i> en cuatro tratamientos	120
Anexo O. Datos obtenidos en diámetro de tallo (cm) para <i>Acacia decurrens</i> por un periodo de evaluación de nueve meses (de 3 a 12 meses de edad). Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III)	121
Anexo P. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo en <i>Acacia decurrens</i> en cuatro tratamientos	122
Anexo Q. Incremento corriente mensual en diámetro de tallo (ICM) para <i>Acacia decurrens</i> . Promedio de 25 árboles por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III)	123
Anexo R. Análisis de varianza del ICM en diámetro de tallo en <i>Acacia decurrens</i> en cuatro tratamientos	124
Anexo S. Datos obtenidos en área de copa (cm ²) para <i>Acacia decurrens</i> por un periodo de evaluación de nueve meses (de 3 a 12 meses de edad). Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III)	125
Anexo T. Análisis de varianza de la variable área de copa en <i>Acacia decurrens</i> en cuatro tratamientos	126
Anexo U. Incremento corriente mensual en área de copa (ICM) para <i>Acacia decurrens</i> . Promedio de 25 árboles por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III)	127
Anexo V. Análisis de varianza del ICM en área de copa en <i>Acacia decurrens</i> en cuatro tratamientos	128
Anexo W. Datos obtenidos en acumulación de forraje verde y materia seca (g/árbol) y porcentaje de materia seca de <i>Acacia decurrens</i> , a los 12 meses de edad. Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III)	129
Anexo X. Análisis de varianza de acumulación de forraje verde (FV) en <i>Acacia decurrens</i> (12 meses de edad) en cuatro tratamientos	130
Anexo Y. Análisis de varianza de acumulación de materia seca (MS) en	

<i>Acacia decurrens</i> (12 meses de edad) en cuatro tratamientos	130
Anexo Z. Datos obtenidos en producción de forraje verde, materia seca (g/árbol) y porcentaje de materia seca de <i>Acacia decurrens</i> , a una frecuencia de poda de cinco meses. Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III)	131
Anexo 1. Análisis de varianza de producción de forraje verde (FV) en <i>Acacia decurrens</i> (a una frecuencia de poda de cinco meses) en cuatro tratamientos	132
Anexo 2. Análisis de varianza de producción de materia seca (MS) en <i>Acacia decurrens</i> (a una frecuencia de poda de cinco meses) en cuatro tratamientos	132
Anexo 3. Análisis de varianza del porcentaje de materia seca (%MS) en <i>Acacia decurrens</i> en cuatro tratamientos	133
Anexo 4. Datos obtenidos en producción de forraje verde, materia seca (g/0.25m ²) y porcentaje de materia seca en <i>Pennisetum clandestinum</i> , con una frecuencia de corte de 45 días. Promedio de 5 muestras por tratamiento (25 muestras por repetición. Bloques I, II y III) para los meses de junio a febrero 2004	134
Anexo 5. Análisis de varianza de producción de forraje verde (FV) en <i>Pennisetum clandestinum</i> en cinco tratamientos	136
Anexo 6. Análisis de varianza de producción de materia seca (MS) en <i>Pennisetum clandestinum</i> en cinco tratamientos	136
Anexo 7. Análisis de varianza del porcentaje de materia seca (%MS) en <i>Pennisetum clandestinum</i> en cinco tratamientos	137
Anexo 8. Análisis de varianza de producción de forraje verde (FV) en el arreglo agroforestal pastura en callejones <i>Acacia decurrens</i> asociada con <i>Pennisetum clandestinum</i> y <i>Pennisetum clandestinum</i> sin árboles	138
Anexo 9. Análisis de varianza de producción de materia seca (MS) en el arreglo agroforestal pastura en callejones <i>Acacia decurrens</i> asociada con <i>Pennisetum clandestinum</i> y <i>Pennisetum clandestinum</i> sin árboles	138

GLOSARIO

ACUMULACIÓN: cantidad reunida durante un periodo determinado de tiempo.

ANDEVA: técnica estadística de descomposición de la suma de cuadrados asociados a cada componente del modelo.

ARBUSTO FORRAJERO: planta utilizada en alimentación animal; presenta ventajas tanto en términos nutricionales, como en producción y de versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente: el consumo de los animales debe ser adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta, el contenido de nutrientes debe ser atractivo para la producción animal, tolerante a la poda y que su rebrote sea lo suficientemente vigoroso para obtener un nivel significativo de producción de forraje comestible por unidad de área.

ARREGLO PASTURA EN CALLEJONES: siembra de forrajeras herbáceas, a cierto distanciamiento y en contra de la pendiente en hileras de arbóreas o arbustivas. Los árboles o arbustos se podan periódicamente y su objetivo es proporcionar a los animales mayor cantidad y calidad de forraje durante todo año, mejorar la calidad de suelo y reducir el riesgo a la erosión.

COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN: indica el porcentaje de dependencia de una variable dependiente con respecto a la variable independiente.

COEFICIENTE DE CORRELACIÓN: indica el grado de asociación entre dos variables.

CRECIMIENTO: fenómeno cuantitativo, susceptible de medirse expresándolo como aumento de la longitud o del diámetro del cuerpo del vegetal y aumento en peso.

FORRAJE VERDE: cantidad de fitomasa que ha sufrido un proceso de corte, correspondiente a hojas y tallos tiernos (gramíneas); hojas, tallos tiernos, tallos lignificados y frutos (leguminosas), obtenido en el transcurso de un periodo de tiempo y una altura de referencia; aporta nutrientes a la dieta animal, disponible para la alimentación animal.

GRAMINEAS: familia de plantas monocotiledóneas que tienen tallos huecos divididos por nudos y flores en espigas.

INCREMENTO CORRIENTE MENSUAL: magnitud de cambio que experimenta la planta en el transcurso de un mes, como resultado del promedio del mes de la sustracción del promedio del mes anterior.

LEGUMINOSAS: familia de plantas angiospermas dicotiledóneas con fruto en forma de legumbre con capacidad de fijar nitrógeno al suelo.

MATERIA SECA: forraje verde llevado a un proceso de deshidratación por medios físicos como el calor. Muestra en la cual solo se encuentran contenidos todos los elementos sólidos.

PLATEO: eliminación de arvenses u otro tipo de plantas que representan una competencia interespecífica para el cultivo principal.

RESUMEN

El presente estudio, se realizó con el fin de evaluar el comportamiento de *Acacia decurrens* en asociación con *Pennisetum clandestinum* bajo el arreglo agroforestal pastura en callejones. Fue desarrollado en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Corregimiento de Obonuco, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño.

En *Acacia decurrens* se evaluó: porcentaje de sobrevivencia de la leñosa, crecimiento de la especie, producción de forraje verde y materia seca. Para *Pennisetum clandestinum* se evaluó la producción de forraje verde, materia seca y se determinó la composición botánica de la pradera.

Mediante el diseño Bloques Completos al Azar se evaluaron cinco tratamientos (T). Para los cuatro primeros se utilizaron distancias de siembra para *Acacia decurrens* entre árboles y callejones. T1=1.5mx4.0m, T2=1.5mx5.0m, T3=2.0mx4.0m, T4=2.0mx5.0m. Para el tratamiento cinco no se sembraron árboles T5= testigo. Los árboles se sembraron en una pastura ya establecida de *Pennisetum clandestinum*.

Acacia decurrens fue sembrada a la edad de tres meses, se realizaron mediciones mensuales consecutivas en altura, diámetro de tallo y área de copa, por un periodo de nueve meses (edad de 12 meses en *A. decurrens*). Finalizado este periodo se hizo una primera poda de homogenización para determinar la cantidad acumulada de forraje verde y materia seca, se realizó una segunda poda cinco meses después (edad de 17 meses en *A. decurrens*), se determinó la producción de forraje verde y materia seca, adicionalmente se realizó un análisis foliar. En *Pennisetum clandestinum* se determinó la producción de forraje verde y materia seca, realizándose 8 cortes consecutivos cada 45 días, guadañando cada tratamiento para simular el consumo de los animales.

Para las variables de crecimiento y producción de biomasa se realizó un (ANAVA) y prueba Tukey con un 95% de probabilidad y un modelo de regresión lineal para determinar la tendencia de crecimiento con relación a la precipitación y el tiempo.

De acuerdo al análisis de varianza no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos para el porcentaje de sobrevivencia de la leñosa, siendo mayor

del 86% en todos los tratamientos. Para las variables de crecimiento no se presentaron diferencias estadísticas; aunque los mayores valores en altura (1.33m), diámetro de tallo (1.03cm) y área de copa (1218.98cm²) los presentaron T3=2.0x4.0, T2=1.5x5.0, T1=1.5x4.0 respectivamente. En la producción de forraje verde y materia seca de *Acacia decurrens* no presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, pero la mayor producción se obtuvo en el T1=1.5x4.0 (0.25 t/FV/ha/corte y 0.12 t/MS/ha/corte)

El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas significativas en la composición botánica de la pradera, siendo los mejores T5= testigo y T1=1.5x4.0; para porcentaje de gramíneas y leguminosas (93.20% y 9.06%) respectivamente; para el porcentaje de malezas el menor porcentaje (2.34%) fue para el T5= testigo

En cuanto a la producción de forraje verde en *Pennisetum clandestinum* no se presentaron diferencias estadísticas entre tratamientos, pero se obtuvo una mayor producción en T4=2.0x5.0 (4.97 t/FV/ha/corte); la materia seca si presento diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, la mayor producción fue obtenida en el T4= 2.0 x 5.0 (1.40 t/MS/ha corte).

Palabras claves: *Acacia decurrens*, *Pennisetum clandestinum*, pastura en callejones, composición botánica, forraje verde, materia seca

ABSTRACT

The present study has been elaborated to evaluate the developed *Acacia decurrens* in association with *Pennisetum clandestinum*. This study was elaborated in the Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Obonuco, village, Pasto municipally Nariño Department.

In *A. decurrens* was evaluated: percentage growing of species, production biomass and dry matter. In *P. clandestinum* was evaluated: production green biomass, dry matter and pasture botanic composition was determined.

Through design Azar Complete Bloques have been evaluated five treatments (T). For first four treatments was used sowings distance to *A. decurrens* among trees and alley. T1=1.5mx4.0m, T2=1.5mx5.0m, T3=2.0mx4.0m, T4=2.0x5.0.m. In five treatment trees weren't T5=winess. Swing trees were showed in pasture established in *P. clandestinum*.

Acacia decurrens was sowed in tree months consecutive measuring of alture, stalks diameter dope's area, were realized by nine months. A homogenization prune. Was made to finish this period to determine the quantity of biomass green and dry matter, after five months a second prune was made. (*A. decurrens* 17 month). The production of biomass green and dry matter was determined in foliar analysis in *P. clandestinum* in 8 consecutive cuts every 45 day, guadañando each treatment to simulate the consume of animals determined the production biomass green and dry matter.

For variables of grow and production of biomass was made (ANAVA) and tukey test with 95% probability and linear regression model to determine the tendency or growing with relation to precipitation and time.

According to analysis or Varian don't show different statistical between treatment for surviving percentage or tree specie showing don't show different statistical all though the greater values in high (1.33m) stalk's diameter (1.03cm) and top's area (1218cm²) showed T3=2.0x4.0, T2=1.5x5 and T1=1.5x4.0 respectively. In production of biomass and dry matter of *A. decurrens* didn't showed different statistical among treatment but greater production was in T1=1.5x4.0 (0.25t/FV/ha/cut and 0.12t/MS/ha/cut).

The analysis of Variance showed significant difference statistical in pasture botanic composition and the best were T5=winess and t1=1.5x4.0, for percentage of grasses and legumes (93.20% and 9.06% respectively) for percentage of undergrowth less percentage (23.4%) was for T5=winess.

On the other hand the production biomass green in *P. clandestinum* didn't showed difference statistical among treatment but there was a greater production in T4=2.0x5.0 (4.97t/FV/ha/cut); the dry matter showed significant difference statistical among treatment the greater production was in T4=2.0x5.0.

Key words: *Acacia decurrens*, *Pennisetum clandestinum*, an alley pasture, botanic composition, biomass green, dry matter.

INTRODUCCIÓN

En Colombia ha surgido el interés de implementar tecnologías que estén mas acorde a la problemática afrontada por el productor agropecuario, dirigidas a beneficiar los actuales sistemas de producción, relacionados directamente con la baja obtención de productos (principalmente leche y carne) y el deterioro de la oferta ambiental.

El departamento de Nariño, ha enfatizado en la importancia de la explotación ganadera y por ende en buscar alternativas de solución en la alimentación de rumiantes, tanto en calidad como cantidad de forraje, necesarias para lograr óptimos resultados en la producción.

El establecimiento de sistemas silvopastoriles como una opción viable en la producción pecuaria, busca la obtención de forraje de alta calidad para satisfacer las necesidades nutricionales del componente animal, incrementando o manteniendo la productividad; adicional a la producción de forraje, también se obtienen beneficios sociales, ambientales y económicos; aplicables a todas las zonas destinadas a la producción bovina.

La implementación y aceptación de arreglos agroforestales como es pastura en callejones, debe difundirse a través de investigaciones que permitan conocer de forma profunda los componentes y los beneficios del establecimiento del sistema, para dimensionar en forma global la compatibilidad del componente arbóreo, herbáceo y suelo.

Las investigaciones desarrolladas en el uso de árboles forrajeros como fuente óptima de alimentación de bajo costo, a generado interés por entidades relacionadas directamente con la producción pecuaria, siendo este el motivo que condujo a desarrollar el presente estudio: “Evaluación de la fase de establecimiento del arreglo agroforestal pastura en callejones de *Acacia decurrens* asociada con *Pennisetum clandestinum* “.Evaluándose el crecimiento en el primer año de la especie arbórea; en altura, diámetro de tallo, cobertura de copa y producción de forraje verde y materia seca. De igual forma se evaluó la producción de forraje verde y materia seca de la especie herbácea en monocultivo y en asociación con la especie arbórea en el sistema silvopastoril.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 SISTEMAS AGROFORESTALES

Sánchez¹ define que por agroforestería se entiende tradicionalmente todos aquellos sistemas donde hay una combinación de especies arbóreas con especies arbustivas o herbáceas, generalmente cultivadas. Este término es muy amplio pues incluye desde la simple presencia de algunos árboles en combinación con cultivos de vegetales o cereales, hasta sistemas complejos con múltiples especies en varios estratos.

Budowsky² precisa que la agroforestería se caracteriza por ser un sistema sustentable e interactivo y una opción económica accesible al campesino, es una disciplina relativamente joven, sin embargo durante mucho tiempo se ha practicado por los campesinos en muchas modalidades agroforestales.

Giraldo³ manifiestan que la agroforestería se considera como una técnica que combina los principios de la agricultura, la ganadería y la silvicultura, para aumentar la productividad de las tierras conservando los suelos, el agua y la vegetación; está basada principalmente en árboles de uso múltiple, los cuales pueden hacer una contribución significativa a las funciones productivas y de servicios de los sistemas de usos de la tierra donde ellos crecen.

¹ SÁNCHEZ, Manuel. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Roma, Italia]. FAO, 1998. p. 3. [citado 24 oct, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter>.

² BUDOWSKY, G. Agroforestería una disciplina basada en el conocimiento tradicional. En: Revista forestal centroamericana. Turrialba: CATIE, 1993. p. 14.

³ GIRALDO, Alfonso. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural en la región Atlántica de Colombia. En: Revista agroforestería de la ameritas Vol. 2, N. 8. (feb 1995). Turrialba: CATIE, 1995. p. 14.

Espinoza y Manrique⁴ explican que la agroforestería es un sistema complejo donde se asocian los árboles, arbustos, cultivos, pastos y animales en determinadas áreas con fines de producir bien sea carne, leche, madera o producción vegetal. Sin embargo, esta conceptualización no ha sido desarrollada por los científicos, sino en respuesta a las inquietudes y necesidades de los campesinos e indígenas, motivada a las diversas necesidades de alimentación y sobrevivencia. Es así que los investigadores agropecuarios y ecologistas del mundo plantean el desarrollo agroforestal como un recurso importante para el futuro de la humanidad.

La agroforestería constituye un conjunto de técnicas de uso de la tierra, donde se combinan árboles con cultivos anuales y/o perennes. La combinación puede ser simultánea o secuencial, en el tiempo o en el espacio. Tiene como meta optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido. **La agroforestería es parte fundamental del proceso integral de la conservación y mejoramiento del suelo. Es una estrategia, que tiene como objetivo reforzar y establecer la sostenibilidad en las parcelas de los agricultores, mediante la promoción de la diversificación productiva y capacitación en el manejo de sistemas multiestratos.** Portal Agrario⁵.

La agroforestería conserva los recursos naturales, el medioambiente, provee de nuevas fuentes de ingreso y ayuda a que los sistemas sean sostenibles mediante la protección que ofrece a los cultivos y a los animales. Administrar los árboles para conservación y sistemas de producción en fincas, comunidades y otros, significa sembrar las especies más idóneas para cada lugar, en la época correcta y en un patrón de siembra que favorezca los objetivos deseados⁶.

1.2 SISTEMAS SILVOPASTORILES

El silvopastoreo es un tipo de agroforestería que implica la presencia de animales directamente pastando entre o bajo árboles. Los árboles pueden ser de vegetación natural o plantada con fines maderables (pinos), para productos industriales (caucho, palma de aceite), como frutales (mangos, cítricos) o árboles

⁴ ESPINOZA, Freddy y MANRRIQUE, Antonio. Perspectivas de los sistemas agroforestales y silvopastoriles en Venezuela. [en línea]. [Venezuela]. Ministerio de Agricultura, 1996. p. 1. [citado 27 oct, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.portalagrario.gob.pe/cgi.bin/home.cgi.htm.>

⁵ PORTAL AGRARIO. Recursos Naturales. [en línea]. [Perú]. Ministerio de Agricultura, República del Perú, 1996. p. 1. [citado 27 oct, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.portalagrario.gob.pe/cgi.bin/home.cgi.htm.>

⁶ USDA. CENTRO NACIONAL DE AGROFORESTERIA. Árboles trabajando en beneficio de la agricultura. En: Agroforestería. [en línea]. [Nebraska, Estados Unidos]. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 1996. p. 1. [citado 18 ene, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.unl.edu/nac/brochures/wta/wta-s.pdf.>

multipropósito en apoyo específico para la producción animal. Por tanto, existen varios tipos de sistemas silvopastoriles y agroforestales con componente pecuario:

- ❖ Pastoreo en bosques naturales.
- ❖ Pastoreo en plantaciones forestales para madera.
- ❖ Pastoreo en huertos.
- ❖ Pastoreo en plantaciones de árboles con fines industriales.
- ❖ Praderas con árboles o arbustos forrajeros en las praderas.
- ❖ Sistemas integrados mixtos con árboles forrajeros o multipropósito para corte.
- ❖ Sistemas agroforestales especializados para la producción animal intensiva⁷.

Ku Vera⁸ notifica que prácticas de tipo agroforestal (Ej. silvopastoreo), impulsan la integración de árboles y arbustos con la producción animal y que podrían dar la pauta para el desarrollo de sistemas de producción sustentables que no atenten contra el frágil equilibrio ecológico y que inclusive pudieran mejorar el comportamiento animal (ganancia de peso, producción de leche) sin tener que depender de insumos externos.

Renda⁹ expresa que la asociación de árboles y pastos, como generalidad, presenta una distribución espacial y densidades que varían de 10-50 árboles/ha, que representan un potencial económico por los productos que pueden aportar (madera para aserrío, leña, etc.), además constituyen una fuente alternativa de alimentos para diferentes especies de animales, y cumplen funciones ecológicas al proteger al suelo de la erosión, al conservar su humedad y al disminuir la evapotranspiración de las plantas.

Ruiz y Flebes puntualizan que un sistema silvopastoril es una opción agropecuaria que involucra la presencia del árbol interactuando con los componentes tradicionales que son el pasto y el animal. Este conjunto es sometido a un sistema de manejo integrado tendiente a incrementar la productividad y el beneficio neto

⁷ SÁNCHEZ, Op. cit., p.4.

⁸ KU VERA, J *et al.* Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Yucatán, México]. Universidad Autónoma de Yucatán, 1998. p. 162. [citado 8 feb, 2005]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter.>

⁹ RENDA, Arsenio *et al.* El silvopastoreo en Cuba. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Cuba]. Instituto de investigación forestal, 1997. p. 287. [citado 18 ene, 2005]. Disponible en Internet: URL: < www.fao.org.lead.virtualcenter.>

del sistema a largo plazo. Es bueno destacar que el silvopastoreo es un sistema biológico – abiológico en desarrollo dinámico constante, el cual se alcanza por etapas con la evaluación de los componentes del mismo. Es decir, los animales, los árboles, el pasto base, la flora y la fauna aérea y del suelo, el suelo mismo, el reciclado de nutrientes, los factores abióticos y otros de carácter socioeconómico¹⁰.

En los sistemas silvopastoriles el componente plantas herbáceas se refiere básicamente a gramíneas y leguminosas, estas especies conforman el porcentaje mayor del alimento de los rumiantes o herbívoros en el sistema, mientras que el componente animal pertenece al grupo alimenticio de los pastoreadores. El otro componente del sistema es el conjunto de árboles y arbustos, este y las plantas herbáceas constituyen los productores del sistema¹¹.

Sadeghian¹² especifica que los sistemas silvopastoriles son una opción productiva que permite restablecer los flujos de nutrientes por las múltiples relaciones que allí se activan, que más allá de ser competitivas son complementarias, donde finalmente se conserva y se mejora el suelo que sustenta una producción nada despreciable.

Giraldo concreta que un sistema silvopastoril es la integración de árboles, pasturas y animales, en sistemas de producción, cuyo objetivo principal es desarrollar tecnologías que busquen compatibilizar la silvicultura y la ganadería en los sistemas de producción, orientadas a mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, utilización racional de los recursos y mejorar el desempeño económico y ambiental de la ganadería¹³.

¹⁰ RUIZ, Tomas y FLEBES, Gustavo. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el Instituto de Ciencia animal de Cuba. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Cuba]. Instituto de Ciencia animal de Cuba, 1998. p. 309. [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: < www.fao.org.lead.virtualcenter.>

¹¹ PEZO, Danilo e IBRAHIMM, Muhamad. Sistemas silvopastoriles, modulo de enseñanza agroforestal. N. 2. Turrialba: CATIE - GTZ, 1999. p. 4.

¹² SADEGHIAN, Siavosh; RIVERA, Juan y GOMEZ, María. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. En: Agroforestería par la producción animal en Latinoamérica [en línea]. [Quindío, Colombia]. CIPAV, CRQ, 1998. p. 84. [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: < www.fao.org.lead.virtualcenter.>

¹³ GIRALDO, Alfonso. Potencial de la arbórea guácimo *Guazuma ulmifolia*, como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Medellín, Colombia]. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, 1998. p. 201. [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter.htm >

1.2.1 Pastura en callejones. Murgueitio e Ibrahim¹⁴ enuncian que las pasturas en callejones involucran la siembra de forrajeras herbácea entre las hileras de arbóreas o arbustivas. Su objetivo es proporcionar a los animales mayor cantidad y calidad de forraje durante todo año, mejorar la calidad de suelo y reducir el riesgo a la erosión.

Las pasturas en callejones son una modificación silvopastoril de los cultivos en callejones, donde especies forrajeras son establecidas dentro de hileras de árboles o arbustos. En estos sistemas, principalmente cuando son manejados bajo pastoreo, el componente leñoso (preferentemente leguminosas) hace una serie de contribuciones al sistema: proporcionando forraje de buena calidad nutricional para el ganado, mejora la fertilidad del suelo a través de la fijación y transferencia de nitrógeno, la caída de las hojas y material senescente, muerte de raíces y productos de podas esporádicas y reduce las pérdidas de nutrientes por lixiviación y erosión¹⁵.

El cultivo en callejones, consiste en establecer filas de árboles o arbustos, a cierto distanciamiento y en contra de la pendiente y practicar las labores agrícolas en los callejones situados entre las filas de árboles. Este sistema tiene la ventaja de producir un microclima para el cultivo, que minore la evapotranspiración. Los árboles se sujetan a una poda periódica y la biomasa resultante sirve para enriquecer el suelo con materia orgánica y/o para forraje de animales¹⁶.

Montagnini¹⁷ describe que este tipo de arreglo silvopastoril fue desarrollado en Nigeria y consiste en la asociación de árboles, arbustos, generalmente fijadores de nitrógeno intercalados en franjas con cultivos anuales o pastos. Los árboles o arbustos se podan periódicamente para evitar que se produzca sobre los cultivos o pastos y para utilizar los residuos de la poda como abono verde para mejorar la fertilidad del suelo y como forraje de alta calidad, además aporta un beneficio adicional como controlador de malezas.

¹⁴ MURGUEITIO, Enrique e IBRAHIM, Muhamad. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. [en línea]. [Cali, Colombia]. CIPAV, Marzo 3 2001. p. 5. [citado 5 nov, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133/htm>

¹⁵ IBRAHIM, M y BOTERO, J. Pastura en callejones, como hacerlo. [en línea]. [Turrialba, Costa Rica]. CATIE, 1997. p. 1. [citado 10 nov, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.lead.virtualcentre.org/silvopastoral/documentos/x6314500.pdf>

¹⁶ RED AMAZONA. Cultivo en callejones. En: Experiencias en cultivos anuales. [en línea]. [Latinoamérica]. Red Amazónica, 2003. [citado 6 feb, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.siamazona.org.pe/publicaciones/2003/junio/Amazonia.biod-com-des/libros/23000031.htm>

¹⁷ MONTAGNINI, Florencia. Sistemas Agroforestales. Costa Rica: CATIE, 1992. p. 75.

1.2.1.1 Características del arreglo. El establecimiento de los callejones forrajeros permite la combinación de pasturas mejoradas con arbustos y árboles leguminosos y presenta las siguientes ventajas:

- ❖ Permiten el ramoneo del ganado, por lo tanto, proporcionan un volumen considerable de forraje de alta calidad.
- ❖ Cumplen la función de reciclaje de nutrientes y fijación de nitrógeno.
- ❖ Son menos afectados por las sequías, por lo tanto, representan una importante reserva de alimento durante la época seca.
- ❖ El uso de árboles, dentro de las pasturas, además de proporcionar sombra a los animales, puede mejorar la productividad e incrementar el ingreso del agricultor a mediano o largo plazo, mediante la venta de fruta o madera¹⁸.

Sánchez¹⁹ explica que consiste en la incorporación de árboles o arbustos forrajeros o multipropósito en las praderas naturales o artificiales (generalmente de leguminosas) y la inclusión de forrajeras arbustivas o arbóreas directamente en las praderas. En ciertos casos el componente de gramíneas se ve reducido a un mínimo, especialmente cuando hay varios estratos de plantas en sistemas silvopastoriles especializados para la producción pecuaria. Estos sistemas están aun poco difundidos, pero representan el potencial mayor en cuanto a su posible impacto a nivel de la producción animal en Latinoamérica tropical.

Ku Vera²⁰ expone en términos generales que los árboles forrajeros tienen una concentración aceptable de proteína cruda por lo que el follaje puede ser cultivado y empleado como suplemento en épocas de escasez de forraje (sequía) en la finca.

Montagnini²¹ enuncia que en cuanto a las deficiencias nutricionales del sistema y el control de la erosión, se podría hacer énfasis sobre prácticas que conduzcan al reciclaje más eficiente de nutrientes, entre estos se puede mencionar,

¹⁸ REDES DE COOPERACIÓN TÉCNICA. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas agroforestales. [en línea]. [Colombia]. FAO, 1998. p. 1. [citado 10 abr, 2003]. Disponible en Internet: URL: < www.rlc.fao.org/redes/sisag/informes/org.htm >

¹⁹ SANCHEZ, Op. cit., p. 5.

²⁰ KU VERA, *et al.*, Op. cit., p. 165.

²¹ MONTAGNINI, Op. cit., p.81.

mejoramiento de la producción y calidad de alimento, con la reducción de presiones sobre potreros, favoreciendo la transferencia interna de nutrientes, con prácticas como introducir árboles y arbustos forrajeros para reducir la erosión y contribuir a la fertilidad del suelo.

Tabla 1. Efectos de diferentes sistemas de producción/cobertura sobre la escorrentía y erosión, medidos durante 30 meses, con pendientes de 15% en Yurimaguas, Perú, (alegre *et al.*, 1991)

Tratamiento	Escorrentía en mm	Erosión en TN/Ha.
Bosque secundario	12	0.19
Cultivo continuo	517	56.00
Cultivo en callejones	75	2.02
Parcelas desnudas	1873	197.00

Fuente: Red amazona²².

Los cultivos en callejones son por lo tanto sistemas muy aptos para mantener la fertilidad de los suelos durante la etapa de uso agrícola. El ICRAF en Kenia ha demostrado que el mulch aportado al suelo, permite mantener los suelos en uso agrícola durante muchos años, sin que sea necesario realizar un barbecho regenerativo intermedio²³.

Brack y Mendiola²⁴ determinaron que los cultivos en callejones donde se combinan fajas de leguminosas con cultivos anuales (arroz, yuca, maíz, etc.), las leguminosas tienen muchos efectos positivos sobre los cultivos como la producción de sombra rala, soportan la poda para producir materia orgánica, muchas son buenas forrajeras, aportan materia orgánica y nutrientes al suelo (Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio), ayudan al control de malezas, por la materia muerta acumulada sobre el suelo, incrementan la producción del cultivo asociado por aporte de nutrientes y controlan la erosión.

²² RED AMAZONA, Op. cit., s.p.

²³ Ibid., s.p.

²⁴ BRACK, Antonio y MENDIOLA, Cecilia. Sistemas Agroforestales más importantes. En: Ecología del Perú. [en línea]. [Lima, Perú]. Medio Ambiente, 1998. [citado 10 mar, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.peruecologico.com.pe/lib.c18/.htm>

Ibrahim y Botero explican que las leñosas que se producen por semillas en pasturas en callejones, en regiones con poca restricción de lluvias, pueden sembrarse directamente al inicio de las lluvias, pero en el trópico seco es más recomendable hacer viveros de dos – tres meses antes del inicio de las lluvias.

Cuando se realice el primer corte o pastoreo se debe esperar que la leñosa desarrolle un buen sistema radicular y halla engrosado en tallo, en el trópico con sequía estacional se debe esperar 12 ó 18 meses, mientras que en el trópico húmedo el corte de uniformización se puede realizar a los 8 meses²⁵.

1.2.1.2 Especies potenciales. Botero y Russo²⁶ especifican la importancia de recordar además, que las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como si lo hacen la gran mayoría de las gramíneas utilizadas para el pastoreo. Además, las formas arbóreas constituyen un mecanismo efectivo de capturar y retener carbono atmosférico todas estas condiciones los sistemas agroforestales son una opción de uso en los trópicos húmedos, zonas de montaña, zonas sub. húmedas y desérticas en su condición de ecosistemas frágiles.

Según Ibrahim y Botero se debe considerar aspectos tales como la adaptación a las condiciones de suelo y clima, tolerancia a la poda y/o pastoreo, buen valor nutricional y de preferencia que sean fijadoras de nitrógeno; en el momento de la selección de las especies leñosas. Algunas leguminosas como *Gliricida sepium* y *Erythrina berteroana* pueden considerarse como buenas opciones. En relación a las gramíneas, deberán poseer un alto potencial de producción de biomasa, resistencia al pisoteo y tolerancia al sombreado²⁷.

(Labelle, 1987; Young, 1989), citados por Giraldo²⁸ donde manifiestan que se han identificado una gran diversidad de especies arbóreas y arbustivas, con alto potencial para alimentación animal en sistemas silvopastoriles, o como bancos de

²⁵ IBRAHIMM y BOTERO, Op. cit., p. 2 – 3.

²⁶ BOTERO, Raul y RUSSO, Ricardo. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. En: Agroforestería par la producción animal en Latinoamérica [en línea]. [Cali, Colombia]. CIPAV, 2002. p.122. [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: < www.fao.org/lead.virtualcenter.>

²⁷ IBRAHIMM y BOTERO, Op. cit., p. 1.

²⁸ GIRALDO, Potencial de la arbórea guácimo *Guazuma ulmifolia*, como componente forrajero en sistemas silvopastoriles, Op. cit., p. 208.

proteína en diferentes zonas y para diferentes condiciones edafoclimáticas. Se pueden mencionar *Acacia sp.* (*auriculiforme*, *albida*, *tortilis*, *mangium*), *Albizia falcataria*, *alnus sp.* (especialmente *acuminata*), *Anacardium occidentale*, *Cajanus cajan*, *Calliandra spp.*, (principalmente *callothyrsus*), *Cassia spp.* (principalmente *siamea*), *Casuarina equisetifolia*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Erythrina spp.* (*Poeppigiana*, *fusca* etc.), *Inga spp.*, *Leucaena leucocephala*, *Parkia spp.*, *Parkinsonia aculeata*, *Samanea saman* y *Terminalia spp.*

Giraldo²⁹ explica que el uso de árboles tiene como objetivo principal la creación de un sistema multiestratificado que imite al bosque tropical y que ayude a asegurar el reciclaje de nutrimentos, así como el uso óptimo de la energía solar y otros, mientras proporciona productos y servicios múltiples.

1.2.1.3 Importancia de especies arbóreas forrajeras leguminosas en la dieta alimenticia de rumiantes. Benavides³⁰ especifica que un árbol o arbusto puede ser calificado como forrajero debe reunir ventajas tanto en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica, sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente, que su consumo por los animales sea adecuado como para esperar cambios en sus parámetros de respuesta; que el contenido de nutrimentos sea atractivo para la producción animal; que sea tolerante a la poda y que su rebrote sea lo suficientemente vigoroso como para obtener niveles significativos de producción de biomasa comestible por unidad de área.

Sánchez³¹ afirma que los follajes proporcionan nitrógeno y otros nutrientes necesarios para el adecuado funcionamiento ruminal en dietas basadas en forrajes de baja calidad; son una fuente excelente de energía digestible; y pueden proporcionar proteína sobrepasante necesaria para asegurar una respuesta productiva (en ganancia de peso o en aumento de producción de leche) en los animales alimentados con forrajes.

Las leguminosas tienen un contenido proteico mucho más elevado que los pastos, particularmente en las plantas más maduras, además contienen elevadas concentraciones de calcio, magnesio y azufre. En líneas generales las leguminosas tienen buen sabor y aceptabilidad, aunque algunas tienen sabor

²⁹ Ibid., p. 202.

³⁰ BENAVIDES, Jorge. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Turrialba, Costa Rica]. CATIE, 1994. p. 369-370. [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org/lead/virtualcenter.htm>

³¹ SANCHEZ, Op. cit., p.8.

amargo debido a los taninos y pueden necesitar cierta adaptación antes de que el ganado lo consuma³².

Existen una gran variedad de especies de árboles y arbustivas que tienen potencial para ser incorporadas en los sistemas de producción de rumiantes en el trópico (Topps, 1992; Sotelo, Contreras y Flores, 1995; Toledo *et al.* 1995; Soto *et al.*, 1997), las cuales podrían introducir elementos de sostenibilidad en los sistemas ganaderos actuales (Enkerlin *et al.*, 1997) al hacerlos menos dependientes de insumos externos (concentrados energéticos y proteicos) que tienen que ser adquiridos a un costo elevado para la finca (Loker, 1994). Citados por Ku Vera³³.

Las concentraciones de proteína de los árboles utilizados tradicionalmente en la alimentación de rumiantes presentan niveles de 12 a 30%, valores altos en comparación con pastos maduros que oscilan entre 3 y 10%. La digestibilidad de estos materiales está muy relacionada con la proporción y grado de lignificación de las paredes celulares (FND) así como de la presencia de compuestos secundarios, principalmente taninos³⁴.

Orskov³⁵ explica que las plantas que contienen taninos, suelen ser resistentes a su degradación en el rumen, estos taninos tienen algún efecto sobre la digestibilidad de las proteínas a nivel del intestino delgado. La necesidad de incluir proteína sobrepasante en la ración es un aspecto muy importante para el productor ya que los suplementos proteicos suelen ser el ingrediente más caro de la ración.

Ku Vera³⁶ precisa que rumiantes alimentados con forrajes tropicales la principal fuente de proteína para la producción animal proviene de aquella sintetizada por los microorganismos del rumen. Es por esto que es de suma importancia maximizar la cantidad de proteína microbiana que puede ser sintetizada por

³² CHURCH, D. y POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México: Limusa, 1990. p. 338.

³³ KU VERA, Op. cit., p.162.

³⁴ FLORES, O. I *et al.* Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de rumiantes en el trópico. En: Livestock research for rural development. Vol. 10, No. 1 (ene. 1998); [en línea]. [Turrialba, Costa Rica]. CATIE, 1998. p. 2. [citado 10 nov, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.cipav.org.co/lrrd10/1/cati101.htm>

³⁵ ORSKOV, E. Nutrición proteica de los rumiantes. Zaragoza, España: Acribia, 1988. p. 142.

³⁶ KU VERA, Op. cit., p.171.

unidad (kg) de materia orgánica fermentada en el rumen, para así poder proveer al animal hospedero de la cantidad requerida de proteína microbiana en el intestino delgado que cubra sus requerimientos de mantenimiento y de producción.

Valores altos de degradabilidad ruminal de la MS se han asociado con el potencial de los rumiantes para mantener niveles adecuados de producción, ya que es un indicativo de la capacidad de un alimento para aportar nutrientes a la flora ruminal³⁷.

Ku Vera³⁸ manifiesta que el consumo voluntario de MS (materia seca) y MO (materia orgánica) en rumiantes se incrementa cuando se suplementa con follaje de árboles y arbustos debido a la alta tasa y extensión de la digestión ruminal del follaje per se y no a una mejora en la digestión ruminal de la ración basal (pasto). Debido al incremento en el consumo voluntario de MS, la tasa de pasaje del rumen (e.g. k1, flujo de líquidos) se incrementa, induciendo una salida mayor de digesta y dando lugar a un mayor espacio físico en el rumen, lo que provoca el estímulo para el consumo de alimento. La incorporación del follaje de árboles y arbustos mejora la digestibilidad aparente de la ración total.

Las leguminosas forrajeras arbustivas tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción de rumiantes, particularmente en zonas subhúmedas (4 a 6 meses de sequía) del trópico. Las especies arbustivas producen más biomasa que las herbáceas, toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en localidades con sequías prolongadas. Argel y Lascano³⁹.

Ruiz y Flebes⁴⁰ indican que se han estudiado los procesos digestivos en rumiantes que consumen leguminosas, planteando que el uso de éstas ayuda en el suministro de nutrientes al ecosistema ruminal con un beneficio en la utilización de los alimentos fibrosos.

³⁷ FLORES, Op. cit., p.6.

³⁸ KU VERA, Op. cit., p.176-177.

³⁹ ARGEL, Pedro y LASCANO, Carlos. *Cratylia argentea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Cali, Colombia]. CIAT, 1994. p. 181. [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter.htm>

⁴⁰ RUIZ y FLEBES, Op. cit., p.317.

Botero y Russo⁴¹ especifican que la digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS) medida en el forraje de los AFN esta entre el 40 al 80%.

(Leng, 1988), citado por Botero y Russo⁴² especifica que los resultados de producción, obtenidos mediante la suplementación con forrajes arbóreos, permiten confirmar que para lograr altas tasas de ganancia de peso y niveles de producción de leche de moderados a altos, la demanda por aminoácidos esenciales es mayor a la que pueden suministrar los microorganismos muertos, que se reemplazan y salen continuamente del rumen hacia el abomaso, aún cuando la fermentación ruminal sea optimizada. Esto quiere decir que se necesitan suplementos con proteína sobrepasante para lograr maximizar el consumo voluntario y obtener así el potencial real de producción con rumiantes.

1.2.1.4 Importancia del nitrógeno en el arreglo. La asociación de leguminosas y gramíneas presentan una serie de características favorables que hacen que actualmente se este reconsiderando su utilización. Hasta aproximadamente una década, se prefería cultivar las gramíneas solas con grandes aplicaciones de nitrógeno, especialmente en las zonas de clima frío, dedicadas en su mayor parte a la ganadería de leche.

Después de la crisis energética de 1973, el petróleo y los fertilizantes derivados de el alcanzaron precios extremadamente altos en el mercado mundial lo cual obligó a buscar fuentes alternas de energía y fertilización nitrogenada. Dentro de estas alternativas se destaca la capacidad de las leguminosas, especialmente las de clima frío, para fijar el nitrógeno del aire, mediante su simbiosis con bacterias del género rhizobium que forman nódulos en las raíces de las leguminosas.

La eficiencia de las leguminosas para fijar nitrógeno puede ser muy alta y en algunas es de tal magnitud que se puede suspender la fertilización nitrogenada sin que se disminuya la producción de la pradera⁴³.

⁴¹ BOTERO y RUSSO, Op. cit., p.132.

⁴² Ibid., p.136.

⁴³ BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales. 3 ed. Bogotá, Colombia: Banco Ganadero, 1994. p.490.

Murgueitio y Calle⁴⁴ explican que las praderas fertilizadas en forma insuficiente tienden a ser invadidas por helechos *Pteridium aquilinum* y pastos nativos. La incorporación de una especie fijadora de nitrógeno, que contribuya a descompactar el suelo y que además ayude a la regulación hídrica y al ciclaje de nutrientes en las praderas de *Pennisetum clandestinum*, es deseable porque permite reducir la dependencia sobre insumos externos, elimina el impacto ambiental de la fertilización química y atenúa el efecto erosivo del pisoteo del ganado.

El ecosistema ruminal de los bovinos alimentados exclusivamente con gramíneas no fertilizado suele ser deficitario en nitrógeno. Por esta razón, la producción de biomasa microbiana rica en proteínas se mantiene por debajo de su potencial. La suplementación con nitrógeno mejora la productividad de los bovinos por su efecto sobre los microorganismos ruminales, que son parcialmente asimilados en una etapa posterior de la digestión.

Botero y Russo⁴⁵ especifican que una característica de los AFN (árboles fijadores de nitrógeno) es la de fijar nitrógeno (N) atmosférico en sus nódulos radicales y a través del metabolismo, almacenarlo en su componente forrajero (hojas, pecíolos, tallos tiernos y frutos) en forma de proteína cruda (N x 6.25), cuyo contenido varía entre 10 a 35%.

Botero y Russo⁴⁶ notifican que los árboles fijadores de nitrógeno, incrementan el nivel de nitrógeno en el suelo debido a su capacidad de fijarlo de la atmósfera, a través de la simbiosis con bacterias en sus raíces, y por medio del aporte de materia orgánica hecho al suelo a través de la caída periódica o estacional, natural o provocada (cosecha), de hojas, flores, frutos, ramas y raíces muertas. Además, sus raíces pueden absorber nutrientes de capas profundas del suelo y traerlos a la superficie, haciéndolos disponibles para la pastura o para el cultivo agrícola asociado. En algunos casos, pueden incrementar la disponibilidad de fósforo (simbiosis con micorrizas), calcio, potasio y magnesio.

1.2.2 Efectos positivos y negativos en sistemas silvopastoriles. Sánchez explica que al aprovechar la capacidad fotosintética de estratos múltiples de

⁴⁴ MURGUEITIO, Enrique y CALLE, Zoraida. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Cali, Colombia]. CIPAV, 1998. p. 35. [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter.htm >

⁴⁵ BOTERO y RUSSO, Op. cit., p.121.

⁴⁶ Ibid., p.124.

plantas destinadas específicamente a proporcionar alimento para los animales, representa uno de las mayores oportunidades para intensificar la producción pecuaria de manera sostenible, sin significativa dependencia de recursos externos. Uno de los objetivos a alcanzar sería el establecer una comunidad secundaria estable, con varios estratos de plantas productoras de follaje o frutos con valor nutritivo complementario.

El estrato arbóreo alto compuesto de un número determinado de individuos repartidos uniformemente, ayudan con la extracción de nutrientes del subsuelo y el estrato medio arbóreo compuesto de árboles y arbustos para ramoneo, constituye el componente forrajero más importante. Idealmente, está formado de una combinación de leguminosas⁴⁷.

Sánchez manifiesta que los bosques diseñados para la producción animal favorecerán gradualmente el aumento la biodiversidad de especies animales silvestres, y la recuperación de los nutrientes presentes en la vegetación original a partir de la extracción de los nutrientes del subsuelo. Se requerirá investigación, consultación con campesinos (conocimiento tradicional) y un análisis de las experiencias en otros lugares con condiciones similares, para determinar las especies por incluir en los sistemas silvopastoriles. Debido a que los costos de introducción de las especies arbóreas y arbustivas pueden ser considerables, y requerido para su desarrollo, la adecuada selección de especies es importante⁴⁸.

Murgueitio y Calle⁴⁹ explican sin embargo, que la siembra directa de árboles en praderas de *Pennisetum clandestinum* es difícil, costosa y exige limpieza permanente y reemplazo constante de árboles muertos.

Sadeghian⁵⁰ declara que es difícil estimar los beneficios económicos del mejoramiento de la estructura del suelo como un resultado de la adición de materia orgánica. Sin embargo y a nivel general se puede afirmar que la adición de fertilizantes orgánicos incrementa la capacidad de intercambio catiónico y mejora las condiciones físicas por el incremento de la capacidad de retención de agua y por ende la estabilidad estructural, entre otros.

⁴⁷ SANCHEZ, Op. cit., p.6.

⁴⁸ Ibid., p.8.

⁴⁹ MURGUEITIO y CALLE, Op. cit., p.35.

⁵⁰ SADEGHIAN; RIVERA y GOMEZ, Op. cit., p.80.

(Botero, 1988) citado por Botero y Russo detalla que los arbustos y árboles pueden mejorar las condiciones físicas del suelo (porosidad y densidad aparente). Su efecto de descompactación es positivo y relevante en áreas degradadas, a causa de la compactación del suelo, ocasionada por la mecanización y/o por el pisoteo continuo del ganado. Un caso común son las pasturas abandonadas en el trópico húmedo.

Los arbustos y árboles crean un microclima favorable para los animales en pastoreo (sombra, menor radiación y menor temperatura). La intensidad de su sombra depende de la densidad y orientación de los surcos de árboles y del diámetro y estructura de sus copas. Para evitar la sombra refleja, que reduce la eficiencia fotosintética de los forrajes o cultivos de cobertura, las líneas o surcos de especies leñosas deben plantarse en dirección al recorrido del sol de oriente a occidente⁵¹.

Botero⁵² manifiesta que un efecto indeseable de la sombra sobre el forraje de las gramíneas de cobertura en silvopasturas, mencionado por algunos productores, es la reducción de su gustocidad. Esto puede obviarse haciendo pastoreo rotacional con carga animal apropiada, pastoreo de relevos (primero vacas lactantes y luego secas o bien vacas lecheras y luego animales de levante) o mediante el pastoreo conjunto de varias especies animales bovinos con búfalos, cabras, ovejas, equinos, cerdos, venados o chigüiro.

La disponibilidad energética del follaje en muchas especies arbóreas y arbustivas es similar o superior a la observada en gramíneas tropicales; sin embargo algunas de ellas muestran una degradabilidad ruminal baja, por poseer altos contenidos de taninos (6-10% en base seca)⁵³.

Según Simon la proteína presente en los árboles no siempre es totalmente aprovechada por los microorganismos ruminales, por estar asociada con determinados compuestos que impiden el empleo del nitrógeno. No obstante esta

⁵¹ BOTERO y RUSSO, Op. cit., p.124.

⁵² BOTERO, Raúl. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales en sistemas de producción sostenibles. En: estrategias para la producción animal en el proceso de integración Colombo – Venezolana. San Cristóbal, Venezuela: AVPA, 1992. p. 10.

⁵³ IBRAHIM, Muhammad. Et al. Sistemas silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE. [en línea]. [Turrialba, Costa Rica]. CATIE, CIPAV, 1999. p. 4. [citado 12 ago, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.cipav.or.co/readgrofor/memorias/99/IbrahimM.htm>.

demostrado que la parte que es asimilada se utiliza con alta eficiencia, ya que dentro de estos compuestos antinutricionales existen algunos que son benéficos para la nutrición, como es el caso de los taninos, los cuales escapan en buena medida de la fermentación ruminal, para luego ser liberados en las condiciones de alta acidez del abomaso, contribuyen a evitar pérdidas de nitrógeno por degradación en el rumen, al formar complejos con las proteínas provenientes de otros alimentos presentes en la dieta, permitiendo su paso directo a las partes más bajas del tracto digestivo, donde son mejor aprovechadas⁵⁴.

Devendra indica que los taninos son los compuestos secundarios vegetales más comunes, pero sus consecuencias en la alimentación animal no son totalmente claras, con efectos posibles tanto dañinos como beneficiosos. Su mayor característica es la propensión para formar complejos químicos no solamente con proteínas sino también con muchos otros compuestos como polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas. Los campesinos del sur-este de Asia contrarrestan y reducen los problemas de toxicidad mediante el uso de mezclas de hojas de árboles forrajeras frescas y secas al sol. Este proceso no solo extiende la oferta de alimentos disponibles sino que también diluye los problemas de palatabilidad y efectos colaterales⁵⁵.

Giraldo⁵⁶ afirma que el potencial de los sistemas silvopastoriles para la producción animal es alto, si se tiene en cuenta que las leñosas perennes, como componentes fundamentales de los sistemas, pueden estar constituidas por árboles forrajeros de gran diversidad biológica. El mayor potencial se encuentra en las especies de la familia leguminosa; sin embargo, casi cualquier especie de árbol es potencialmente apta dependiendo de las características ambientales y socioeconómicas locales, así como de las especies a asociar, del arreglo de componentes y de la función para la cual se incluye.

Los sistemas silvopastoriles responden en parte a los problemas de deforestación y degradación del ecosistema, donde los árboles fijadores de nitrógeno reducen los procesos de degradación e intensifican de forma sostenible la producción de proteína, esto indica que los sistemas silvopastoriles representan una posibilidad

⁵⁴ SIMON, Leonel. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y en pastoreo. Matanzas, Cuba: Estación experimental de pastos y forrajes, 1996. p. 39

⁵⁵ DEVENDRA, C. Sustainable animal production from small farm systems in South-East Asia. . [on line]. [Roma]. Animal Production and Health Paper No.106, FAO, 1993. p. 120. Available from Internet: URL: <www.fao.org/lead.virtualcenter>.

⁵⁶ GIRALDO, Alfonso. El papel de la agroforestería en la producción animal y el medio ambiente. En: Memorias Primer Seminario Nacional Agroambiental. Medellín: Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 1996. p. 54.

de mejora de la productividad y estabilidad de los sistemas de uso de la tierra en diferentes ecosistemas del país⁵⁷.

Ibrahim⁵⁸ explica que la proteína cruda del follaje de las leñosas perennes es de menor calidad que la de los suplementos proteicos tradicionales (harina de soya, harina de pescado), pero superior a las fuentes de nitrógeno no proteico como la urea. Por ello, en los estudios con bovinos se ha detectado mayor producción de leche y ganancia de peso con las fuentes proteicas tradicionales, pero el beneficio económico siempre ha sido mayor con el uso del follaje de leñosas perennes.

La desventaja para el pequeño productor rural es la economía, que limita el uso de este sistema, por los costos de instalación, poda y corte adicionales. Una hectárea de cultivo en callejones, con 20 filas y 2,500 plantas de *Leucaena leucocephala* (125 por fila de 100 m.), requieren al año 14 jornales adicionales, para el corte o poda y administración del forraje a las vacas. Se consideran estos 21 jornales como adicionales, sobre los 49 jornales normales agrícolas de una hectárea de cultivo de maíz con frijol⁵⁹

Mejora la estructura del suelo: aumento de los macroporos, mejora la agregación del suelo y la infiltración del agua, y reduce el encostramiento, escurrimiento y la erosión. Aumenta la fertilidad del suelo: provee de materia orgánica que regula la temperatura y conserva el agua, aumenta la fijación de nitrógeno, mantiene la materia orgánica en el suelo, y ayuda al reciclaje de nutrientes. Portal Agrario⁶⁰.

1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE ARBOREA ACACIA NEGRA *Acacia decurrens*

1.3.1 Morfología de la especie. Árbol de 12-20 m de altura, con la copa ancha y el tronco con la corteza lisa, gris-parda. Follaje perenne, ramillas angulosas, pubescentes. Hojas bipinnadas con el raquis anguloso y tomentoso, con una glándula crateriforme en la inserción de cada par de pinnas. Pinnas en número de

⁵⁷ PEZO e IBRAHIMM, Op. cit., p. 4.

⁵⁸ IBRAHIMM, Op. cit., p.4

⁵⁹ RED AMAZONA, Op. cit., s.p.

⁶⁰ PORTAL AGRARIO, Op. cit., p.1.

8-20, cada una de ellas con 25-40 pares de folíolos linear-oblongos, con el haz glabro y el envés tomentoso. Miden 2-5 mm de longitud. Flores dispuestas en largos racimos ramificados en los extremos de las ramillas. Capítulos globosos de 5-6 mm de diámetro, de color amarillo brillante. Pedúnculos pubescentes. Florece de Enero a Marzo. Legumbre de 5-9 cm de longitud, recta o ligeramente curvada, con los bordes algo constreñidos entre las semillas, que se disponen en el fruto⁶¹.

1.3.2 Clasificación botánica.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Tribu:	Acaciceae
Género:	Acacia
Especie:	Acacia decurrens
Lugar de origen:	Australia

Enciclopedia libre universal⁶².

1.3.3 Etimología. Acacia, del griego akis = punta, aludiendo a las espinas de las especies de acacias africanas, ya que las australianas normalmente carecen de ellas. Dealbata, significa blanquecino, aludiendo al tomento que le da el tono plateado al follaje⁶³.

1.3.4 Adaptación edafoclimática. En zonas de clima frío por encima e los 2500 msnm, con temperaturas medias de 12 a 20°C y precipitaciones de 500 a 3500 mm anuales. Se desarrolla bien en suelos de textura arcillosa o arcillo arenosa con pH ácidos.

1.3.5 Propagación. Por semillas y por estacas. Para obtener las semillas se extraen después de sacar los frutos, se hidratan durante 48 horas y se siembran. El número de semillas por kilogramo es de 65000, con una pureza del 95%,

⁶¹ ÁRBOLES EN ESPAÑA. Manual de identificación. [en línea]. [España]. Mundi-Prensa libros, 1997. [citado 15 oct, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.arbolesornamentales.com/Acaciadealtata.htm>

⁶² ENCICLOPEDIA LIBRE UNIVERSAL EN ESPAÑOL. [en línea]. [España]. Mundi-Prensa libros, junio 9, 2004. [citado 15 oct, 2004]. Disponible en Internet: URL: <www.arbolesornamentales.com/Acaciadealtata.htm>

⁶³ ÁRBOLES EN ESPAÑA, Op. cit., s.p.

germinación epigea del 89% en un periodo de 20 días. Puede transplantarse cuando alcanzan 12 – 25 cm de altura.

1.3.6 Usos. Especie fijadora de nitrógeno, apta para el control de la erosión y recuperación de suelos, fuerte capacidad de rebrote, especial para la producción de leña, las hojas sirven de forraje para el ganado con una producción de 20 T/hojas/ha/año⁶⁴.

1.4 CARACTERÍSTICA DE LA ESPECIE HERBÁCEA PASTO KIKUYO *Pennisetum clandestinum*.

1.4.1 Morfología de la especie. El Kikuyu posee un crecimiento lento, es de tipo perenne con mucha raíz con rizomas, y forma una hierba densa muy resistente al pastoreo intenso. El aparato floreal es muy corto, y está prácticamente incluido dentro de las hojas. La semilla es muy difícil de cosechar. Presenta hojas de color verde brillante, pubescencias en los filos lo cual hace apetecidas y palatables para los animales. Los tallos suculentos, erectos o semirrectos, con altura hasta de 70 milímetros máximo⁶⁵.

1.4.2 Clasificación botánica.

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Monocotiledónea
Orden:	Glumiflorales
Familia:	Graminae
Tribu:	Poeae
Género:	<i>Pennisetum</i>
Especie:	<i>Pennisetum clandestinum</i>
Lugar de origen:	Kenya

1.4.3 Adaptación edafoclimática. Necesita generalmente más de 900 mm de lluvia anual a menos que se plante en áreas que reciben agua adicional de escorrentía, necesita mucha fertilización, respondiendo bien a esta. El suplementar con nitrógeno ayuda a mantener su dominio en pastos con presencia

⁶⁴ TOKURA, Yuji *et al.* Especies forestales del Valle del Cauca. Calí: Lerner, 1996. p.3.

⁶⁵ DELGADO, A y CABRERA, J. Efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno en la concentración de nitritos y nitratos en el pasto kikuyo. Pasto, 1989, p.69. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

de otras hierbas, esta fertilización ayudará también a un adecuado crecimiento en épocas no tan cálidas, ya que puede soportar el frío⁶⁶.

1.4.4 Parámetros agronómicos. Con una adecuada rotación de potreros y fertilización se obtiene producciones de forraje entre 80 y 100 T/ha/año. En Colombia se han obtenido producciones de 1.5, 2.2 y 5.2 T/ha de forraje seco en intervalos de 4.3, 10.6 y 23 T/ha/FV en pasto kikuyo sin aplicar riego, ni fertilización con una frecuencia de corte de 21, 42 y 63 días.

1.4.5 Usos. Se utiliza tanto para corte como para pastoreo, en condiciones apropiadas de humedad, fertilización y manejo la frecuencia de pastoreo o corte puede ser de 42 a 56 días⁶⁷.

Variedades:

- ❖ Whittet es la variedad más alta hace la semilla y por lo tanto pueda cosecharse más fácilmente. Tiene las hojas más anchas, los tallos más gruesos; persiste mejor con poca fertilización.
- ❖ Crofts es una variedad más alta que la Whittet con hojas más estrechas, más vertical y más tolerante al frío. Aunque es susceptible al kikuyu amarillo, la enfermedad no es predominante en los climas frescos donde Crofts se cultiva con gran éxito.
- ❖ Breakwell crece bien y forma un denso tapíz.
- ❖ Noonan es muy semejante a Whittet y Breakwell (sus padres), pero se recomienda por su alta tolerancia al kikuyu amarillo, enfermedad causada por un phycomycete⁶⁸.

1.5 INVESTIGACIONES REALIZADAS EN PASTURA EN CALLEJONES

1.5.1 Comportamiento de diferentes especies forestales en potreros ya establecidos. El presente ensayo es el resultado de 22 meses de seguimiento y evaluación de un sistema silvopastoril. Donde se realizó la apertura de los callejones cada 25 m para la siembra de *Flemingia congesta*, se hizo el

⁶⁶ CAPRA. El uso de los pastos de *Pennisetum* como base de alimentación den cabras. En: Todo sobre ganado caprino. [en línea]. [Brasil]. FAO, Enero 25 2003. p. 4. [citado 12 jun, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.capra.lespana.es/capra/pasto/pasto/.htm>

⁶⁷ DELGADO y CABRERA, Op. cit., p.75.

⁶⁸ CAPRA, Op.cit., s.p.

transplante de especies forestales a una distancia de 5 m sobre los callejones. Se obtuvo los siguientes resultados:

- ❖ Los callejones con *Flemingia congesta* actúan como protección y evitan un mayor daño de los animales a las especies forestales con un porcentaje de sobrevivencia mayor al 75%, los árboles que no fueron protegidos en los callejones, fueron susceptibles principalmente en los brotes tiernos.
- ❖ El desarrollo de las especies forestales en esta primera fase de evaluación, se puede señalar que el *Schizolobium amazonicum*, el *Centrolobium tomentosa* y la *Gmelina arborea* son las especies con mejor desarrollo bajo la presión de pastoreo y competencia de las pasturas.
- ❖ Se observó que el *S. amazonicum* es consumido por los animales y que necesariamente ésta especie debe tener una altura superior a los 2,5 m para evitar el ramoneo por parte del ganado. En cambio el *C. tomentosa* no es apetecida por el animal debido a las características amargas de sus hojas.
- ❖ En *C. tomentosa* su crecimiento es rápido, lo cual facilita el establecimiento y manejo del sistema⁶⁹.

1.5.2 Siembra de *Gliricidia sepium* y *Erythrina berteroana* en hileras cada cinco metros, dentro de pasturas de *Brachiaria brizantha* bajo pastoreo.

Durante los cinco años de evaluación la *Erythrina berteroana*, tuvo mayor sobrevivencia (90%), comparada con *G. sepium* (3%), que prácticamente desapareció en la pastura. En muchos de estos sistemas de "cultivo en callejones" faltan evaluaciones económicas para determinar su rentabilidad económica. En el estudio de Janzen et al (1996) se evidenció que debido a los altos costos de establecimiento de la *E. berteroana*, la tasa interna de retorno (TIR) para un sistema *B. brizantha/A. Pintoi/E. berteroana* era menor (TIR=35%), que el obtenido para el asocio *B. brizantha/A. pintoii* (TIR=135%), pero no se evaluaron los posibles beneficios ecológicos por la introducción de la leguminosa arbórea. En este sistema la integración de árboles maderables en bajas densidades dentro de las hileras de los forrajeros, puede contribuir en mayores beneficios económicos para los productores, sin embargo hay que estudiar métodos de siembra, arreglos espaciales, competencia entre las especies y beneficios económicos para hacer recomendaciones a los productores⁷⁰.

1.5.3 Un sistema de callejones con *E. poeppigiana* y *Pennisetum purpureum* manejada bajo corte y acarreo en el trópico húmedo de Costa Rica. Los sistemas

⁶⁹ VILLEGAS, Víctor. La agroforestería en el trópico de Cochabamba. En: Red Latinoamericana. [en línea]. [Cochabamba, Bolivia]. Cooperación técnica de sistemas agroforestales, 1999. [citado 2 jun, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.rlc.fao.org/redes/sisag/rednac/bol/default.htm>.

⁷⁰ IBRAHIM *et al.*, Op. cit., p.7.

con pastoreo en callejones y cercas vivas incluyen frecuentemente especies leguminosas que son manejadas con podas dos a tres veces al año, con el objetivo de reducir la competencia entre árboles y pasto y recuperar los nutrientes acumulados en la hojarasca para el alcance del pasto. En un sistema de callejones con *E. poeppigiana* y *Pennisetum purpureum* manejada bajo corte y acarreo, el pasto produjo mas biomasa en comparación con pasto puro, sin embargo, la extracción de nutrientes con el pasto, sobre todo de fósforo, magnesio y potasio, no se podía recuperar con las podas de los árboles (83% Ca, 71% N, 41% P, 29% Mg, 19% K; Libreros 1990). Los sistemas de corte y acarreo son muy exigentes en nutrientes y para mantener la sostenibilidad del sistema se requiere fertilizaciones adicionales con productos químicos u orgánicos⁷¹.

1.6 INVESTIGACIONES REALIZADAS CON *Acacia decurrens* Y *Pennisetum clandestinum* EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

1.6.1 Experimentos realizado en la Finca Paysandú, corregimiento de Santa Elena, municipio de Medellín. A 2350 msnm, con 2200 mm de precipitación anual y 18°C de temperatura promedio ubicándose este sitio dentro de la zona de vida Bosque húmedo montano - bajo (Holdridge, 1978). Los suelos son derivados de cenizas volcánicas, los cuales se caracterizan por ser ácidos, clasificados como Inceptisoles.

Acacia decurrens fue sembrada en el período de octubre a diciembre de 1996 a una distancia de 3 m entre árboles en tres bolillos para el tratamiento de Alta Densidad (1110 árboles/Ha) y de 5 metros en cuadro para el de Baja Densidad (407 árboles/ha) y Testigo (potrero sin árboles). El tamaño de las parcelas experimentales es de aproximadamente una hectárea.

Las muestras de pasto se tomaron a los 55 días de rebrote. Se realizaron mediciones de altura total, altura de ramificación, diámetro a la altura del pecho, área de la copa de todos los árboles de *Acacia decurrens* de cada una de las repeticiones. Las muestras para analizar valor nutritivo fueron tomadas de dos árboles al azar en cada uno de los tratamientos, las cuales estuvieron conformadas por diferentes partes de la planta (hoja + pecíolos). Igual procedimiento se efectuó, para evaluar el rebrote y la producción de biomasa comestible y leña.

Todas las parcelas fueron manejadas bajo pastoreo, con una carga animal de 5 vacas adultas/ha, de peso promedio de 600 Kg. y con un ciclo de pastoreo de 60 días (53 de descanso y 7 de ocupación).

⁷¹ Ibid., p. 13.

Los tratamientos evaluados fueron alta densidad (1110 árboles /ha), baja densidad (407 árboles / ha) y testigo (sin presencia de árboles). El diseño utilizado para este, caso es de completamente al azar con tres repeticiones.

Tabla 2. Evaluación agronómica de la *Acacia decurrens* a dos densidades de siembra en sistemas silvopastoriles con *Pennisetum clandestinum*.

Parámetro	Alta densidad	Baja Densidad
Edad (17 Meses)		
Diámetro a la altura del pecho (cm)	3.09 a	4.3 a
Areade copa (m2) *	2181 a	1180 b
Edad (23 Meses)		
Diámetro a la altura del pecho (cm)	6.15 a	8.94 b
Areade copa (m2) *	3475 a	2154 a
Edad (28 Meses)		
Diámetro a la altura del pecho (cm)	6.52 a	9.92 b
Areade copa (m2) *	7227 a	4799 a

- Área total cubierta por la copa de los árboles.

Tabla 3. Parámetros agronómicos de *Pennisetum clandestinum* bajo un sistema silvopastoril con *Acacia decurrens* a dos densidades de siembra.

Parámetro	Testigo	Baja densidad	Alta densidad
Producción de pasto (kg ms/ha/ciclo)	2130 a	2084 a	1397 b
Biomasa comestible árbol (gr s/árbol)	.	3386 a	884 a
Biomasa comestible total* (kg ms/ha)	2130 a	3462 b	2378 a
Leña por árbol (kg Material Verde)	.	8.5 a	1.7 a
Porcentaje de kikuyo	88.95 a	93.05 a	79.82 b
Porcentaje de otras gramíneas	8.12 a	3.74 b	11.78 a
Porcentaje de malezas	2.94 a	3.03 a	8.85 a

* Producción de pasto más biomasa comestible proveniente de la *Acacia decurrens* de 18 meses de edad. Promedios dentro de una misma línea con letra similar, no difieren significativamente según la prueba de Duncan ($p < 0.05$).

A. decurrens puede ser una alternativa para establecer sistemas silvopastoriles en clima frío, pues esta especie muestra una buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona, manifestada en su buena tasa de crecimiento, alta producción de leña y biomasa comestible de buena calidad.

Según los resultados obtenidos la distancia de siembra de Acacia más adecuada es de 5 x 5 m (baja densidad), pues se mantiene la composición botánica de la pradera, no se ve afectada la producción de biomasa del kikuyo y se obtiene una mayor producción de leche.

La introducción de *A. decurrens* a la pradera mejoró sustancialmente la estructura del suelo, manifestada en su menor compactación, siendo muy benéfico pues mejora la aireación del suelo, condición fundamental para el buen desarrollo de la fauna del suelo⁷².

Históricamente, por más de 90 años en zonas de altura con suelos volcánicos en Costa Rica, algunos ganaderos han sembrado aliso o jaul *Alnus acuminata* asociado en silvopasturas con pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* y con gramíneas para corte como pasto elefante *P. purpureum*.

Los árboles provienen de regeneración natural o son producidos en vivero y plantados a distancias de 8 x 14 m (100 árboles/ha). Estos ganaderos afirman que sus vacas producen más leche en estas silvopasturas que en pasturas sin árboles. Para proteger los árboles jóvenes del daño del ganado, construyen cercos individuales y temporales alrededor de cada árbol, hasta que el ganado no alcance a ramonear los nuevos brotes.

Los árboles de aliso seleccionados para corte, después de 15 a 20 años de crecimiento alcanzan 35 a 40 cm de diámetro y proporcionan leña y madera. El *A. acuminata* al igual que la *Casuarina spp.*, poseen la ventaja de que se asocian con actinomicetos (bacterias filiformes) del genero *Frankia* que fijan nitrógeno en nódulos que forman en las raíces de estas especies (Botero y Russo)⁷³.

⁷² GIRALDO, Alfonso. Potencial de *Acacia decurrens*. 1. Evaluación bajo un sistema silvopastoril en clima frío de Colombia. [en línea]. [Medellín, Colombia]. Universidad Nacional de Colombia, 1999. [citado 6 feb, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org/DOCREP/006/y4435s/htp>.

⁷³ BOTERO y RUSSO, Op. cit., p.150.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Corregimiento de Obonuco, Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Localizado a 1°13' latitud norte y 76°16' longitud oeste, a una altura promedio de 2720 msnm con una precipitación pluvial anual de 840mm/año, una temperatura que oscila entre 12° a 13° centígrados. La zona de vida corresponde a bosque seco Montano Bajo (bs-MB), según Holdridge 1978.

2.2 ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA

2.2.1 Topografía y pendiente. El tipo de relieve característico existente en la granja de Corpoica es de terrazas o fajas de poca a mediana pendiente (3 – 15%), separados entre si por barrancos de pendiente mayor (25 – 75%).

2.2.2 Clasificación del suelo. Suelo de origen volcánico, textura franco arenosa, un pH moderadamente ácido (Anexo A)

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño empleado corresponde a Bloques Completos al Azar, con tres repeticiones (bloques) y cinco tratamientos, tomando una parcela útil de 25 árboles en cada tratamiento (Figura 1)

2.3.1 Tratamientos. Los tratamientos utilizados, fueron cinco; cuatro distancias de siembra para la especie *Acacia decurrens*, entre árboles y callejones; para los tratamientos uno, dos, tres y cuatro, Sembrada en una pastura ya establecida y degradada de *Pennisetum clandestinum* y el tratamiento cinco sin árboles. (Figura 2)

Figura 1. Mapa de campo.

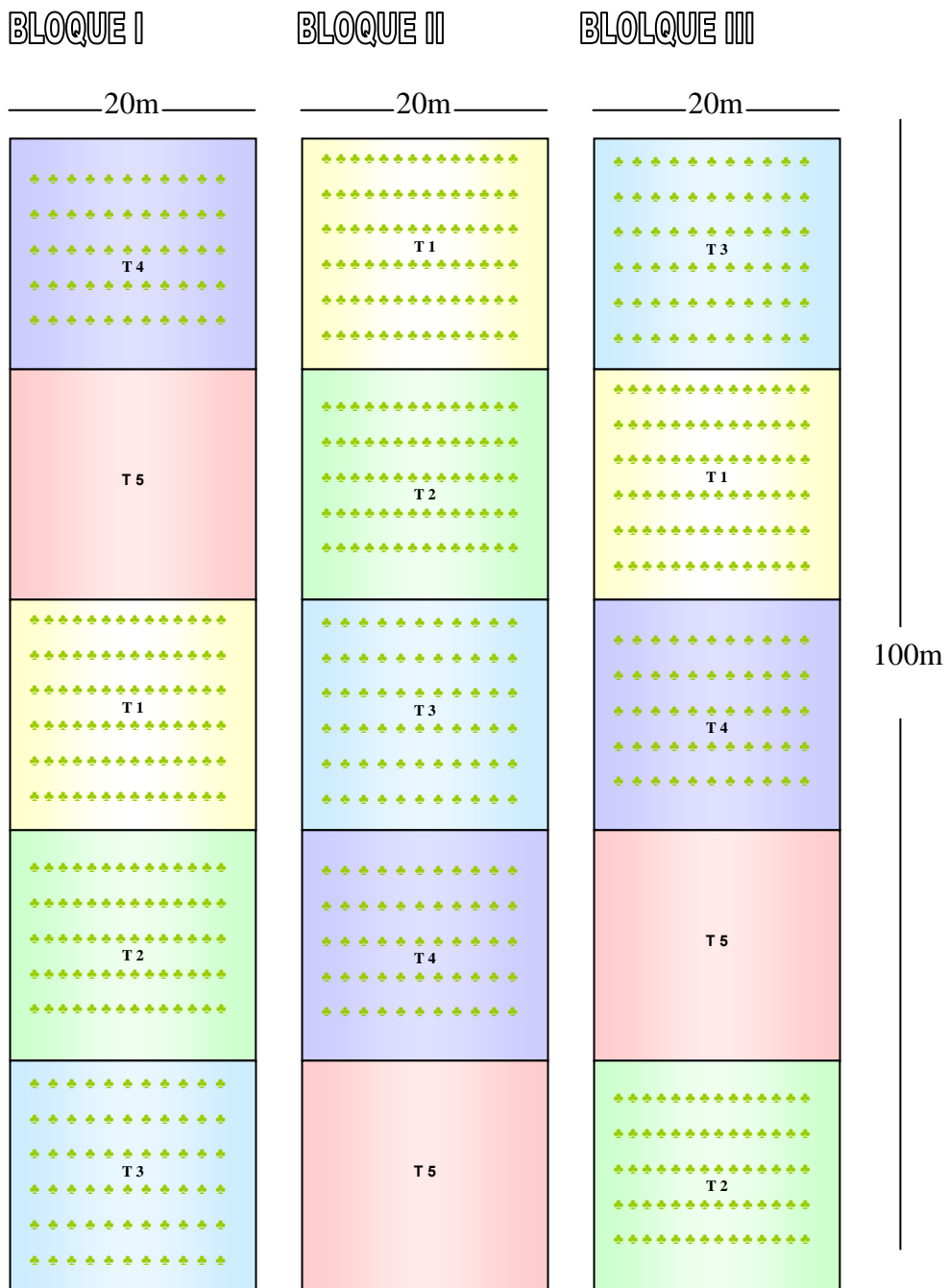


Figura 2. Distancia de siembra de *Acacia decurrens* en cada tratamiento.

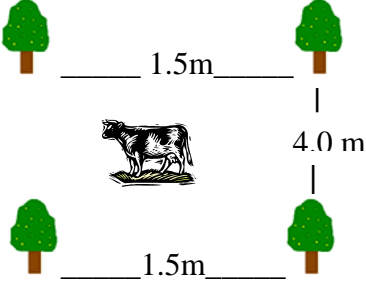
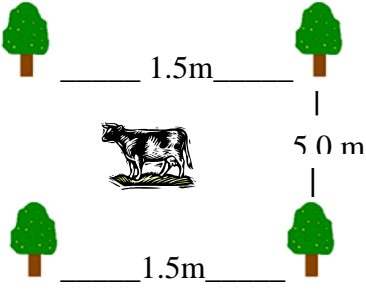
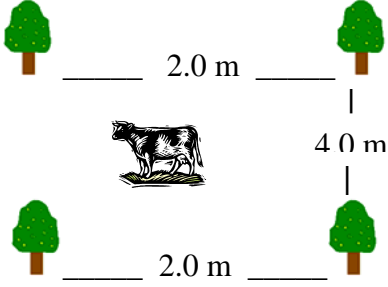
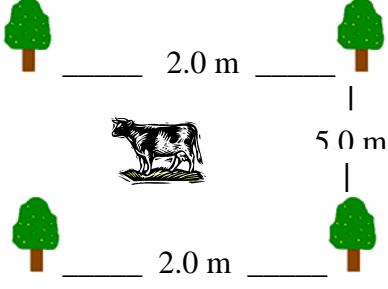
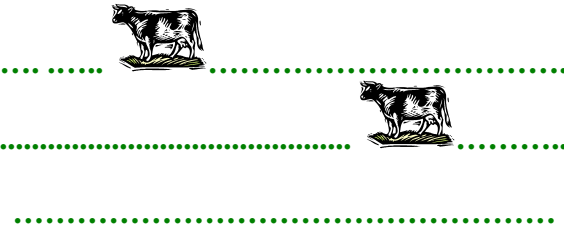
	<p>T1</p> <p>Distancia de siembra entre árboles 1.5m x 4.0m distancia de siembra entre callejones</p>
<p>T2</p> <p>Distancia de siembra entre árboles 1.5m x 5.0m distancia de siembra entre callejones</p>	
	<p>T3</p> <p>Distancia de siembra entre árboles 2.0m x 4.0m distancia de siembra entre callejones</p>
<p>T4</p> <p>Distancia de siembra entre árboles 2.0m x 5.0m distancia de siembra entre callejones</p>	
	<p>T5</p> <p>Sin árboles Monocultivo de <i>Pennisetum clandestinum</i></p>

Tabla 4. Distancias de siembra de *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	NUMERO DE	
		ÁRBOLES	CALLEJONES
T 1	1.5 x 4.0	84	5
T 2	1.5 x 5.0	70	4
T 3	2.0 x 4.0	66	5
T 4	2.0 x 5.0	55	4
T 5	sin árboles	00	0

2.4 ÁREA EXPERIMENTAL

El área utilizada para el arreglo pastura en callejones, fue de 6000m², establecido en la sección de ganadería en el lote N^o 14. Está dividido en 15 parcelas de 400m² (20m x 20m).

2.5 ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DEL ARREGLO AGROFORESTAL PASTURA EN CALLEJONES

2.5.1 Obtención del material vegetal. Los árboles provenían del vivero de Corponariño, los cuáles en el momento de la siembra, presentaban los siguientes valores dasométricos, demarcados en un rango de mínimo, máximo y valor promedio.

Tabla 5. Parámetros dasométricos de *Acacia decurrens* a la edad de tres meses.

PARAMETRO DASOMETRICO	VALOR (MIN-MAX)	PROMEDIO
Altura	25 – 30 cm	27.5
Diámetro de tallo	0.15 – 0.27 mm	0.42
Área de copa	70 – 80cm ²	75

2.5.2 Adecuación del terreno. Para dar una mayor homogeneidad al terreno se introdujo al ganado, permitiéndole libre desplazamiento para el consumo del pasto *Pennisetum clandestinum*, se espero el transcurso de 90 días para realizar el

primer corte de homogenización del pasto, actividad realizada con guadaña en toda el área que sería utilizada para el establecimiento del experimento.

2.5.3 Trazado. Se realizó el trazado rectangular para cada repetición (bloque), trazando previamente cuadrados de 20m x 20m, para cada uno de los tratamientos, demarcados con hilo plástico. Dentro de los cuales se realizaron las respectivas mediciones, correspondientes a la distancia de siembra entre árbol (1.5 y 2.0 metros) en combinación con las distancias de siembra entre callejones de árboles (4 y 5 metros), se utilizaron estacas de 40 cm de longitud, para ubicar el punto exacto de la siembra de los árboles, en los cuatro tratamientos que se incluye la siembra de estos.

2.5.4 Plateo y ahoyado. Se retiró la vegetación existente en los sitios específicos destinados a la siembra de los árboles, utilizando un machete, en un área menor a un metro de diámetro. No se aplicó ninguna clase de herbicida. Posteriormente se hicieron hoyos de 30 x 30 x 30 cm., ubicados en el centro del plateo.

2.5.5 Siembra. Se sembró un total de 875 árboles en el arreglo agroforestal pastura en callejones. Inicialmente se procedió a remojar las plántulas, apretar el sustrato, retirar las bolsas plásticas, depositar cada plántula verticalmente en el centro del hoyo, se adicionó la tierra y finalmente se apisonó para eliminar las bolsas de aire posiblemente formadas en el sustrato.

2.5.6 Resiembra. No fue necesario, ya que la cantidad de árboles perdidos a un mes de ser transplantados fueron mínimos y no afectaba el número de árboles que se requerían para la respectiva evaluación.

2.5.7 Podas. Se realizaron dos. La primera cuando *Acacia decurrens* alcanzó y/o sobrepasó la altura de un metro en la totalidad de los individuos evaluados (300 árboles) para lograr una mayor homogenización; una segunda poda realizada para evaluar la cantidad de forraje verde y materia seca producida a una frecuencia de poda de cinco meses.

2.5.8 Labores culturales. Para minimizar la competencia a los árboles sembrados, se realizó un plateo alrededor de cada uno. Actividad realizada cada mes.

2.6 VARIABLES EVALUADAS

2.6.1 Composición botánica de la pradera. Se evaluó al principio (junio/2003) y al final del ensayo (agosto/2004). Para evaluar la composición botánica de la pradera, se utilizó la técnica del botanal; en cada tratamiento se ubicaron cinco puntos visuales al azar, para un total de 75 observaciones (cinco muestras por tratamiento). Utilizando un cuadrado de madera de 0.5 m x 0.5 m. De cada muestra se determinó que especies se encontraban; clasificándola en tres grupos: gramíneas, leguminosas y malezas y en que porcentajes están divididas (proporción del total de la muestra obtenida), estos datos se anotaban luego se calculaba la composición botánica en promedio por cada tratamiento. Cada una de las muestras fue llevada al herbario de la Universidad de Nariño, donde se realizó su respectiva identificación y clasificación botánica.

2.6.2 Porcentaje de sobrevivencia de la leñosa. A partir del primer mes de evaluación, consecutivamente por cinco meses, se contabilizaba el número de árboles presentes en cada uno de los tratamientos. Al final se contabilizó el número total de individuos presentes para el porcentaje de sobrevivencia a los cinco meses, utilizando la siguiente fórmula.

$$\% \text{ SOBREVIVENCIA} = \frac{\text{Número total de árboles finales}}{\text{Número total de árboles iniciales}} \times 100$$

2.6.3 Altura de la planta. Utilizando una cinta métrica metálica se determinó la altura, desde la base del tallo hasta la última yema apical, de cada uno de los árboles evaluados (300 en total). Los datos se registraron cada mes, por un periodo de evaluación de nueve meses; a partir de los tres meses de edad hasta los 12 meses.

2.6.4 Diámetro de tallo. Se utilizó un pie de rey. Se midió a diez centímetros de la base del tallo, de cada uno de los árboles evaluados (300 en total). Los datos se registraron cada mes, por un periodo de evaluación de nueve meses; a partir de los tres meses de edad hasta los 12 meses.

2.6.5 Área de copa. Se utilizó una cinta métrica metálica. Se midieron dos ejes: eje A (norte – sur) y eje B (oriente – occidente), de cada uno de los árboles evaluados (300 en total). Los datos se registraron cada mes, por un periodo de nueve meses. Para el cálculo se utilizó la fórmula de la elipse.

$$A = \frac{A + B}{2} \cdot \pi$$

Donde:

A = Área de copa (cm²)

A = Longitud norte – sur (cm)

B = Longitud oriente – occidente (cm)

2.6.6 Incremento corriente mensual para algunas variables evaluadas.

2.6.6.1 Incremento corriente mensual en altura.

$$\mathbf{ICM} = \mathbf{AF} - \mathbf{AI}$$

Donde:

ICM = Incremento corriente mensual en altura (cm/mes)

AF = Altura final (cm/mes)

AI = Altura inicial (cm/mes)

2.6.6.2 Incremento corriente mensual en diámetro de tallo.

$$\mathbf{ICM} = \mathbf{DTF} - \mathbf{DTI}$$

Donde:

ICM = Incremento corriente mensual en diámetro de tallo (mm/mes)

DTF = Diámetro de tallo final (mm/mes)

DTI = Diámetro de tallo inicial (mm/mes)

2.6.6.3 Incremento corriente mensual en área de copa.

$$\mathbf{ICMC} = \mathbf{CF} - \mathbf{CI}$$

Donde:

ICMC = Incremento corriente mensual en área de copa (cm²/mes)

CF = Área final (cm²/mes)

CI = Área inicial (cm²/mes)

2.6.7 Producción de forraje verde y materia seca.

2.6.7.1 Acumulación de forraje verde y materia seca en *Acacia decurrens*. Se evaluó a 25 individuos por tratamiento (300 en total) previamente medidos en altura, diámetro y área de copa; a los 12 meses de edad, cuando *Acacia decurrens* alcanzo una altura mínima o superior a un metro. Fueron completamente podados, dejándoles a una altura homogénea (un metro) listos para el rebrote; todo el forraje verde cosechado fue depositado en bolsas rotuladas respectivamente con el número de árbol que le correspondía, de tal forma que se pudiera determinar su peso verde individual. Para obtener el peso de materia seca se obtuvo una muestra representativa de 1kg/tratamiento, para un total de 12 muestras, las cuales en el laboratorio de Corpoica, se depositaron en el horno y posteriormente fueron pesadas.

2.6.7.2 Producción de forraje verde y materia seca en *Acacia decurrens*. Se evaluó al final del ensayo, cuando transcurrieron cinco meses después de la poda de homogenización; de igual forma se podaron 25 árboles por tratamiento (300 en total), todo el forraje verde cosechado se deposito individualmente en bolsas rotuladas para determinar su peso verde y para el peso de materia seca se tomo 1kg/tratamiento, para un total de 12 muestras.

2.6.7.3 Producción de forraje verde y materia seca en *Pennisetum clandestinum*. Para determinar la producción de forraje verde en *Pennisetum clandestinum*, se realizaron ocho cortes consecutivos cada 45 días, utilizando un marco de 0.5 x 0.5 m, calibrado por Corpoica. Los dos primeros cortes no se tuvieron en cuenta en el análisis de los resultados, para tratar de dar una mayor homogeneidad al manejo de la pastura. Las muestras se tomaron lanzado el marco, cinco veces al azar en cada uno de los tratamientos, para un total de 75 submuestras en el arreglo. El pasto se cortó a cinco centímetros del suelo, las muestras se depositaron en bolsas rotuladas y llevadas al laboratorio de Corpoica para determinar su forraje verde y materia seca.

2.6.8. Valor nutricional. Para la variable valor nutricional tanto de *Acacia decurrens* como de *Pennisetum clandestinum* se evaluaron a partir de los resultados del análisis químico proximal (A.Q.P).

2.6.8.1 Valor nutricional de la especie arbórea *Acacia decurrens*. De los árboles podados se obtuvo una muestra representativa de un kilogramo por cada repetición, (tres en total), las muestras fueron llevadas al laboratorio de la

Universidad de Nariño para determinar la humedad, materia seca, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda, proteína y extracto no nitrogenado.

2.6.8.2 Valor nutricional de la especie herbácea *Pennisetum clandestinum*.

Se obtuvo una muestra representativa de un kilogramo en la pastura asociada con *Acacia decurrens* y otra en la pastura en monocultivo, la cuales se llevaron al laboratorio de la Universidad de Nariño para determinar: humedad, materia seca, ceniza, extracto etéreo, fibra cruda, proteína, extracto no nitrogenado y minerales.

Tabla 6. Cronograma de actividades realizadas en la evaluación de *Acacia recurres* y *Pennisetum clandestinum*.

MEDICIONES REALIZADAS	MESES EVALUADOS 2003 – 2004														
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A
<i>Acacia decurrens</i>															
Porcentaje de sobrevivencia	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Altura	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Diámetro de tallo	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Área de copa	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Acumulación de FV y MS										■					
Producción de FV y MS															■
Valor nutricional de la biomasa															■
<i>Pennisetum clandestinum</i>															
Producción de FV y MS	■		■	■	■	■	■	■	■	■					
Composición botánica	■														■

2.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el diseño de Bloques Completos al Azar se realizó un Análisis de varianza (ANAVA), para las variables de crecimiento en *Acacia decurrens* y producción de forraje verde y materia seca, en *Acacia decurrens* y *Pennisetum clandestinum*. Estos se analizaron con la ayuda del programa SAS y la comparación de medias se realizó mediante pruebas de Tukey al 95% de probabilidad. El diseño se presenta bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable de respuesta del tratamiento i repetición j.

μ = media general.

B_j = efectos debidos al bloque j.

T_i = efectos del tratamiento i.

e_{ij} = error experimental.

Modelo de regresión lineal con relación a la precipitación.

$$Y = a + bx$$

Donde;

Y = Variable de respuesta. En *Acacia decurrens*: en incremento corriente mensual para las variables: altura, diámetro de tallo, y área de copa. En *Pennisetum clandestinum*: incremento en la producción de forraje verde y materia seca.

a = Valor inicial.

b = Velocidad de crecimiento.

x = Precipitación. (Milímetros mensuales)

Modelo de regresión lineal con relación al tiempo.

$$Y = a + bx$$

Donde;

Y = Variable de respuesta. En *Acacia decurrens*: altura, diámetro de tallo, y área de copa. En *Pennisetum clandestinum*: incremento en la producción de forraje verde y materia seca.

a = Valor inicial.

b = Velocidad de crecimiento.

x = Tiempo. (Meses evaluados después del transplante).

Para la variable valor nutricional de la especie arbórea forrajera y el componente herbáceo se evaluaron a partir de los resultados del análisis químico proximal (A.Q.P).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA PRADERA

Los datos obtenidos en el transcurso de la investigación se observan en el anexo B.

3.1.2 Porcentaje de gramíneas al inicio del ensayo. El análisis de varianza (anexo C) muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Presentando el tratamiento 4 mayor porcentaje (94.07%) y menor porcentaje el tratamiento 1 (88.20%). Los tratamientos 2, 3 y 5 no presentaron diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey al 95%.

3.1.3 Porcentaje de leguminosa al inicio del ensayo. El análisis de varianza (anexo D) muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Presentando el tratamiento 1 y 2 mayores porcentajes (5.40% y 5.10% respectivamente) y menores porcentajes los tratamientos 4 y 5 (2.93% y 2.87% respectivamente).

3.1.4 Porcentaje de malezas al inicio del ensayo. El análisis de varianza (anexo E) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque se presento en el tratamiento 1 mayor porcentaje (6.40%) y menor porcentaje el tratamiento 4 (3.00%).

La composición botánica de la pradera de *Pennisetum clandestinum* en asocio con *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra y sin árboles; se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Composición botánica de la pradera al inicio del ensayo.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJES		
	GRAMINEAS	LEGUMINOSAS	MALEZAS
T1 (1.5 x 4)	88.20 ^b	5.40 ^a	6.40
T2 (1.5 x 5)	91.00 ^{ab}	5.10 ^a	3.90
T3 (2.0 x 4)	91.67 ^{ab}	4.47 ^{ab}	3.87
T4 (2.0 x 5)	94.07 ^a	2.93 ^b	3.00
T5 (sin árboles)	93.07 ^{ab}	2.87 ^b	4.07

Valores con la misma letra vertical no difieren significativamente según prueba de Tukey (p<0.05).

3.1.5 Porcentaje de gramíneas al final del ensayo. El análisis de varianza (anexo F) muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Presentando el tratamiento 5 mayor porcentaje (93.20%) y menor porcentaje el tratamiento 1 (87.46%) Los tratamientos 2, 3 y 4 no presentaron diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey al 95%.

3.1.6 Porcentaje de leguminosas al final del ensayo. El análisis de varianza (anexo G) muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Presentando el tratamiento 1 y 2 mayores porcentajes (9.06% y 8.60% respectivamente) y menores porcentajes los tratamientos 4 y 5 (4.60% y 4.46% respectivamente).

3.1.7 Porcentaje de malezas al final del ensayo. El análisis de varianza (anexo H) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque el tratamiento 1 presento mayor porcentaje (3.46%) y menor porcentaje el tratamiento 5 (2.34%).

La composición botánica de la pradera de *Pennisetum clandestinum* en asocio con *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra y sin árboles; se observa en la tabla 8.

Tabla 8. Composición botánica de la pradera al final del ensayo.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJES		
	GRAMINEAS	LEGUMINOSAS	MALEZAS
T1 (1.5 x 4)	87.46 ^c	9.06 ^a	3.46
T2 (1.5 x 5)	88.20 ^{bc}	8.60 ^a	3.20
T3 (2.0 x 4)	89.13 ^{abc}	7.86 ^{ab}	3.00
T4 (2.0 x 5)	92.46 ^{ab}	4.60 ^b	2.93
T5(sin árboles)	93.20 ^a	4.46 ^b	2.34

Valores con la misma letra vertical no difieren significativamente según prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Giraldo⁷⁴ reporta resultados obtenidos en cuanto a la composición botánica, en un estudio realizado en el corregimiento de Santa Elena, municipio de Medellín con tratamientos de alta densidad (1110 árboles/ha) y baja densidad (407 árboles/ha) donde se detectaron diferencias significativas en la composición botánica de la pastura (tabla 9), encontrándose un menor porcentaje de kikuyo y mayor de otras

⁷⁴ GIRALDO, Potencial de *Acacia decurrens*. 1. Evaluacion bajo un sistema silvopastoral en clima frío de Colombia. Op. cit., s.p.

gramíneas en alta densidad. En baja densidad se mantuvo la composición botánica. La cantidad de malezas igualmente tendió a ser superior en alta densidad, aunque dicha diferencia no fue significativa. La presencia de árboles, en baja densidad mejoró la composición de la pastura en cuanto un menor porcentaje de otras gramíneas.

Tabla 9. Composición botánica de la pradera en un sistema silvopastoril.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJES		
	KIKUYO	OTRAS GRAMINEAS	MALEZAS
Testigo	88.95	8.12	2.94
Baja densidad	93.05	3.74	3.03
Alta densidad	79.82	11.78	8.85

Bernal⁷⁵ argumenta que para mantener constante la composición botánica de una pradera es necesario conocer la velocidad de crecimiento de las diferentes especies y su respuesta a la defoliación, así como sus hábitos de pastoreo de las distintas especies animales que utilizan la pradera.

Se puede tener una buena proporción de leguminosas y gramíneas mediante una altura de pastoreo apropiada, cuando se pastorea bajo, se favorece la leguminosa que almacena sus reservas en los estolones y rizomas, en cambio cuando se pastorea alto, se favorece la gramínea que rebrota rápidamente debido al área foliar remanente ya que acumula sus reservas en la basa de los tallos. Por lo tanto con un pastoreo controlado se puede aumentar o disminuir a voluntad la cantidad de leguminosas o gramíneas presentes en una pradera de clima frío⁷⁶.

Los datos obtenidos en porcentaje de gramíneas *Pennisetum clandestinum* en esta investigación, presentan un comportamiento similar a lo reportado por Giraldo, donde se observa que al aumentar la densidad arbórea se ve disminuido el porcentaje de gramíneas y aumenta la cantidad de malezas. Cuando la densidad arbórea 2100 árboles/ha (tratamiento 1) el porcentaje de *Pennisetum clandestinum* es 87.46%. Siendo contrario cuando disminuye la densidad arbórea, aumentando o manteniéndose la cantidad de gramíneas y disminuyendo el

⁷⁵ BERNAL, Op. cit., p. 317.

⁷⁶ Ibid., p. 50.

porcentaje de malezas. Cuando la densidad arbórea es de 1375 árboles/ha (tratamiento 4) el porcentaje de *Pennisetum clandestinum* es 92.46%.

3.2 PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE LA LEÑOSA

Los datos obtenidos en el transcurso de la investigación se observan en el anexo I.

El análisis de varianza (anexo J) no muestra diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de sobrevivencia entre tratamientos, aunque el tratamiento 1 presento mayor porcentaje (88.89%) y el menor porcentaje el tratamiento 4 (86.06%).

Los datos obtenidos de porcentaje de sobrevivencia después de cinco meses de la siembra de *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra se observa en la tabla 10.

Tabla 10. Porcentaje de sobrevivencia de *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	% DE SOBREVIVENCIA
T1	1.5 X 4	88.89
T2	1.5 X 5	88.57
T3	2.0 X 4	88.88
T4	2.0 X 5	86.06
PROMEDIO		88.00

Escobar⁷⁷ manifiesta en estudios preliminares con *Acacia decurrens*, se ha encontrado que esta especie puede tener potencial para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en clima frío, debido a su buena adaptación. Así por ejemplo, presenta 97 por ciento de sobrevivencia después de 5 meses de trasplante, posee un acelerado crecimiento, además de su alta producción de biomasa comestible de alta calidad.

⁷⁷ ESCOBAR, L. M. Perspectivas de la producción de follaje y leña de *Acacia decurrens*. Medellín: Servicio Nacional de protección forestal, INDERENA, 1993. p. 2.

Botero y Russo⁷⁸ explican que la siembra de árboles fijadores de nitrógeno por semilla sexual es más conveniente que su propagación mediante estacas, debido al vigor, la tolerancia al corte, al pastoreo y a la sequía, la sobrevivencia y el potencial productivo son mayores en las leñosas provenientes de semilla sexual.

El porcentaje de sobrevivencia obtenido en esta investigación fue de 88.55% menor al reportado por Giraldo del 97%, posiblemente porque no solo se tiene en cuenta la adaptación de la especie a las condiciones edafoclimáticas propias de la zona; sino también permisible a daños mecánicos ocasionados por el ingreso de animales debido a la falta de protección de los árboles.

3.3 ALTURA DE LA PLANTA

Los datos obtenidos en el transcurso de la investigación se observan en el anexo K.

El crecimiento se evaluó hasta que *Acacia decurrens* sobrepasó una altura mínima o superior a un metro. Esta se determinó teniendo en cuenta que en la mayoría de leñosas perennes se recomienda efectuar la primera defoliación cuando las plantas han alcanzado de 1 a 1.5 metros de altura, tal como lo afirma Pezo e Ibrahim⁷⁹.

El análisis de varianza (Anexo L) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para la variable altura. No se presenta aún ninguna clase de interferencia de la parte aérea y radicular de la especie arbórea. Aunque la mayor altura se obtuvo en el tratamiento 3 (133.08cm) y la menor en tratamiento 2 (114.24cm) a los 12 meses de edad.

El comportamiento de la altura a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra se observa en la tabla 11.

⁷⁸ BOTERO y RUSSO, Op. cit., p. 132.

⁷⁹ PEZO e IBRAHIMM, Op. cit., p. 4 – 5.

Tabla 11. Altura en centímetros a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	ALTURA (cm)
T 1	1.5 x 4.0	125.25
T2	1.5 x 5.0	114.24
T3	2.0 x 4.0	133.08
T4	2.0 x 5.0	115.44

Giraldo reporta en un estudio realizado en Santa Elena, Antioquia donde los factores edafoclimáticos son: una altura de 2350 msnm, precipitación anual 2200 mm, temperatura promedio 18 °C, dentro de la zona de vida bosque húmedo montano bajo y suelos, derivados de cenizas volcánicas; la altura alcanzada por *Acacia decurrens* a los 5 meses de edad es de 0.70 y a los 14 meses de 3.21 metros⁸⁰.

Medrano explica la altura alcanzada de *Acacia decurrens* en banco de proteínas en el Centro de Investigación Obonuco Corpoica, de 1.10 metros a los 12 meses de edad y 1.60 a los 20 meses⁸¹.

Arévalo y Del Castillo obtuvieron una altura promedio en *Acacia decurrens* en el municipio de Imues departamento de Nariño, de 0.61 metros a los 10 meses de edad⁸².

Las condiciones edafoclimáticas varían de una zona a otra y pueden favorecer la velocidad de crecimiento de la especie. Por ende lo reportado en esta investigación muestra valores mayores a lo reportados por Arévalo y del Castillo en el municipio de Imues, corresponde a obtener una altura máxima (133.08cm) alcanzada por el tratamiento 3 y una mínima alcanzada por el tratamiento 2 (114.24cm); y menores a los reportados por Giraldo en Santa Elena, Antioquia.

⁸⁰ GIRALDO, Potencial de *Acacia decurrens*. 1. Evaluación bajo un sistema silvopastoril en clima frío de Colombia, Op. cit., s.p.

⁸¹ MEDRANO, Jorge. Valoración agronómica y nutritiva de especies arbóreas promisorias para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en el trópico alto de Nariño. [en línea]. [Pasto, Nariño]. Centro de Investigación Corpoica, 1997. [citado 13 jun, 2003]. Disponible en Internet: URL: www.idrc.ca/library/documents/101488.htm.

⁸² AREVALO, Rosa y DEL CASTILLO, Eric. Establecimiento de sistemas Agroforestales en el municipio de Imues. Imues, San Juan de Pasto, 1999, p.53. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

El análisis de regresión muestra que la variación de crecimiento en altura para *Acacia decurrens* es alta, mayor al 93%, determinando que el tiempo afecta positivamente el crecimiento de los árboles. La variación de crecimiento en altura con relación al tiempo (Figura 3), presentando una velocidad de crecimiento (b) y un coeficiente de determinación R^2 como se observa en la tabla 12.

Tabla 12. Análisis de regresión en altura con relación al tiempo.

TRATAMIENTO	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO CM/MES	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN R
T1 (1.5 x 4)	10.75	93.33	0.97
T2 (1.5 x 5)	9.49	95.53	0.98
T3 (2.0 x 4)	11.93	93.48	0.97
T4 (2.0 x 5)	10.08	92.61	0.96

Los datos obtenidos en ICM para la variable altura en el transcurso de la investigación se observan en el anexo M.

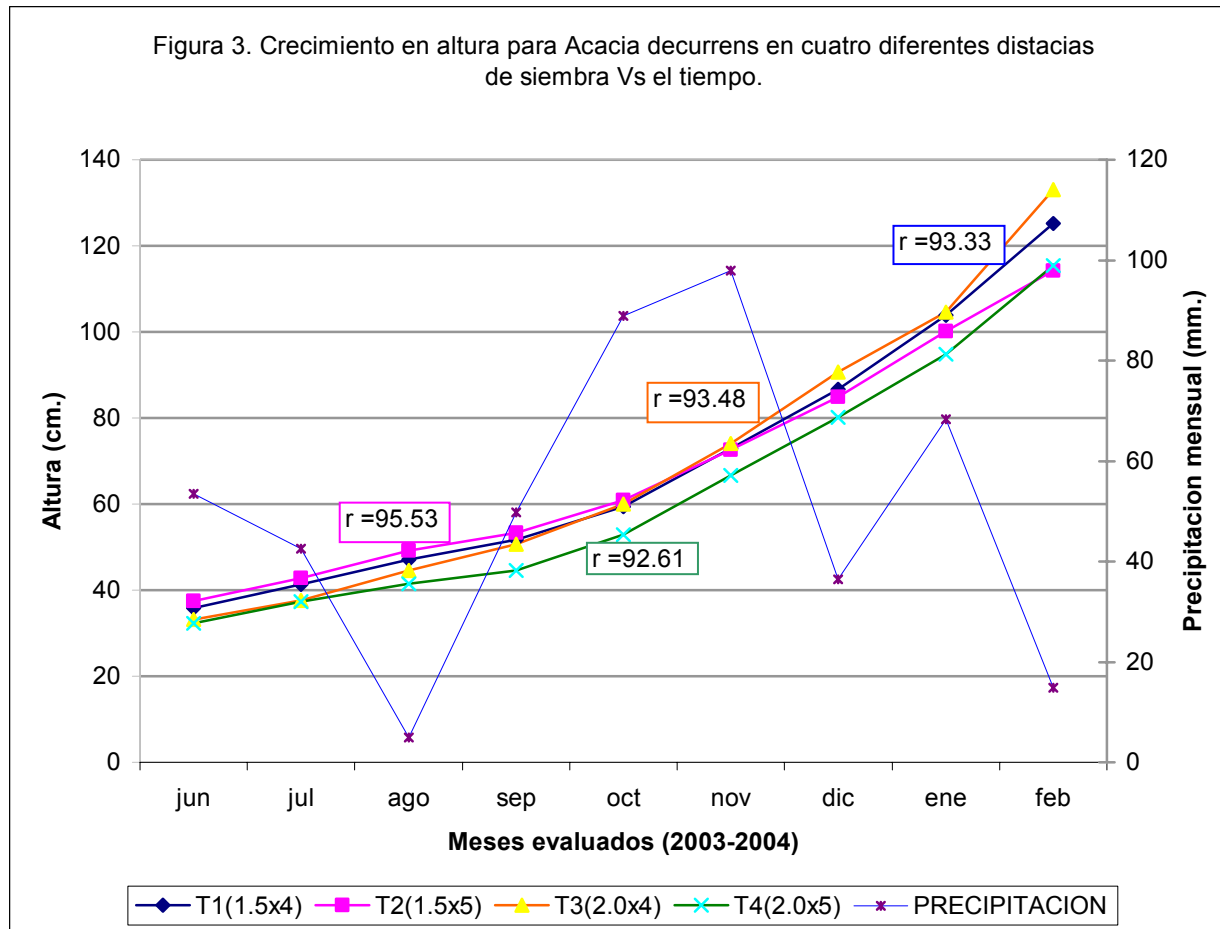
El análisis de varianza (anexo N) no muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para ICM en altura. No se presenta aún ninguna clase de interferencia de la parte aérea y radicular de la especie arbórea. Aunque el mayor ICM en altura se obtuvo en el tratamiento 3 (12.49cm/mes) y el menor para el tratamiento 2 (9.59cm/mes).

El comportamiento del ICM en altura en *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra (a partir de los tres meses de edad hasta los 12 meses) se observa en la tabla 13.

Tabla 13. Incremento corriente mensual (ICM) en altura para *Acacia decurrens*.

MESES EVALUADOS	T1 1.5 X 4	T2 1.5 X 5	T3 2.0 X 4	T4 2.0 X 5
Junio	5.51	5.36	4.54	5.07
Julio	5.69	6.26	6.97	4.20
Agosto	4.65	4.28	5.96	3.02
Septiembre	7.69	7.48	9.40	8.29
Octubre	13.53	11.72	14.09	13.83
Noviembre	13.69	12.23	16.48	13.55
Diciembre	17.15	15.35	14.09	14.64
Enero	21.47	14.06	28.39	20.59
PROMEDIO	11.17	9.59	12.49	10.40

Figura 3. Crecimiento en altura para *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra Vs el tiempo.



El análisis de regresión, indica que la precipitación no afecto significativamente el ICM en altura de *Acacia decurrens*. Determinando que la asimilación de agua por parte de la especie se presenta después de un periodo lluvioso y no exactamente en el tiempo que ocurrió el evento, posiblemente porque la planta no aprovecho la humedad existente en el suelo de forma inmediata⁸³.

El ICM en altura con relación a la precipitación (Figura 4), presentando una velocidad de crecimiento (b) y un coeficiente de determinación (R^2), como se observa en la tabla 14.

Tabla 14. Análisis de regresión para el ICM en altura con relación a la precipitación.

TRATAMIENTO	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO CM/MES	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN R
T1 (1.5 x 4)	5.49	24.09	0.40
T2 (1.5 x 5)	5.46	27.35	0.52
T3 (2.0 x 4)	5.07	26.53	0.52
T4 (2.0 x 5)	3.48	35.88	0.60

Según Fitzpratck, citados por Acosta y Moncayo explica que la humedad retenida en el suelo depende de la cantidad que se pierde y la velocidad con que se mueve. De igual manera en suelos donde la cobertura con residuos vegetales se acerca al 100%, la tasa de infiltración también se acerca a ese porcentaje y la tasa de escurrimiento tiende a cero⁸⁴.

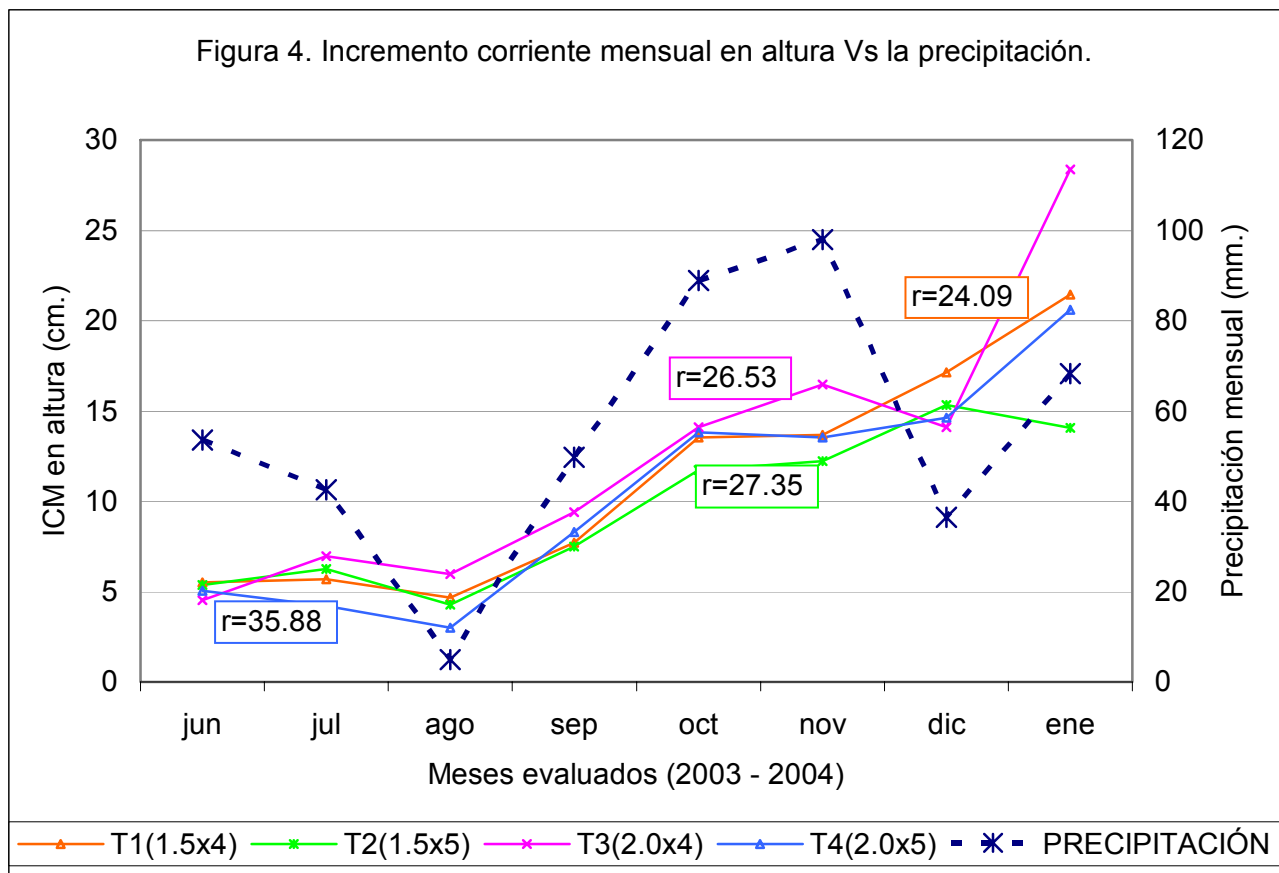
3.4 DIÁMETRO DE TALLO

Los datos obtenidos en el transcurso de la investigación se observan en el anexo O.

⁸³ COMUNICACIÓN PERSONAL con Luz Amalia Forero. I.F. M. Sc., docente Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, 3 de Septiembre de 2004.

⁸⁴ ALVARADO, Robert. PAZ, Mario. Evaluación del arreglo árboles dispersos en asociación con pasto kikuyo en el altiplano de Pasto. Pasto, 2004. p 41. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

Figura 4. Incremento corriente mensual en altura Vs la precipitación.



El análisis de varianza (anexo P) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para la variable diámetro de tallo. No se presenta aún ninguna clase de interferencia de la parte aérea y radicular de la especie arbórea. Aunque el mayor diámetro de tallo se obtuvo en el tratamiento 1 (1.04cm) y el menor para el tratamiento 4 (0.99cm) a los 12 meses de edad.

El comportamiento del diámetro de tallo a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra se observa en la tabla 15.

Tabla 15. Diámetro de tallo en centímetros a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	DIAMETRO DE TALLO (cm)
T 1	1.5 x 4.0	1.04
T 2	1.5 x 5.0	1.03
T 3	2.0 x 4.0	1.03
T 4	2.0 x 5.0	0.99

Alvarado y Paz, reportan en un estudio realizado en el Centro de Investigación Obonuco, un diámetro de tallo a una distancia de siembra de 7x7m de 1.41cm y a una distancia de 15x15m de 1.02cm⁸⁵.

El análisis de regresión muestra que la variación de crecimiento en diámetro de tallo para *Acacia decurrens* es alta, mayor al 98%, determinando que el tiempo afecta positivamente el crecimiento de los árboles. La variación de crecimiento en diámetro de tallo con relación al tiempo (Figura 5), presentando una velocidad de crecimiento (b) y un coeficiente de determinación (R^2) altos como se observa en la tabla 16.

⁸⁵ Ibid., p. 41.

Figura 5. Crecimiento en diámetro de tallo para *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra Vs el tiempo

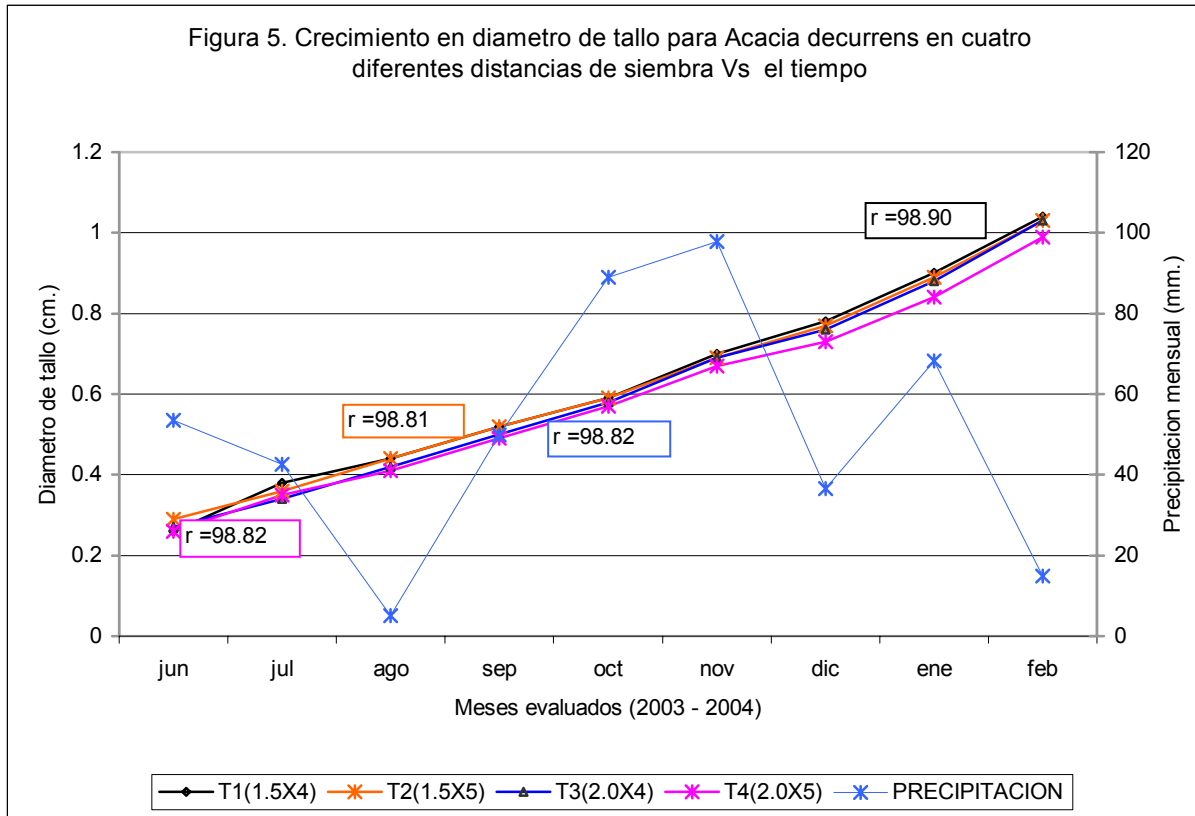


Tabla 16. Análisis de regresión en diámetro de tallo con relación al tiempo.

TRATAMIENTO	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO CM/MES	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ²	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN R
T1 (1.5 x 4)	0.092	98.90	0.99
T2 (1.5 x 5)	0.089	98.81	0.99
T3 (2.0 x 4)	0.092	98.82	0.99
T4 (2.0 x 5)	0.086	98.82	0.99

Los datos obtenidos en ICM para el variable diámetro de tallo en el transcurso de la investigación se observan en el anexo Q.

El análisis de varianza (anexo R) no muestran diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en el ICM en diámetro de tallo. No se presenta aún ninguna clase de interferencia de la parte aérea y radicular de la especie arbórea. Aunque el mayor ICM en diámetro de tallo fue obtenido en el tratamiento 1 (0.10 cm/mes) y el menor para el tratamiento 2 (0.09 cm/mes).

El comportamiento de ICM en diámetro de tallo en *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra (a partir de los 3 meses de edad hasta los 12) se observan en la tabla 17.

Tabla 17. Incremento corriente mensual (ICM) en diámetro de tallo para *Acacia decurrens*.

MESES EVALUADOS	T1 1.5 X 4	T2 1.5 X 5	T3 2.0 X 4	T4 2.0 X 5
Junio	0.08	0.08	0.08	0.08
Julio	0.06	0.08	0.08	0.08
Agosto	0.08	0.08	0.08	0.08
Septiembre	0.06	0.08	0.08	0.08
Octubre	0.11	0.10	0.11	0.10
Noviembre	0.08	0.08	0.08	0.06
Diciembre	0.11	0.12	0.11	0.10
Enero	0.15	0.14	0.15	0.16
PROMEDIO	0.10	0.09	0.09	0.09

El análisis de regresión, indica que la precipitación no afecto significativamente el crecimiento en diámetro de tallo de *Acacia decurrens*. Se puede observar que la

asimilación de agua por parte de la especie se presenta después de un periodo lluvioso y no exactamente en el tiempo que ocurrió el evento, posiblemente porque la planta no aprovecho la humedad existente en el suelo de forma inmediata⁸⁶.

El ICM en diámetro de tallo con relación a la precipitación (Figura 6), presentando una velocidad de crecimiento (b) y un coeficiente de determinación (R^2) bajos, como se observa en la tabla 18.

Tabla 18. Análisis de regresión para el ICM en diámetro de tallo con relación a la precipitación.

TRATAMIENTO	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO CM/MES	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN R
T1 (1.5 x 4)	0.07	7.34	0.27
T2 (1.5 x 5)	0.08	2.07	0.14
T3 (2.0 x 4)	0.08	6.40	0.25
T4 (2.0 x 5)	0.08	0.59	0.07

3.5 AREA DE COPA

Los datos obtenidos en el transcurso de la investigación se observan en el anexo S.

El análisis de varianza (anexo T) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para la variable área de copa. No se presenta aún ninguna clase de interferencia de la parte aérea y radicular de la especie arbórea. Aunque la mayor área de copa se obtuvo en el tratamiento 1 (1218.98cm²) y la menor para el tratamiento 4 (1049.09 cm²) a los 12 meses de edad.

El comportamiento de área de copa a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra se observa en la tabla 19.

⁸⁶ COMUNICACIÓN PERSONAL, con Luz Amalia Forero, Op. cit.,

Figura 6. Incremento corriente mensual en diámetro de tallo Vs la precipitación.

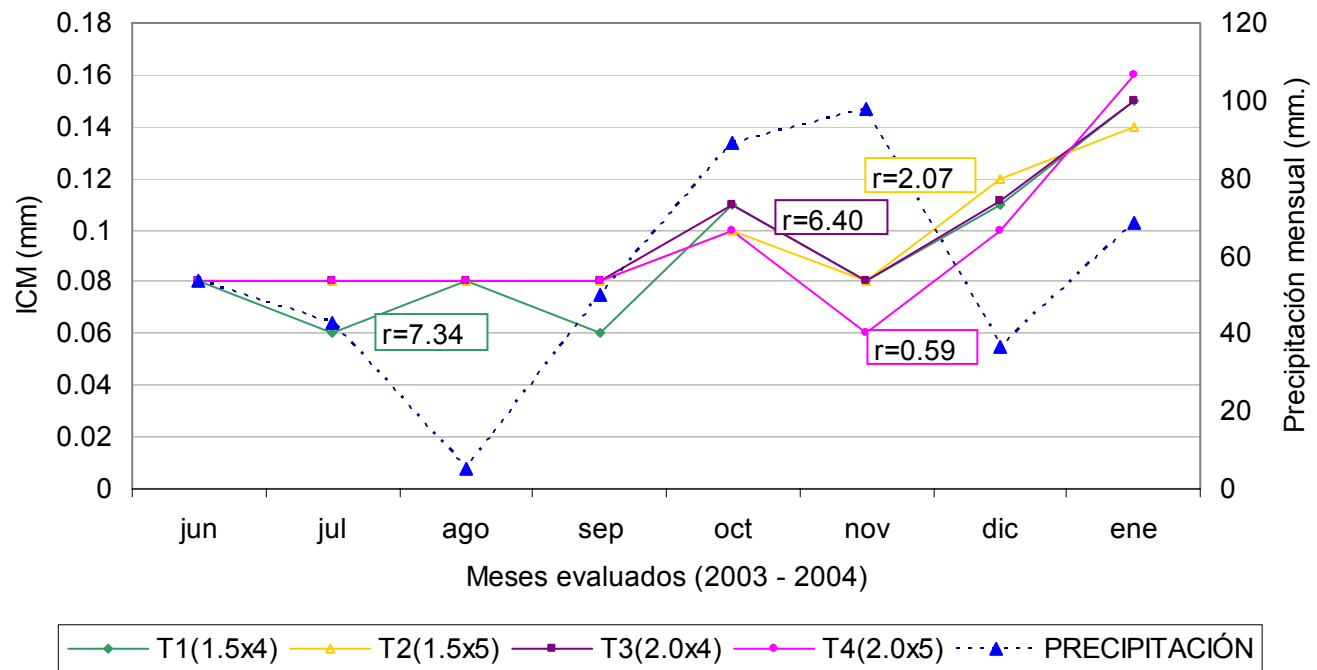


Tabla 19. Área de copa en (cm²) a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	DISTANCIA DE SIEMBRA (m)	AREA DE COPA (cm ²)
T 1	1.5 x 4.0	1218.98
T2	1.5 x 5.0	1136.26
T3	2.0 x 4.0	1181.23
T4	2.0 x 5.0	1049.09

Giraldo reporta en un estudio realizado en Santa Elena, Antioquia que la área de copa alcanzada por *Acacia decurrens*, en alta densidad (1110 árboles/ha) y baja densidad (407 árboles/ha) a los 17 meses, de 2181 y 1180, a los 23 meses de 3475 y 2154, a los 28 meses de 7227 y 4799 cm².⁸⁷

El análisis de regresión, muestra que la variación de crecimiento en área de copa para *Acacia decurrens* es alta, mayor al 90%, determinando que el tiempo afecta positivamente el crecimiento de los árboles. La variación de crecimiento en área de copa con relación al tiempo, (Figura 7), presentando una velocidad de crecimiento (b) y un coeficiente de determinación (R²) altos como se observa en la tabla 20.

Tabla 20. Análisis de regresión en área de copa con relación al tiempo.

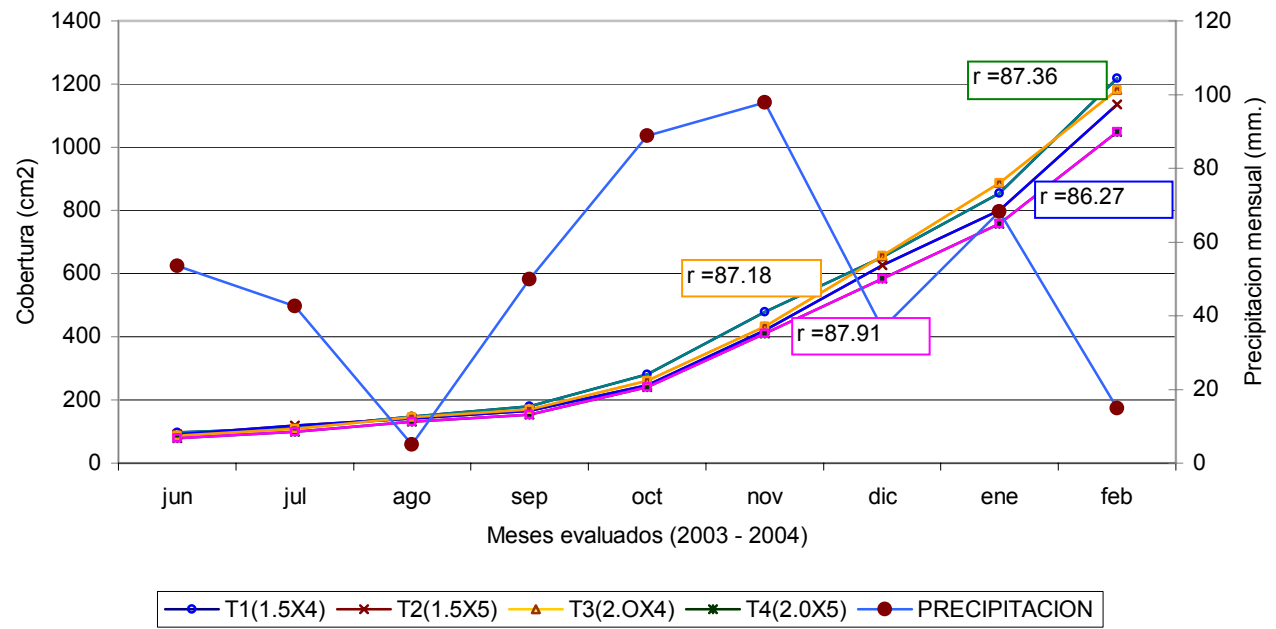
TRATAMIENTO	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO CM/MES	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ²	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN R
T1 (1.5 x 4)	133.80	87.37	0.93
T2 (1.5 x 5)	124.11	86.27	0.92
T3 (2.0 x 4)	133.33	87.18	0.93
T4 (2.0 x 5)	117.07	87.91	0.94

Los datos obtenidos en ICM para la variable área de copa, en el transcurso de la investigación se observan en el anexo U.

El análisis de varianza (anexo V) no se presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. No se presenta aún ninguna clase de

⁸⁷ GIRALDO, Potencial de *Acacia decurrens*. 1. Evaluación bajo un sistema silvopastoril en clima frío de Colombia, Op. cit., s.p.

Figura 7. Crecimiento en área de copa para *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra Vs el tiempo



interferencia de la parte aérea y radicular de la especie arbórea. Aunque el mayor ICM en área de copa fue obtenido en el tratamiento 1 (139.03cm²/mes) y el menor para el tratamiento 4 (121.34cm²/mes).

El Comportamiento de ICM en área de copa en *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra (a partir de los 3 meses de edad hasta los 12 meses) se observan en la tabla 21.

Tabla 21. Incremento corriente mensual (ICM) en área de copa para *Acacia decurrens*.

MESES EVALUADOS	T1 1.5 X 4	T2 1.5 X 5	T3 2.0 X 4	T4 2.0 X 5
Junio	14.31	27.08	23.66	20.26
Julio	35.62	23.69	35.17	32.02
Agosto	33.07	22.91	25.86	23.15
Septiembre	101.51	80.64	89.14	86.54
Octubre	196.61	174.17	171.21	169.7
Noviembre	174.27	206.06	225.34	173.8
Diciembre	202.07	174.07	231.05	174.1
Enero	364.79	336.31	294.84	291.1
PROMEDIO	140.28	130.62	137.08	121.34

El análisis de regresión, indica que la precipitación no afecto significativamente el crecimiento en área de copa de *Acacia decurrens*. Se puede observar que la asimilación de agua por parte de la especie se presenta después de un periodo lluvioso y no exactamente en el tiempo que ocurrió el evento, posiblemente porque la planta no aprovecho la humedad existente en el suelo de forma inmediata⁸⁸.

El ICM en área de copa con relación a la precipitación (Figura 8), presentando una velocidad de crecimiento (b) y un coeficiente de determinación (R²) bajos, como se observa en la tabla 22.

El análisis de varianza (anexo Y) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque la mayor acumulación de materia seca a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens* se obtuvo en el tratamiento 1 (0.08 t/MS/ha) y la menor en el tratamiento 4 (0.04 t/MS/ha).

⁸⁸ COMUNICACIÓN PERSONAL, Luz Amalia Forero, Op. cit.,

Figura 8. Incremento corriente mensual en área de copa Vs la precipitación

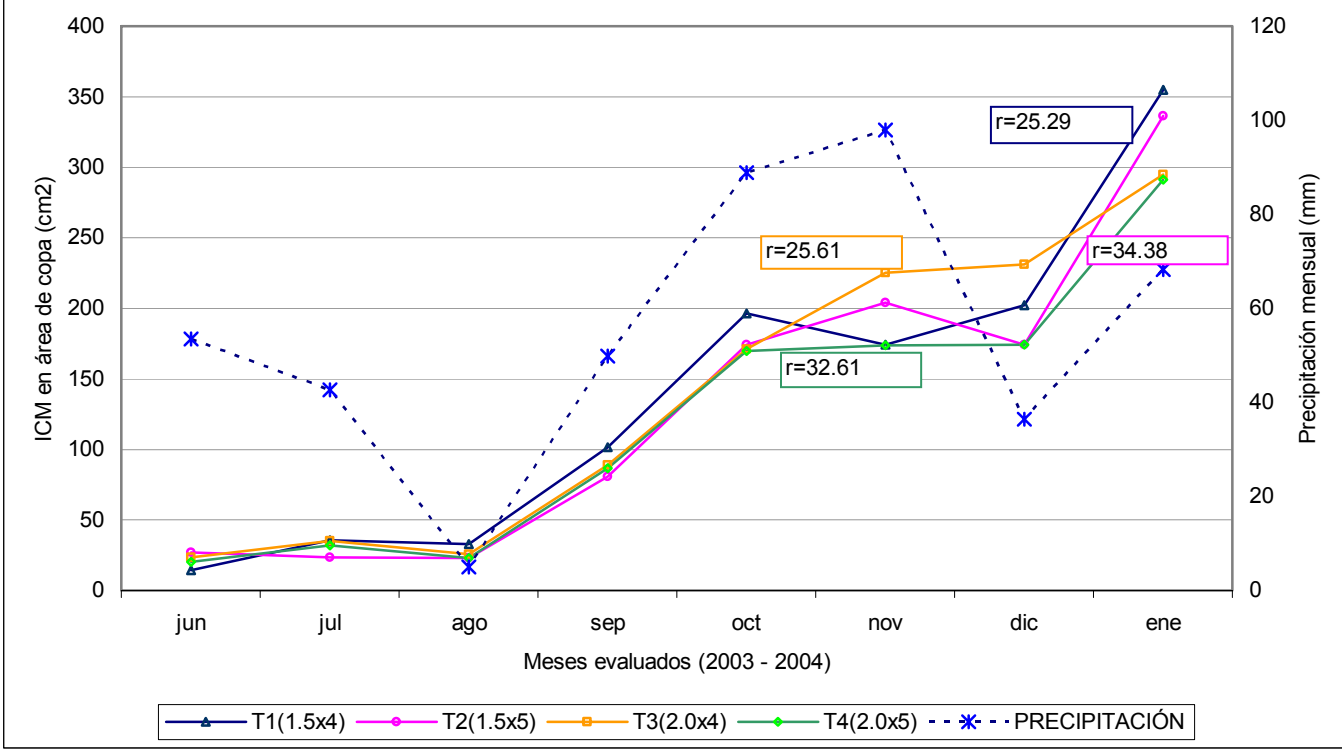


Tabla 22. Análisis de regresión para el ICM en área de copa con relación a la precipitación.

TRATAMIENTO	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO CM/MES	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ²	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN R
T1 (1.5 x 4)	30.64	25.29	0.50
T2 (1.5 x 5)	18.07	34.48	0.58
T3 (2.0 x 4)	25.81	25.61	0.50
T4 (2.0 x 5)	18.38	32.61	0.57

3.6 FORRAJE VERDE Y MATERIA SECA.

3.6.1 Acumulación de forraje verde y materia seca en *Acacia decurrens*.

Los datos obtenidos en el transcurso de la investigación se observan en el anexo W. Primer aprovechamiento correspondiente a la cantidad de forraje verde reunida durante 12 meses de edad.

El análisis de varianza (anexo X) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque la mayor acumulación de forraje verde a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens* se obtuvo en el tratamiento 1 (0.19 t/FV/ha) y la menor acumulación en el tratamiento 4 (0.10 t/FV/ha)

La acumulación de forraje verde (FV) en *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra se observa en la tabla 23.

Tabla 23. Acumulación de FV a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE ÁRBOLES		ACUMULACIÓN DE FORRAJE VERDE	
	tratamiento	hectárea	g/árbol	t/ha/corte
T1 (1.5 x 4)	84	2100	88.56	0.19
T2 (1.5 x 5)	70	1750	77.43	0.14
T3 (2.0 x 4)	66	1650	82.29	0.14
T4 (2.0 x 5)	55	1375	70.11	0.10

El análisis de varianza (anexo Y) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque la mayor acumulación de materia seca a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens* se obtuvo en el tratamiento 1 (0.080 t/MS/ha) y la menor acumulación en el tratamiento 4 (0.04 t/MS/ha)

La acumulación de materia seca (MS) de *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra se observa en la tabla 24.

Tabla 24. Acumulación de MS a los 12 meses de edad en *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE ÁRBOLES		ACUMULACIÓN DE MATERIA SECA	
	tratamiento	hectárea	g./árbol	t/ha/corte
T1 (1.5 x 4)	84	2100	39.93	0.08
T2 (1.5 x 5)	70	1750	34.06	0.06
T3 (2.0 x 4)	66	1650	38.90	0.06
T4 (2.0 x 5)	55	1375	32.02	0.04

3.6.2 Producción de forraje verde y materia seca en *Acacia decurrens*.

Los datos obtenidos en el transcurso de la investigación se observan en el anexo Z.

El análisis de varianza (anexo 1) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque la mayor producción de forraje verde a una frecuencia de poda de cinco meses en *Acacia decurrens* se obtuvo en el tratamiento 1 (0.25 t/FV/ha) y la menor producción en el tratamiento 4 (0.14 t/FV/ha/).

La producción de forraje verde (FV) en *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra se observa en la tabla 25.

Tabla 25. Producción de FV a una frecuencia de poda de cinco meses en *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE ÁRBOLES		PRODUCCIÓN DE FORRAJE VERDE	
	tratamiento	hectárea	g/árbol	t/ha/corte
T1 (1.5 x 4)	84	2100	117.78	0.25
T2 (1.5 x 5)	70	1750	107.03	0.19
T3 (2.0 x 4)	66	1650	112.54	0.19
T4 (2.0 x 5)	55	1375	99.53	0.14

Según Medrano *Acacia decurrens* con podas cada 3 meses obtuvo una producción de FV de 193g/árbol y podada a los 6 meses de 353g/árbol⁸⁹.

López y Santamaría reportan una producción de *Acacia decurrens* con una frecuencia de poda a los 90 días de 179.25g/árbol, a los 120 días de 362g/árbol y los 150 días de 496.40g/árbol⁹⁰.

El análisis de varianza (anexo 2) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque la mayor producción de materia seca a una frecuencia de poda de cinco meses en *Acacia decurrens* se obtuvo en el tratamiento 1 (0.12 t/MS/ha) y la menor producción en el tratamiento 4 (0.06 t/MS/ha).

La producción de materia seca (MS) en *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra se observa en la tabla 26.

⁸⁹ MEDRANO, Op. cit., p.50.

⁹⁰ LOPEZ, Juan Fernando. SANTAMARIA, Santiago. Evaluación de la producción de biomasa de tres especies arbóreas en un banco de proteínas en el centro de Investigación Obonuco. Municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 2003, p.42. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencia Agrícolas.

Tabla 26. Producción de MS a una frecuencia de poda de cinco meses en *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	NUMERO DE ÁRBOLES		PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA	
	tratamiento	hectárea	g/árbol	t/ha/corte
T1 (1.5 x 4)	84	2100	54.80	0.12
T2 (1.5 x 5)	70	1750	47.59	0.08
T3 (2.0 x 4)	66	1650	53.03	0.09
T4 (2.0 x 5)	55	1375	44.59	0.06

Giraldo reporta la producción de forraje comestible proveniente de la acacia fue de 1,4 y 1,0 t/ha/corte para baja y alta densidad respectivamente, siendo inferior a la obtenida en ensayos preliminares en Piedras Blancas, (Medellín) donde produjo en dos años 4,0 t/ha de materia seca, sembrada a una distancia de 2,7 x 2,7 m, o sea, 1 371 árboles /ha. Esto probablemente se debe a que desde un año de establecida se está pastoreando, observándose un alto consumo (ramoneo) de las vacas en producción⁹¹.

Gómez manifiesta, “que la producción de biomasa en el primer corte en árboles y arbustos forrajeros esta representado en forma de leña, debido a la lignificación de la planta en el tiempo transcurrido desde la siembra hasta la realización del primer corte”⁹².

Camero indica en sus trabajos de investigación, que el follaje de numerosos especies arbóreas y arbustos pueden mejorar la calidad de las dietas utilizadas en la alimentación animal y producir elevadas cantidades de biomasa una vez superara el periodo de adaptación⁹³.

Recalde y Paz explican en estudios realizados por (CONIF 1986) que la disminución o pérdida en el nivel de la producción no puede ser explicada por la

⁹¹ GIRALDO, Potencial de *Acacia decurrens* 1. Evaluación bajo un sistema silvopastoril en clima frío de Colombia, Op., cit. s.p.

⁹² GOMEZ, María. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. Cali: CIPAV, 1995. p. 89.

⁹³ CAMERO, A. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. En: Alternativas para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Bogotá: CORPOICA, 1996. p. 21.

influencia de una estación seca sino por las posibles alteraciones fisiológicas (disminución de la capacidad de rebrote, muerte de ramas, deformación de las hojas, sintomatología de deficiencia de elementos: calcio, magnesio, fósforo, entre otras) a causa de periodos demasiados cortos⁹⁴.

En la presente investigación la mayor producción de forraje verde fue obtenida para el tratamiento 1 (1.5 x 4) de 117.78 g/árbol, fue menor a lo reportados por Giraldo, Medrano y López, se podría considerar que la producción puede estar influenciada por el tiempo de establecido que lleve un sistema silvopastoril, ya que estos tienen más de 2 años de establecidos; al igual que la influencia del régimen de lluvias en el periodo de recuperación después de la poda de formación, que en el presente estudio correspondió a los meses de marzo, abril, mayo, junio y julio del 2004, ya que en un periodo seco la planta presenta un lento rebrote y por consiguiente una baja producción de forraje.

El análisis de varianza (anexo 3) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque el mayor porcentaje de materia seca se obtuvo en el tratamiento 3 (47.16%) y el menor porcentaje en el tratamiento 4 (44.19%).

El porcentaje de materia seca (%MS) correspondiente a una frecuencia de poda de cinco meses para *Acacia decurrens* en cuatro diferentes distancias de siembra, se observa en la tabla 27.

Tabla 27. Porcentaje de materia seca (%MS) en *Acacia decurrens*.

TRATAMIENTOS	PORCENTAJE DE MATERIA SECA
T1 (1.5 x 4)	46.50
T2 (1.5 x 5)	44.97
T3 (2.0 x 4)	47.16
T4 (2.0 x 5)	44.19

Recalde y Paz tuvieron un %MS de 36.36% a una frecuencia de poda de 3 meses, 43.81% a 4 meses, 45.05% a 5 meses. Explicando que a medida que aumenta la

⁹⁴ RECALDE, Daira. y PAZ, Fidel. Determinación preliminar de la variación nutricional mineral en un arreglo silvopastoril (Banco de proteína) Municipio de Pasto, departamento de Nariño, el centro de investigación Corpoica Obonuco. San Juan de Pasto, 2003, p.65. Trabajo de grado. (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

frecuencia de poda, aumenta el %MS debido a una mayor acumulación de los contenidos de lignina⁹⁵.

Van Soest y Church explican que las leguminosas son generalmente más ricas en lignina que las gramíneas⁹⁶.

Borel señala que en las ramas se pueden encontrar diferentes niveles de lignificación de acuerdo con la velocidad de crecimiento, edad de los materiales y probablemente época del año⁹⁷.

Los datos obtenidos en la presente investigación fueron similares a los reportados por Recalde y Paz, en el año 2003 en un banco de proteínas (CORPOICA Obonuco) de 45.05% MS a una frecuencia de poda de cinco meses, comparado con el tratamiento 3 (2.0m x 4m) de este estudio, siendo de 47.16% MS igualmente a una frecuencia de poda de cinco meses, demostrando que a medida que aumenta la frecuencia de poda, aumenta el porcentaje de materia seca.

3.6.3 Producción de forraje verde y materia seca en *Pennisetum clandestinum*.

Los datos obtenidos en el transcurso de la investigación se observan en el anexo 4. El resultado obtenido presenta el promedio de cinco submuestras por tratamiento, para obtener una sola muestra representativa, para cada una de las repeticiones.

El análisis de varianza (anexo 5) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque la mayor producción de forraje verde a una frecuencia de corte de 45 días en *Pennisetum clandestinum* se obtuvo en el tratamiento 4 (4.98 t/FV/ha/corte) y la menor producción en el tratamiento 2 (2.73 t/FV/ha/corte).

⁹⁵ RECALDE y PAZ, Op. cit., p.66.

⁹⁶ VAN SOEST, P. y CHUR. D. Nutritional ecology of the ruminant. Oregon: O y B Books, 1982. p. 67.

⁹⁷ BOREL, R. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en alimentación animal. En: Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali: 1997. p. 15.

La producción de forraje verde (FV) en *Pennisetum clandestinum*, se observa en la tabla 28.

Tabla 28. Producción forraje verde (t/FV/ha/corte) en *Pennisetum clandestinum*

TRATAMIENTOS	MESES EVALUADOS					
	JUN	AGO	SEP	NOV	DIC	FEB
T1 (1.5 x 4)	4.15	2.76	2.55	4.71	5.37	4.39
T2 (1.5 x 5)	2.39	2.12	2.03	3.19	4.18	2.43
T3 (2.0 x 4)	5.17	4.25	3.64	5.50	5.08	4.39
T4 (2.0 x 5)	5.14	4.60	2.94	6.39	6.30	4.50
T5 (sin árboles)	4.04	3.93	2.93	4.83	5.14	4.25

En Colombia se ha encontrado producciones de forraje verde de 4.3 t/ha/corte (21 días), 10.6 t/ha/corte (42 días) y 23t/ha/corte (63 días). Davila⁹⁸

La producción de forraje verde en la pradera pasto kikuyo fue mayor en el tratamiento 4 de 4.97 t/FV/ha corte (intervalos de corte cada 45 días), fue mayor en comparación a la reportada por Alvarado y Paz que fue de 5.25 t/FV/ha/corte a los cuatro meses después de haberse aplicado glifosato⁹⁹.

El análisis de regresión (Tabla 29) indica que la precipitación afecta significativamente la producción de forraje verde. Se puede observar que la mayor producción fue de 5.21 t/FV/ha/corte correspondiente a uno de los meses más lluviosos y la menor producción en septiembre 2.82t/FV/ha/corte correspondiente al mes menos lluvioso (Figura 9). El análisis de regresión entre la precipitación y la producción de forraje verde (Figura 9), presentando una velocidad de crecimiento (b) y un coeficiente de determinación (R^2) altos, como se observa en la tabla 29.

⁹⁸ DAVILA, Vicente. El pasto kikuyo. En: Floresta Guatemala. Guatemala: Numero 76. 1987. p.13

⁹⁹ ALVARADO y PAZ, Op., cit. p.51.

Figura 9. Producción de forraje verde de Pennisetum clandestinum Vs la precipitación

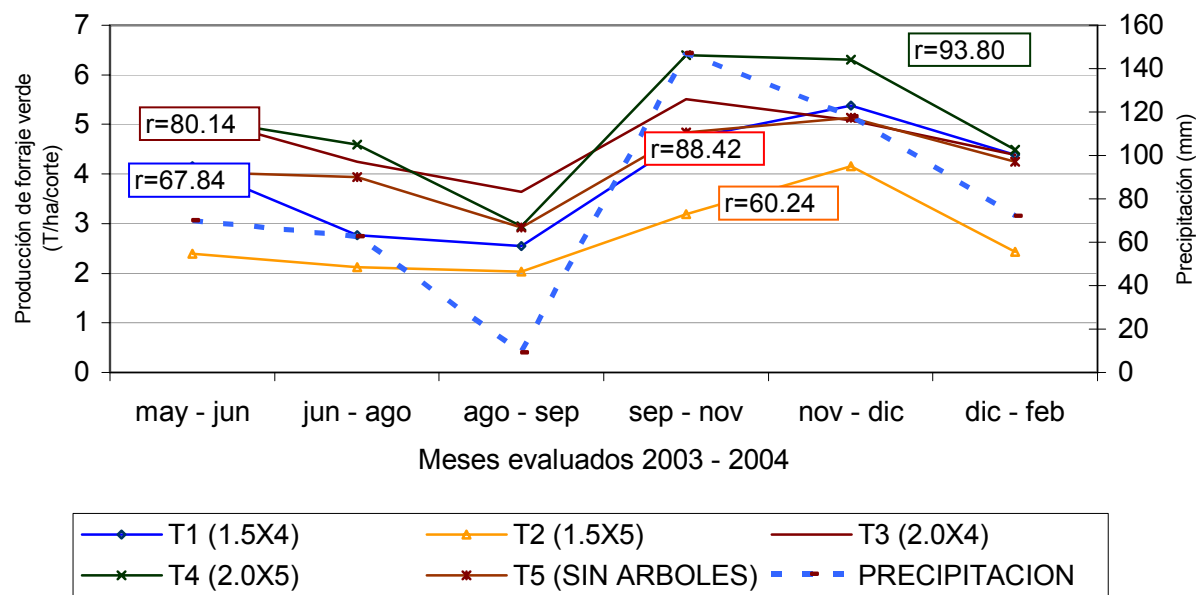


Tabla 29. Análisis de regresión en la producción de forraje verde con relación a la precipitación.

TRATAMIENTO	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO T/HA/CORTE B	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R ²	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN R
T1 (1.5 x 4)	0.019	67.84	0.82
T2 (1.5 x 5)	0.013	60.24	0.78
T3 (2.0 x 4)	0.013	80.14	0.89
T4 (2.0 x 5)	0.026	93.80	0.97
T5 (sin árboles)	0.015	88.42	0.94

Crespo *et al* afirman que las condiciones climáticas como la precipitación y la humedad relativa juegan un papel decisivo en la producción de biomasa. Si embargo algunas gramíneas como el kikuyo presenta características que les permiten sobrevivir a condiciones adversas una de ellas es la “dormancia” o latencia fisiológica propia de estos pastos cuando hay sequía¹⁰⁰.

La humedad del suelo determina en parte la cantidad y calida de forraje porque durante las épocas de sequía la planta tiende a disminuir su producción y a lignificarse mas pronto, por consiguiente disminuye rápidamente su valor nutritivo, durante épocas húmedas o bajo condiciones de riego hay mayor producción, el pasto permanece verde y su lignificación es menor¹⁰¹.

Navarrete manifiesta que el periodo de recuperación del Kikuyo se ve afectado por la humedad relativa del aire y la precipitación pluvial debido a la gran sensibilidad que presenta esta especie a la demanda evaporativa¹⁰².

¹⁰⁰ CRESPO, G. *et al*. Los pastos en Cuba. La Habana Cuba: Edición pueblo y educación. 1998. p. 345.

¹⁰¹ TAMAYO, Fernando. Manejo y utilización de praderas. En pasturas tropicales. Memorias del curso. Corpoica. Regional 4. Plan Nacional de rehabilitación: coordinación regional pecuaria. Medellín: 1996. p.118.

¹⁰² NAVARRETE, Eduardo. Respuesta del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a la aplicación de diferentes Fuentes y dosis de nitrógeno. Santa fe de Bogotá, Colombia: 1996. p.7. Trabajo de grado. (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional.

El análisis de varianza (anexo 6) muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Obteniendo la mayor producción de materia seca a una frecuencia de corte de 45 días en *Pennisetum clandestinum* se obtuvo en el tratamiento 4 (1.4 t/MS/ha/corte) y una menor producción en el tratamiento 2 (0.7 t/MS/ha/corte). Los tratamientos 1, 3 y 5 no presentaron diferencias estadísticas significativas, según prueba de Tukey al 95%.

La producción de materia seca (MS) en *Pennisetum clandestinum*, se observa en la tabla 30.

Tabla 30. Producción de materia seca (t/MS/ha/corte) en *Pennisetum clandestinum*

TRATAMIENTOS	MESES EVALUADOS					
	JUN	AGO	SEP	NOV	DIC	FEB
T1 (1.5 x 4)	1.1	0.8	0.7	1.1	1.3	1.2
T2 (1.5 x 5)	0.7	0.6	0.6	0.8	1.0	0.7
T3 (2.0 x 4)	1.4	1.1	1.0	1.4	1.3	1.2
T4 (2.0 x 5)	1.4	1.4	0.9	1.6	1.8	1.3
T5 (sin árboles)	1.1	1.1	0.9	1.3	1.4	1.1

Sotto encontró en kikuyo cosechado a los 39, 50 y 78 días una producción de 1.27, 1.75 y 3.25 t/ha/corte respectivamente¹⁰³.

Apráez en su investigación de pasto Kikuyo con diferentes dosis de fertilización y dos tipos de labranza, en el Centro de Investigaciones Agropecuarias y biológicas (CIAB) ubicada en la granja de Botana propiedad de la Universidad de Nariño, encontró una producción de materia seca 2.43t/ha/corte (62 días) con labranza cero y fertilización cero¹⁰⁴.

¹⁰³ SOTO, Luis. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum* bajo fertilización nitrogenada. Santa fe de Bogota, Colombia, 1979. p.41. Trabajo de grado (Ms). Universidad Nacional. Programa de estudios para graduados en ciencias Agrícolas ICA.

¹⁰⁴ APRÁEZ, Edmundo. y MONCAYO, Oscar. Caracterización agronómica y bromatológica de una pradera de kikuyo (*pennisetum clandestinum* hoechst) sometida a rehabilitación mediante labranza y fertilización orgánica y/o mineral. [en línea]. [Catambuco, Pato, Nariño]. Universidad de Nariño, 2003. [citado 21 oct, 2003]. Disponible en Internet: <http://www.virtualcentre.org/es/en/keynote14htm>

Dávila reporta que en Colombia, se han obtenido producciones de forraje seco de 1.5t/ha/corte (21días), 2.2t/ha/corte (42días) y 5.2 t/ha/corte (63 días)¹⁰⁵.

Giraldo en un sistema silvopastoril con *Acacia decurrens* y *Pennisetum clandestinum* en alta y baja densidad y monocultivo de pasto, obtuvo una producción de materia seca de 1.4t/ha/corte, 2.08t/ha/corte y 2.1t/ha/corte (55 días) respectivamente¹⁰⁶.

La producción de materia seca en la pradera de pasto kikuyo fue menor de 1.23 t/MS/ha corte (intervalos de corte cada 45 días), en comparación a la reportada por Apraez de 2.43 t/MS/ha/corte (intervalos de corte cada 62 días), Dávila obtuvo 2.2 t/MS/ha/corte (intervalos de corte cada 42 días) y Giraldo reporto una producción de 1.4t/MS/ha corte (intervalos de corte cada 55 días), posiblemente puede estar asociado a la edad de la pastura, a que el arreglo agroforestal se estableció en una pastura degradada, a la frecuencia de corte y a los factores edafoclimaticos para varia la producción de materia seca de una pradera.

El análisis de regresión (Tabla 31) indica que la precipitación afecta significativamente la producción de materia seca. Se puede observar que la mayor producción fue de 1.36t/MS/ha/corte correspondiente a uno de los meses más lluviosos y la menor producción de 0.82t/MS/ha/corte correspondiente al mes menos lluvioso (Figura 10). El análisis de regresión entre la precipitación y la producción de materia seca (Figura 10), presentando una velocidad de crecimiento (b) y un coeficiente de determinación (R^2) altos, como se observa en la tabla 31.

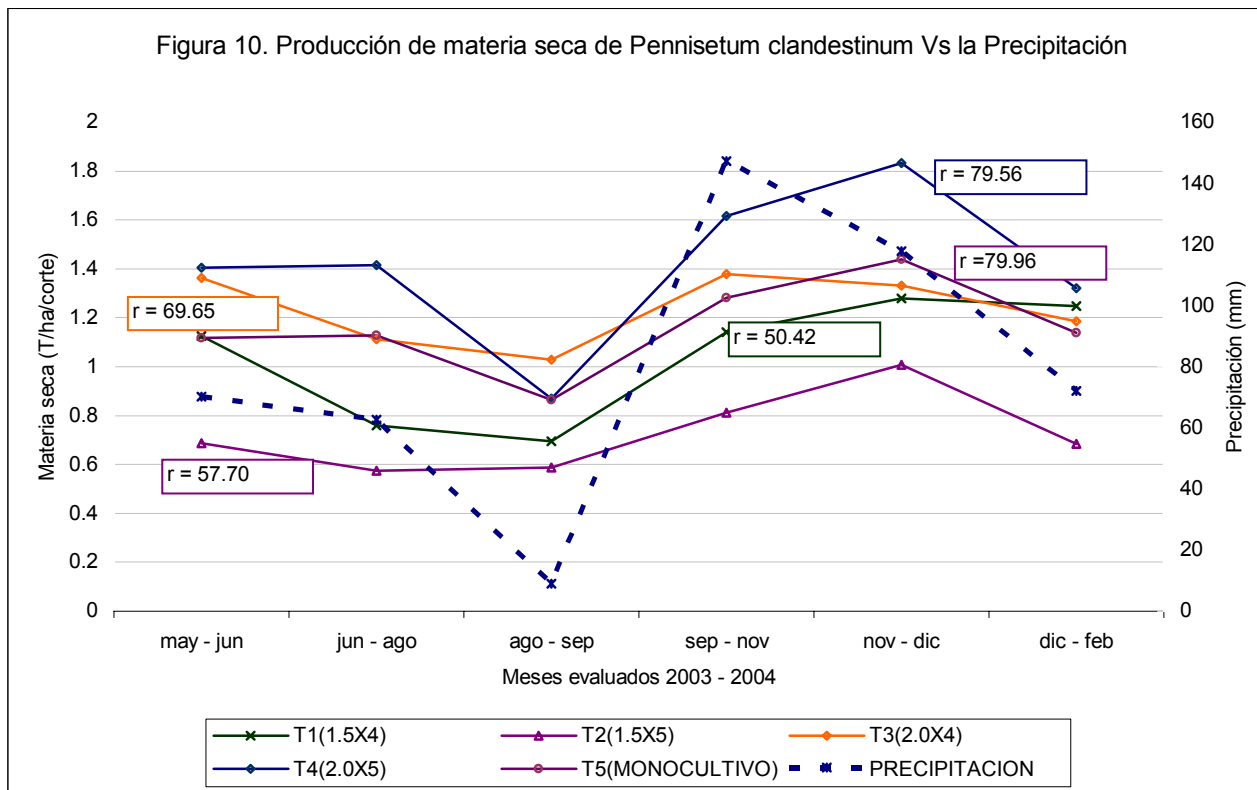
Tabla 31. Análisis de regresión en la producción de materia seca con relación a la precipitación.

TRATAMIENTO	VELOCIDAD DE CRECIMIENTO T/HA/CORTE B	COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN R^2	COEFICIENTE DE CORRELACIÓN R
T1 (1.5 x 4)	0.003	50.42	0.71
T2 (1.5 x 5)	0.002	57.70	0.76
T3 (2.0 x 4)	0.002	69.65	0.83
T4 (2.0 x 5)	0.006	79.56	0.89
T5 (sin árboles)	0.003	79.96	0.89

¹⁰⁵ DAVILA, Op. cit., p.40.

¹⁰⁶ GIRALDO, Potencial de *Acacia decurrens*. 1. Evaluación bajo un sistema silvopastoril en clima frío de Colombia, Op. cit., s.p.

Figura 10. Producción de materia seca de Pennisetum clandestinum Vs la Precipitación



El análisis de varianza (anexo 7) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque el mayor porcentaje de materia seca se obtuvo en el tratamiento 4 (28.57%) y el menor porcentaje en el tratamiento 1 (26.38%).

El porcentaje de materia seca (%MS) correspondiente a una frecuencia de corte de 45 días para *Pennisetum clandestinum*, se observa en la tabla 32.

Tabla 32. Porcentaje de materia seca (%MS) en *Pennisetum clandestinum*.

MESES EVALUADOS	PORCENTAJE DE MATERIA SECA				
	T1 (1.5x4)	T2 (1.5x5)	T3 (2.0x4)	T4 (2.0x5)	T5(sin árboles)
May-Jun	27.11	28.71	26.38	27.34	27.61
Jun-Ago	27.54	26.99	26.13	30.78	28.65
Ago-Sep	27.18	28.89	28.27	29.51	29.52
Sep-Nov	24.20	25.39	25.02	25.30	26.54
Nov-Dic	23.82	24.17	26.22	29.11	27.99
Dic-Feb	28.42	28.09	26.98	29.40	26.78
PROMEDIO	26.38	27.04	26.50	28.57	27.85

3.7 VALOR NUTRICIONAL

3.7.1 Valor nutricional de la especie arbórea *Acacia decurrens*.

Los datos obtenidos en el análisis químico proximal (A.Q.P) en *Acacia decurrens*, realizados a una frecuencia de poda de 150 días se observa en la tabla 33.

Tabla 33. Análisis químico proximal de *Acacia decurrens* en el arreglo agroforestal pastura en callejones

ANALISIS	ACACIA DECURRENS	
	%B. HÚMEDA	%B SECA
Humedad	57.71	
Materia seca	42.29	
Ceniza	1.23	2.91
Extracto etéreo	0.91	2.15
Fibra cruda	8.08	19.12
Proteína	6.60	15.61
E. N.N.	25.47	60.22

La cantidad de materia seca obtenida en *Acacia decurrens* fue de 42.29%, similar al reportado por Recalde y Paz¹⁰⁷ quienes describen que a una frecuencia de poda de 150 días se obtiene un valor de 45.05%,

Al comparar los valores reportados por Giraldo¹⁰⁸ 15.80% de proteína, Jaramillo y Jiménez¹⁰⁹ de 17.75% de proteína, comparados con el presente estudio fueron mayores. Pero de igual forma el contenido de proteína obtenido fue alto, de 15.61% comparado con la clasificación de valores nutritivos de las forrajeras según los contenidos principales de componentes expresados en base seca, descrito en Pasturas Tropicales¹¹⁰ donde valores expresados en porcentaje de proteína entre 15.5% y mayores se consideran altos.

Giraldo¹¹¹ reporta en la *Acacia* presentó un alto contenido de proteína cruda, un bajo contenido de pared celular y una baja degradabilidad ruminal a las 48 horas. La baja degradabilidad se debe posiblemente, al alto contenido de taninos que presenta esta especie. Se reconoce que los taninos protegen parte de la proteína de la degradación ruminal, aumentando la cantidad de proteína sobrepasante, lo cual es favorable para la nutrición del animal, ya que este absorbe en el intestino delgado una proteína de mayor calidad, lo que repercute en una mayor producción animal.

El contenido de extracto etéreo obtenido fue de 2.15% menor, al reportado por Jaramillo y Jiménez¹¹² de 3.54%, expresando que el resultado obtenido se encuentra en una categoría regular; no se podría obtener una mayor producción.

¹⁰⁷ RECALDE y PAZ, Op. cit., p.66.

¹⁰⁸ GIRALDO, Potencial de *Acacia decurrens* 1. Evaluación bajo un sistema silvopastoril en clima frío de Colombia, Op., cit. s.p.

¹⁰⁹ JARAMILLO, Yolanda y JIMENEZ, Jenny. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en la alimentación de vacas holsteín en el tropico alto de Nariño. San Juan de Pasto, 2000, p.65. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

¹¹⁰ CORPOICA. Pasturas tropicales. En: Memorias del curso Crecer bajo Cauca Antioqueño Plan Nacional de Rehabilitación. Medellín: Coordinación regional pecuaria, Corpoica Regional 40, abril 1996. p. 118 (340)

¹¹¹ GIRALDO, Potencial de *Acacia decurrens*. 1. Evaluación bajo un sistema silvopastoril en clima frío de Colombia, Op. cit., s.p.

¹¹² JARAMILLO y JIMENEZ, Op. cit., p.65.

Es evidente que porcentajes mayores o iguales a 4% permitiría mejorar la producción de leche y una utilización mas efectiva de la energía digestible para la producción láctea. Esta explicación se respalda en los recientes descubrimientos que indica que el incremento en los niveles de grasa en los alimentos aumenta su eficiencia de utilización debido a la disminución del incremento calórico.¹¹³

Rivera 1993¹¹⁴ afirma que la grasa debe limitarse como máxima al 5% de la materia seca de la ración, menos de 500 gramos/vaca/día puede deprime el desarrollo de la flora ruminal; si la ración lleva grasa deberán corregirse los niveles de calcio, fósforo y magnesio, así como la proteína sobrepasante y adicionar correctores de pH.

El contenido de fibra cruda obtenido fue alto de 19.12%. Jaramillo y Jiménez manifiestan que la importancia de la fibra radica, en que esta afecta directamente la actividad de la flora microbial, de cuyo desempeño depende la producción y calidad de la leche. El porcentaje de componentes fibrosos de la ración tiene su efecto sobre la producción de saliva, pH del rumen, tiempo de rumia y producción de ácidos volátiles. Si en la ración incluye más de 22% de fibra se perjudica la capacidad de consumo del alimento, por otro lado si el contenido de fibra es menor del 17% de la materia seca el porcentaje de grasa en la leche se reduce.¹¹⁵

3.7.2 Valor nutricional de la especie herbácea *Pennisetum clandestinum*.

Los datos obtenidos en el análisis químico proximal (A.Q.P) en *Pennisetum clandestinum*, realizados a una frecuencia de corte de 45 días se observa en la tabla 34.

¹¹³ Ibid., p. 69.

¹¹⁴ RIVERA, Julio. Curso de producción de leche. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1993. p. 53.

¹¹⁵ JARAMILLO y JIMENEZ, Op. cit., p.67.

Tabla 34. Análisis químico proximal de *Pennisetum clandestinum* en arreglo agroforestal pastura en callejones comparada con el testigo (monocultivo de pasto)

ANALISIS	Kikuyo (monocultivo)		Kikuyo(arreglo agroforestal)	
	%BH	%BS	%BH	%BS
Humedad	69.82		74.34	
Materia seca	30.18		25.66	
Ceniza	3.13	10.37	2.82	10.99
Extracto etéreo	0.58	1.91	0.53	2.05
Fibra cruda	8.94	29.62	7.70	30.01
Proteína	3.06	10.13	3.41	13.28
E.N.N	14.47	47.96	11.21	43.67

La cantidad de materia seca obtenida en *Pennisetum clandestinum*, fue menor en el arreglo agroforestal de 25.66% comparada con el pasto testigo (monocultivo) de 30.18%. Es posible que en el pasto testigo se presentó una mayor lignificación.

(Carmona y Martínez, 1988). Citados por Apráez y Moncayo¹¹⁶ Afirman que los mayores porcentajes de materia seca pueden estar relacionados con la menor cantidad de humedad retenida en los tejidos; disminución de minerales y proteína y bajo valor nutritivo.

El contenido de proteína fue mayor y mejor para *Pennisetum clandestinum* asociado con *Acacia decurrens* de 13.28%, comparado con *Pennisetum clandestinum* en el monocultivo siendo regular, de 10.13%. Evidencia que a menores porcentajes de materia seca aumenta el contenido de proteína mejorando la calidad de pasto.

Apráez y Moncayo reportan contenidos de proteína de 11.40% y 13.42%, sin la aplicación de fertilizantes con labranza cero y sin la aplicación de fertilizantes con labranza mínima, respectivamente.

El contenido de extracto etéreo fue mayor en *Pennisetum clandestinum* asociado con *Acacia decurrens* de 2.05%, comparado con *Pennisetum clandestinum* en el

¹¹⁶ APRAEZ y MONCAYO, Op. cit., s.p.

monocultivo de 1.91%. Jaramillo y Jiménez¹¹⁷, manifiestan que resultados bajos (menores de 2.9%), no se presentaría una mayor eficiencia en la producción de leche.

Los contenidos de fibra cruda tanto en *Pennisetum clandestinum* asociado con *Acacia decurrens* y *Pennisetum clandestinum* en el monocultivo, revelan valores altos de 30.01% y 29.62% respectivamente.

3.8 DETERMINACIÓN DE FORRAJE VERDE Y MATERIA SECA DEL ARREGLO AGROFORESTAL PASTURA EN CALLEJONES

El análisis de varianza (anexo 8) no muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Aunque la mayor producción de forraje verde en un año se obtuvo en el tratamiento 4 (40.43 t/FV/ha/año) y la menor producción en el tratamiento 2 (22.18 t/FV/ha/año).

El análisis de varianza (anexo 9) muestra diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. Se obtuvo una mayor producción para el tratamiento 4 (11.3 t/MS/ha/año) y una menor producción para tratamiento 2 (6 t/MS/ha/año).

La producción de forraje verde (FV) y materia seca (MS) total obtenida para cinco tratamientos, en el arreglo agroforestal pastura en callejones de *Acacia decurrens* con *Pennisetum clandestinum*, por un año, se observa en la tabla 35.

Tabla 35. Producción de FV y MS (t/ha/año) y en porcentaje en el arreglo agroforestal pastura en callejones.

TRATAMIENTOS	A. AGROFORESTAL		PORCENTAJE	
	FV	MS	<i>Pennisetum clandestinum</i>	<i>Acacia decurrens</i>
T1 (1.5 x 4)	32.47	8.48	98.0	2.0
T2 (1.5 x 5)	22.18	6.00	98.2	1.8
T3 (2.0 x 4)	37.75	10.2	99.0	1.0
T4 (2.0 x 5)	40.43	11.3	98.0	2.0
T5 (sin árboles)	33.50	9.20	100.	0.0

¹¹⁷ JARAMILLO y JIMENEZ, Op. cit., p. 69.

(Gosz *et al*, 1978; Pezo, 1982, Benavides, 1983) citados por Giraldo explica que un monocultivo de gramíneas forrajeras se calcula que produce entre 10-12 t/ha/año de materia seca Sin embargo, la producción total de biomasa comestible en los sistemas silvopastoriles es mayor que la encontrada en pastos solos, debido a un mejor aprovechamiento del espacio vertical, tanto aéreo como subterráneo, que supone una mayor captación de nutrientes y energía¹¹⁸.

Al tener en cuenta la biomasa comestible producida por *A. decurrens*, se produce un 62 y un 11 por ciento más en los sistemas silvopastoriles de baja y alta densidad respectivamente comparados con el potrero sin árboles. Sin embargo, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas¹¹⁹.

Benavides, determina que la asociación de árboles leguminosos con gramínea puede asociarse de dos maneras, una se aprovecha la producción de la gramínea como la producción del árbol asociado como forraje y los resultados obtenidos como la producción de pasto no se ven afectados por competencia de luz ya que los árboles se están podando periódicamente, así mismo afirma que la sola presencia del árbol, aun sin depositar su follaje estimula una mayor producción de pasto que la obtenida sin árboles¹²⁰.

¹¹⁸ GIRALDO, Potencial de la arbórea Guácimo *Guazuma ulmifolia* como componente forrajero en sistemas silvopastoriles, Op. cit., p.206.

¹¹⁹ GIRALDO, Potencial de *Acacia decurrens*. 1. Evaluación en bajo un sistema silvopastoril en clima frío de Colombia, Op. cit., s.p.

¹²⁰ BENAVIDES, Jorge. Árboles forrajeros. En: Sistemas pecuarios sostenibles para las montañas tropicales. Centro de Investigación y Divulgación en Sistemas Tropicales Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Edición CIPAV. 1995. p.115.

4. CONCLUSIONES

La composición botánica de la pradera presentó diferencias estadísticas significativas al inicio y al final del ensayo. En los tratamientos donde se incorporó árboles (T = 1, 2, 3 y 4) se presenta una variación tanto para el porcentaje de gramíneas y malezas, las cuáles disminuyeron y con relación a las leguminosas aumentaron, para el tratamiento cinco (sin árboles) se mantuvo el porcentaje de gramíneas; las leguminosas y malezas presentaron un comportamiento similar a los otros tratamientos.

Acacia decurrens tienen una buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas propias de la zona de estudio (Obonuco, Pasto); donde el porcentaje de sobrevivencia fue mayor del 86% para todos los tratamientos

En esta fase inicial de evaluación, aun no se presentan diferencias estadísticas entre tratamientos para las variables de crecimiento (altura, diámetro de tallo y área de copa). Aunque se presentó una mayor altura y diámetro de tallo en el tratamiento 3(2.0 x 4) de 1.33m y 1.04cm respectivamente.

El aprovechamiento de *Acacia decurrens* se hizo cuando la totalidad de los árboles evaluados alcanzaron y/o sobrepasaron la altura de un metro, a la edad de 12 meses; correspondiente a lo que comúnmente se espera en el trópico con sequías estacionales.

La producción de forraje verde y materia seca en *Acacia decurrens* no presentó diferencias estadísticas. Aunque fue mayor en el tratamiento uno (1.5 x 4) de 0.25 t/FV/ha/corte y 0.12t/MS/ha/corte; pero el porcentaje de materia seca fue mayor en el tratamiento tres (2.0 x 4) de 47.16%.

La producción de forraje verde de *Pennisetum clandestinum* no presento diferencias estadísticas, aunque fue mayor para el tratamiento cuatro (2.0 x 5) de 4.97t/FV/ha/corte, en la producción de materia seca se presentaron diferencias estadísticas significativas, donde igualmente la mayor producción fue para el tratamiento cuatro de 1.40t/MS/ha/corte; el porcentaje de materia seca no presento diferencias estadísticas, siendo mayor en el tratamiento cuatro 28.57%.

5. RECOMENDACIONES

Motivar e incrementar estudios en la fase de establecimiento de sistemas silvopastoriles principalmente con especies nativas y en distintas condiciones edafoclimáticas, estableciendo principalmente una sola especie leñosa para permitir una mayor homogeneidad en el sistema

Continuar evaluando diferentes arreglos agroforestales utilizando especies perennes forrajeras de rápido crecimiento, que presenta buena adaptación a condiciones de clima y suelo, tolerancia a la poda, buen valor nutricional como complemento y diversificación a la dieta alimenticia ya sea en rumiantes o monogástricos.

Inicialmente se puede considerar la posibilidad de manejar una menor densidad arbórea en un arreglo agroforestal como es pastura en callejones, aumentando la distancia entre callejones y conservando distancias de 1.0 y 1.5 metros entre árboles; ya que no se presentan diferencias significativas entre tratamientos en relación al objetivo principal del sistema que es la producción de forraje, pero si se vería favorecido la disminución en costos de establecimiento.

El potencial de *Acacia decurrens* permite usarse en diferentes arreglos agroforestales como: bancos de proteínas, cortinas rompevientos y cercas vivas

BIBLIOGRAFIA

ALVARADO, Robert y PAZ, Mario. Evaluación del arreglo árboles dispersos en asociación con pasto kikuyo en el altiplano de Pasto. San Juan de Pasto, 2004, 99p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

APRÁEZ, Edmundo y MONCAYO, Oscar. Caracterización agronómica y bromatológica de una pradera de kikuyo (*pennisetum clandestinum* hoechst) sometida a rehabilitación mediante labranza y fertilización orgánica y/o mineral. [en línea]. [Catambuco, Nariño]. Universidad de Nariño, 2003 [citado 21 oct, 2003]. Disponible en Internet: <http://www.virtualcentre.org/es/en/keynote14htm>.

ÁRBOLES EN ESPAÑA. Manual de identificación. [en línea]. [España]. Mundi-Prensa libros, S.A., 1997 [citado 15 oct, 2003]. Disponible en Internet: <http://www.arbolesornamentales.com/Acaciadealtata..htm>

AREVALO, Rosa y DEL CASTILLO, Eric. Establecimiento de sistemas Agroforestales en el municipio de Imues. (Imues) Nariño, 1999, 84p. Trabajo de Grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

ARGEL, Pedro y LASCANO, Carlos. *Cratylia argentea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Cali, Colombia]. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT 1994. 14p [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: www.fao.org.lead.virtualcente.htm

BENAVIDES, Jorge. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Conferencia de la FAO sobre “agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Turrialba, Costa Rica]. [Citado 14 jul, 2003]. CATIE, 1994. 27p. Disponible en Internet: URL: www.fao.WAICENT/faoinfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm

BERNAL, Javier. Pastos y forrajes tropicales. EUSSE. 3^{ed} Bogotá Colombia: Banco Ganadero, 1994.15p.

BRACK, Antonio y MENDIOLA, Cecilia. Sistemas Agroforestales más importantes. En: Enciclopedia "Ecología del Perú". [en línea]. [Perú]. Medio ambiente, 1998 [citado 10 mar, 2003]. Disponible en Internet: URL: www.peruecologico.com.pe/lib.c18/.htm

BOREL, R. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en alimentación animal. En: Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali: 1997. 24p.

BOTERO, Raúl. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales en sistemas de producción sostenibles. En: estrategias para la producción animal en el proceso de integración Colombo – Venezolana. San Cristóbal, Venezuela: AVPA, 1992. 18p.

_____ y RUSSO, Ricardo. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Cali, Colombia]: CIPAV, 2002. 22p. [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter.>

BUDOWSKY, G. Agroforestería una disciplina basada en el conocimiento tradicional. En: Revista forestal centroamericana. Turrialba: CATIE, 1993. 124p.

CAMERO, A. Desarrollo de sistemas silvopastoriles y sus perspectivas en la producción de carne y leche en el trópico. En: Alternativas para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería colombiana. Bogotá: CORPOICA, 1996. 108p.

CAPRA. El uso de los pastos de Pennisetum como base de alimentación de cabras. En: Todo sobre ganado caprino. [en línea]. [Brasil]. FAO, Enero 25 2003. 6p. [citado 12 jun, 2003]. Disponible en Internet: www.<capra.lespana.es/capra/pasto/pasto/.htm>

COMUNICACIÓN PERSONAL, con Luz Amalia Forero, I. F. M.Sc. docente universidad de Nariño. San Juan de Pasto, 3 de Septiembre de 2004.

CORPOICA. Pasturas tropicales. En: Memorias del curso Crecer bajo Cauca Antioqueño Plan Nacional de Rehabilitación. Medellín: Coordinación regional pecuaria, Corpoica Regional 40, abril 1996. 340p.

CRESPO, G. et al. Los pastos en Cuba. La Habana Cuba: Edición pueblo y educación, 1998. 350p.

CHURCH, D. POND, W. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México: Limusa, 1990. 438p.

DAVILA, Vicente. El pasto kikuyo. En: Floresta Guatemala. Guatemala: Numero 76. 1987. 130p.

DELGADO, A y CABRERA, J. Efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno en la concentración de nitritos y nitratos en el pasto kikuyo. San Juan de Pasto, 1989,112p. Trabajo de Grado (Ingeniero Agrónomo): Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

DEVENDRA, C. Sustainable animal production from small farm systems in South-East Asia. [online]. [Roma]. Animal Production and Health Paper No.106, FAO, 1993. 143p. Available from internet: URL: <www.fao.org/lead.virtualcenter>.

ENCICLOPEDIA LIBRE UNIVERSAL EN ESPAÑOL. [en línea]. [España]. Mundi Prensa Libros, Junio 9 2004. [citado 15 oct, 2004]. Disponible en Internet: <http://www.encyclopedia.us.es/index.php /Acaciadealtata.htm>

ESCOBAR, L. M. Perspectivas de la producción de follaje y leña de *Acacia decurrens*. Medellín: Servicio Nacional de protección forestal, INDERENA, 1993. 9p.

ESPINOZA, Freddy y MANRRIQUE, Antonio. Perspectivas de los sistemas agroforestales y silvopastoriles en Venezuela [en línea]. [Venezuela]. Ministerio de

Agricultura, 1996. p. 5 [citado 27 oct, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.portalagrario.gob.pe/cgi.bin/home.cgi.htm>

FLORES, O. I. Et al. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajera para la suplementación de rumiantes en el trópico. En: *Livestock research for rural development*. Vol. 10, No. 1 (ene. 1998); [en línea]. [Turrialba, Costa Rica]. CATIE, 1998. 11p. [citado 10 nov, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.cipav.org.co/lrrd10/1/cati101.htm>

GOMEZ, María. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. Cali: CIPAV, 1995. 129p.

GIRALDO, Alfonso. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural en la región Atlántica de Colombia. En: *Revista agroforestería de la ameritas* Vol. 2, N. 8. (feb 1995). Turrialba: CATIE, 1995. 20p.

_____. El papel de la agroforestería en la producción animal y el medio ambiente. En: *Memorias Primer Seminario Nacional Agroambiental*. Medellín: Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, 1996. 16p.

_____. Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. En: *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*. [en línea]. [Medellín Colombia]. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, 1998. 14p [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter>

_____. Potencial de *Acacia decurrens*. 1. Evaluación bajo un sistema silvopastoril en clima frío de Colombia. [en línea]. [Medellín, Colombia]. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, 1999 [citado 6 feb, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org/DOCREP/006/y4435s/y4435s00.htmlead>

IBRAHIM, Muhammad. Et al. Sistemas silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE. [en línea]. [Turrialba, Costa Rica]. CATIE, CIPAV, 1999. 25p. [citado 12 ago, 2003]. Disponible en internet: URL: <www.cipav.or.co/readgrofor/memorias/99/IbrahimM.htm>.

_____ y BOTERO, J. Pastura en callejones, como hacerlo. [en línea]. [Turrialba, Costa Rica]. CATIE, 1997. 3p [citado 10 nov, 2003]. Disponible en internet: URL: <www.lead.virtualcentre.org/silvopastoral/documentos/x6314500.pdf>

JARAMILLO, Yolanda y JIMENEZ, Jenny. Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en la alimentación de vacas holstein en el trópico alto de Nariño. San Juan de Pasto, 2000, 168p. Trabajo de grado (Zootecnista). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias.

KU VERA, J. Et al. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Yucatán, México]. Universidad Autónoma de Yucatán, 1998. 19p [citado 8 feb, 2005]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter>

LOPEZ, Juan Fernando y SANTAMARIA, Santiago. Evaluación de la producción de biomasa de tres especies arbóreas en un banco de proteínas en el centro de Investigación Obonuco. Municipio de Pasto. San Juan de Pasto, 2003, 95p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencia Agrícolas.

MEDRANO, Jorge. Valoración agronómica y nutritiva de especies arbóreas promisorias para el establecimiento de sistemas silvopastoriles en el trópico alto de Nariño. [en línea]. [Pasto, Nariño]. Centro de Investigación Corpoica, 1997 [citado 13 jun, 2003]. Disponible en Internet: URL: www.idrc.ca/library/documents/101488.htm.

MONTAGNINI, Florencia. Sistemas Agroforestales. Costa Rica: CATIE, 1992. .270p.

MURGUEITIO, Enrique. y CALLE, Zoraida. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Cali, Colombia]. CIPAV, 1998. 19p [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: www.peruecologico.com.pe/lib.c18/.htm

_____ e IBRAHIM, Muhamad. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. [en línea]. [Cali, Colombia]. CIPAV, Marzo 3 2001.

10p [citado 5 nov, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133/htm>

NAVARRETE, Eduardo. Respuesta del pasto kikuyo *Pennisetum clandestinum* a la aplicación de diferentes Fuentes y dosis de nitrógeno. Santa fe de Bogotá, 1996, 99p. Trabajo de grado (Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional.
ORSKOV, E. Nutrición proteica de los rumiantes. Zaragoza, España: Acribia, 1988. 178p.

PEZO, Danilo e IBRAHIMM, Muhamad. Sistemas silvopastoriles, modulo de enseñanza agroforestal. N. 2. Turrialba: CATIE, 1999. 275p.

PORTAL AGRARIO. Recursos Naturales. [en línea]. [Perú]. Ministerio de Agricultura, 1996. 5p. [citado 27 oct, 2003]. Disponible en Internet: <www.portalagrario.gob.pe/cgi.bin/home.cgi.htm>

RECALDE, Daira y PAZ, Fidel. Determinación preliminar de la variación nutricional mineral en un arreglo silvopastoril (Banco de proteína) Municipio de Pasto, departamento de Nariño, el centro de investigación Corpoica Obonuco. San Juan de Pasto, 2003, 86p. Trabajo de grado (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

RED AMAZONA. Cultivo en callejones. En: Experiencias en cultivos anuales. [en línea]. [Latinoamérica]. Red Amazónica, 2003 [citado 6 mar, 2004]. Disponible en Internet: URL: <www.siamazona.org.pe/publicaciones/2003/junio/Amazonia.biod-com-des/libros/23000031..htm>

REDES DE COPERACIÓN TÉCNICA. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas agroforestales. [en línea]. [Colombia]. Oficina regional de la FAO, para América Latina, 1998. 10p [citado 10 abr, 2003]. Disponible en Internet: URL: www.rlc.fao.org/redes/sisag/informes/org.htm

RENDA, A., CLAZADILLA, E., JIMENEZ, M. y SANCHEZ, J. El silvopastoreo en Cuba. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Cuba]. Instituto de investigación forestal, 1997. 22p [citado 18 ene, 2005]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter>

RIVERA, Julio. Curso de producción de leche. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 1993. 216p.

RUIZ, Tomas y FLEBES, Gustavo. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el Instituto de Ciencia animal de Cuba. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Cuba]. Instituto de Ciencia animal de Cuba, 1998. 14p [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter.>

SADEGHIAN, Siavosh; RIVERA, Juan y GOMEZ, María. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características, físicas químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Quindío, Colombia]. CIPAV, CRQ, 1998. 18p [citado 14 jul, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter.>

SÁNCHEZ, Manuel. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. En: Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. [en línea]. [Roma]: Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO, 1998. 11p. [citado 24 oct, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.fao.org.lead.virtualcenter.htm >

SIMON, Leonel. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y en pastoreo. Matanzas, Cuba: Estación experimental de pastos y forrajes, 1996. 6p.

SOTO, Luis. Digestibilidad y consumo voluntario del pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum* bajo fertilización nitrogenada. Santa Fe de Bogota, 1979, 73p. Trabajo de grado (Ms) Universidad Nacional. Programa de estudios para graduados en ciencias Agrícolas ICA.

TAMAYO, Fernando. Manejo y utilización de praderas. En pasturas tropicales. Memorias del curso. Corpoica. Regional 4. Plan Nacional de rehabilitación: coordinación regional pecuaria. Medellín: 1996. 220p.

TOKURA, Yuji *et al.* Especies forestales del Valle del Cauca. Calí: Lerner, 1996. . 349p.

USDA. CENTRO NACIONAL DE AGROFORESTERIA. Árboles trabajando en beneficio de la agricultura. En: Agroforestería. [en línea]. [Nebraska, Estados Unidos]. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 1996. 6p [citado 18 ene, 2003]. Disponible en internet: URL: <www.unl.edu/nac/brochures/wta/wta-s.pdf>

VAN SOEST, P. y CHUR. D. Nutritional ecology of the ruminant. Oregon: O y B Books, 1982. 374p.

VILLEGAS, Víctor. La agroforestería en el trópico de Cochabamba. [en línea]. [Cochabamba, Bolivia]. Red Latinoamericana de Cooperación técnica de sistemas agroforestales, 1999 [citado 2 jun, 2003]. Disponible en Internet: URL: <www.rlc.fao.org/redes/sisag/rednac/bol/default.htm>.

ANEXOS

. Análisis de suelo al inicio del ensayo, junio de 2003.

MUESTRAS	UNIDAD	
pH, Potenciómetro relación suelo: agua (1:2)		6.1
Materia orgánica	%	6.3
Densidad aparente	g/cc	0.9
Fósforo (P) Bray II	ppm	15
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	meq/100g	17.5
Calcio de cambio		7.3
Magnesio de cambio		1.7
Potasio de cambio		0.86
Aluminio de cambio KCLN		0.11
Hierro	ppm	455
Manganeso		11
Cobre		4.05
Zinc		3.1
Boro ppm, método de agua caliente		0.48
F= Franco-Ar=Arcilloso-A=Arenoso		Ar-A
Nitrógeno total %		0.31
Carbono orgánico		3.55

Anexo B. Composición botánica de la pradera (porcentaje de gramíneas, leguminosas y malezas) al inicio y al final del ensayo.

BLO	COMPOSICION BOTANICA DE LA PRADERA							
	INICIO				FINAL			
	TRA	%GRA	%LEG	%MAL	TRA	%GRA	%LEG	%MAL
I	1	90.6	4.8	4.6	1	87.2	9.6	3.2
	2	90.1	5.9	4.0	2	89.8	7.0	3.2
	3	90.8	4.8	4.4	3	90.4	6.2	3.4
	4	91.8	3.4	4.8	4	93.2	4.4	2.4
	5	92.0	3.0	5.0	5	94.2	4.2	1.6
II	1	86.8	6.8	6.4	1	85.2	10.2	4.6
	2	91.2	5.4	3.4	2	86.8	10.0	3.2
	3	89.8	5.8	4.4	3	90.0	7.6	2.4
	4	94.8	3.2	2.0	4	92.6	4.8	2.6
	5	92.8	3.4	3.8	5	93.0	5.0	2.0
III	1	87.2	4.6	8.2	1	90.0	7.4	2.6
	2	91.8	4.0	4.2	2	88.0	8.8	3.2
	3	94.4	2.8	2.8	3	87.0	9.8	3.2
	4	95.6	2.2	2.2	4	91.6	4.6	3.8
	5	94.4	2.2	3.4	5	92.4	4.2	3.4

BLO = bloque
 TRA = tratamiento
 %GRA = porcentaje de gramíneas
 %LEG = porcentaje de leguminosas
 %MAL = porcentaje de malezas

Anexo C. Análisis de varianza del porcentaje de gramíneas al inicio del ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	8.7520	4.3760	1.44 NS	0.2930
TRA	4	60.480	15.120	4.96**	0.0262
ERROR	8	24.368	3.046		
TOTAL	14	93.600			
CV	1.9053				
R-SQUARE	73.96				

BLO = bloque NS = no significativo CV = coeficiente de variación
 TRA = tratamiento ** = altamente significativo Pr>F =probabilidad mayor de F

Anexo D. Análisis de varianza del porcentaje de leguminosas al inicio del ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	8.12933	4.06466	10.80**	0.0053
TRA	4	17.0773	4.26933	11.34**	0.0022
ERROR	8				
TOTAL	14				
CV	14.77				
R-SQUARE	89.33				

BLO = bloque ** = altamente significativo
 TRA = tratamiento CV = coeficiente de variación Pr>F =probabilidad mayor de F

Anexo E. Análisis de varianza del porcentaje de malezas al inicio del ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	0.8320	0.416	0.24 NS	0.7934
TRA	4	19.536	4.884	2.80 NS	0.1007
ERROR	8				
TOTAL	14				
CV	31.16				
R-SQUARE	59.31				

BLO = bloque NS = no significativo
 TRA = tratamiento CV = coeficiente de variación Pr>F =probabilidad mayor de F

Anexo F. Análisis de varianza del porcentaje de gramíneas al final del ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	5.92933	2.9146	1.15 NS	0.36
TRA	4	80.0693	20.017	7.91 **	0.007
ERROR	8				
TOTAL	14				
CV	1.765				
R-SQUARE	80.92				

BLO = bloque NS = no significativo CV = coeficiente de variación
 TRA = tratamiento ** = altamente significativo Pr>F =probabilidad mayor de F

Anexo G. Análisis de variación del porcentaje de leguminosas al final del ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	3.8560	1.9280	1.27 NS	0.3319
TRA	4	59.184	14.796	9.75 **	0.0036
ERROR	8				
TOTAL	14				
CV	17.80				
R-SQUARE	83.84				

BLO = bloque
TRA = tratamiento

NS = no significativo
** = altamente significativo

CV = coeficiente de variación
Pr>F =probabilidad mayor de F

Anexo H. Análisis de varianza del porcentaje de malezas al final del ensayo.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	0.5813	0.2906	0.46 NS	0.6451
TRA	4	2.1173	0.5993	0.84 NS	0.5350
ERROR	8	5.0186	0.6273		
TOTAL	14	7.7173			
CV	26.51				
R-SQUARE	34.96				

BLO = bloque
TRA = tratamiento

NS = no significativo
CV = coeficiente de variación

Pr>F =probabilidad mayor de F

Anexo I. Porcentaje de sobrevivencia (%SV) de *Acacia decurrens* a los cinco meses después de la siembra, evaluados por tratamiento distribuidos en tres repeticiones (bloques I, II y III).

MESES	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2			TRATAMIENTO 3			TRATAMIENTO 4		
	BI	BII	BIII	BI	BII	BIII	BI	BII	BIII	BI	BII	BIII
JUN	5	4	4	4	4	6	3	3	5	3	4	4
JUL	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	1	3
AGO	2	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2
SEP	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
OCT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	10	9	9	7	8	9	7	7	8	7	7	9
%SV	88.10	89.29	89.29	90.00	88.57	87.14	89.39	89.39	87.88	87.27	87.27	83.64

Anexo J. Análisis de varianza del porcentaje de sobrevivencia de *Acacia decurrens*.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	7.46655000	3.73327500	2.85 NS	0.1352
TRA	3	16.89209167	5.63069722	4.29 NS	0.0613
ERROR	6	7.87198333	1.31199722		
TOTAL	11	32.2306250			
CV	1.300104				
R-SQUARE	75.57				

BLO = bloque
TRA = tratamiento

NS = no significativo
CV = coeficiente de variación

Pr>F =probabilidad mayor de F

Anexo K. Datos obtenidos en altura (cm) para *Acacia decurrens* por un periodo de evaluación de nueve meses (de 3 a 12 meses de edad). Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III).

MES	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 2				TRATAMIENTO 3				TRATAMIENTO 4			
	B.1	B.II	B.III	PRO	B.1	B.II	B.III	PRO	B.1	B.II	B.III	PRO	B.1	B.II	B.III	PRO
JUN	36.84	38.36	32.4	35.86	37.6	38.72	36.16	37.49	34.96	33.32	31.16	33.14	30.64	33.76	32.36	32.25
JUL	42.4	45.32	36.4	41.37	41.32	45.84	41.4	42.85	40.56	37.6	34.92	37.69	37.0	39.48	35.48	37.32
AGO	49.16	51.2	40.84	47.06	48.28	51.72	47.36	49.12	46.88	43.48	43.64	44.66	42.12	44.08	38.36	41.52
SEP	53.52	55.12	46.52	51.72	52.44	55.72	52.04	53.40	50.36	49.88	51.64	50.62	44.24	46.64	42.76	44.54
OCT	61.44	61.28	55.52	59.41	59.4	61.16	62.08	60.88	58.16	60.44	61.48	60.02	51.68	56.8	50.04	52.84
NOV	74.64	71.8	72.4	72.94	69.84	72.32	75.64	72.60	70.2	76.52	75.64	74.12	64.08	71.44	64.48	66.66
DIC	86.72	84.16	89.04	86.64	80.8	85.2	88.48	84.82	84.2	98.24	89.36	90.60	74.56	86.88	79.2	80.21
ENE	105.8	97.72	107.8	103.7	93.72	100	106.7	100.7	98.2	115	100.8	104.6	87.16	102.7	94.68	94.85
FEB	127.9	116.3	131.4	125.2	100.4	118.2	124.1	114.2	133.9	142.5	122.7	133.0	107.1	122.1	117	115.4

Anexo L. Análisis de varianza de la variable altura en *Acacia decurrens* en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	130.133066	65.0665333	0.64 NS	0.5610
TRA	3	709.805200	236.601733	2.32 NS	0.1752
ERROR	6	612.431200	102.071866		
TOTAL	11	1452.36946			
CV	8.28				
R-SQUARE	57.83				

BLO = bloque

TRA = tratamiento

NS = no significativo

CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo M. Incremento corriente mensual en altura (ICM) para *Acacia decurrens*. Promedio de 25 árboles por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III).

MES	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 2				TRATAMIENTO 3				TRATAMIENTO 4			
	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO
JUN	5.56	6.96	4.00	5.51	3.72	7.12	5.24	5.36	5.60	4.28	3.76	4.54	6.36	5.72	3.12	5.07
JUL	6.76	5.88	4.44	5.69	6.96	5.88	5.96	6.26	6.32	5.88	8.72	6.97	5.12	4.60	2.88	4.20
AGO	4.36	3.92	5.68	4.65	4.16	4.00	4.68	4.28	3.48	6.40	8.00	5.96	2.12	2.56	4.40	3.02
SEP	7.92	6.16	9.00	7.69	6.96	5.44	10.04	7.48	7.80	10.56	9.84	9.40	7.44	10.16	7.28	8.29
OCT	13.20	10.52	16.88	13.53	10.44	11.16	13.56	11.72	12.04	16.08	14.16	14.09	12.40	14.64	14.44	13.83
NOV	12.08	12.36	16.64	13.69	10.96	12.88	12.84	12.23	14.00	21.71	13.72	16.48	10.48	15.44	14.72	13.55
DIC	19.12	13.56	18.76	17.15	12.92	14.84	18.28	15.35	14.00	16.76	11.52	14.09	12.60	15.84	15.48	14.64
ENE	22.12	18.60	23.68	21.47	6.72	18.16	17.32	14.06	35.76	27.56	21.84	28.39	20.00	19.40	22.36	20.59

Anexo N. Análisis de varianza del ICM en altura en *Acacia decurrens* en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	2.42406667	1.212033	0.74 NS	0.5157
TRA	3	13.7097000	4.569900	2.79 NS	0.1315
ERROR	6	9.81420000	1.635700		
TOTAL	11	25.9479666			
CV	11.72				
R-SQUARE	62.18				

BLO = bloques
TRA = tratamientos

NS = no significativo
CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo O. Datos obtenidos en diámetro de tallo (cm) para *Acacia decurrens* por un periodo de evaluación de nueve meses (de 3 a 12 meses de edad). Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. bloques I, II y III).

MES	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 2				TRATAMIENTO 3				TRATAMIENTO 4			
	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO
JUN	0.26	0.22	0.31	0.26	0.29	0.27	0.32	0.29	0.28	0.28	0.27	0.27	0.21	0.30	0.29	0.26
JUL	0.40	0.36	0.39	0.38	0.32	0.40	0.38	0.36	0.34	0.40	0.30	0.34	0.31	0.38	0.36	0.35
AGO	0.46	0.43	0.45	0.44	0.41	0.46	0.46	0.44	0.42	0.44	0.40	0.42	0.37	0.45	0.43	0.41
SEP	0.51	0.54	0.53	0.52	0.49	0.54	0.54	0.52	0.50	0.54	0.48	0.50	0.44	0.52	0.51	0.49
OCT	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58	0.61	0.59	0.59	0.58	0.62	0.55	0.58	0.56	0.59	0.57	0.57
NOV	0.70	0.70	0.72	0.70	0.65	0.69	0.74	0.69	0.68	0.72	0.67	0.69	0.63	0.71	0.68	0.67
DIC	0.79	0.77	0.80	0.78	0.72	0.79	0.81	0.77	0.77	0.80	0.73	0.76	0.69	0.78	0.73	0.73
ENE	0.88	0.91	0.91	0.90	0.84	0.91	0.93	0.89	0.87	0.99	0.79	0.88	0.77	0.93	0.82	0.84
FEB	1.03	1.04	1.07	1.04	0.92	1.03	1.14	10.3	0.99	1.17	0.95	10.3	0.82	1.19	0.98	0.99

Anexo P. Análisis de varianza de la variable diámetro de tallo en *Acacia decurrens* en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	0.0564500	0.028225	2.61 NS	0.1531
TRA	3	0.0042250	0.001408	0.13 NS	0.93870
ERROR	6	0.0649500	0.010825		
TOTAL	11	0.1256250			
CV	10.13				
R-SQUARE	48.29				

BLO = bloque
 TRA = tratamiento

NS = no significativo
 CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo Q. Incremento corriente mensual en diámetro de tallo (ICM) para *Acacia decurrens*. Promedio de 25 árboles por tratamiento (75 árboles por repeticiones. bloques I, II y III).

MES	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 2				TRATAMIENTO 3				TRATAMIENTO 4			
	B.1	B.II	B.III	PRO	B.1	B.II	B.III	PRO	B.1	B.II	B.III	PRO	B.1	B.II	B.III	PRO
JUN	0.14	0.14	0.08	0.12	0.03	0.13	0.07	0.08	0.05	0.12	0.03	0.07	0.10	0.08	0.08	0.09
JUL	0.06	0.07	0.06	0.06	0.10	0.06	0.08	0.08	0.08	0.04	0.10	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07
AGO	0.05	0.11	0.08	0.08	0.07	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07
SEP	0.08	0.05	0.06	0.06	0.09	0.07	0.05	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.12	0.08	0.06	0.09
OCT	0.10	0.11	0.13	0.11	0.07	0.08	0.15	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.07	0.12	0.11	0.10
NOV	0.09	0.07	0.08	0.08	0.07	0.10	0.08	0.08	0.09	0.08	0.06	0.08	0.06	0.07	0.05	0.06
DIC	0.09	0.14	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.12	0.09	0.18	0.06	0.11	0.07	0.15	0.09	0.10
ENE	0.15	0.13	0.16	0.15	0.08	0.12	0.21	0.14	0.12	0.18	0.16	0.15	0.06	0.26	0.16	0.16

.Anexo R. Análisis de varianza del ICM en diámetro detalle en *Acacia decurrens* en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	0.000616	0.000308	3.17 NS	0.1149
TRA	3	0.000067	0.000022	0.23 NS	0.8733
ERROR	6	0.000583	0.000097		
TOTAL	11	0.001266			
CV	10.20				
R-SQUARE	53.95				

BLO = bloque

TRA = tratamiento

NS = no significativo

CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo S. Datos obtenidos en área de copa (cm²) para *Acacia decurrens* por un periodo de evaluación de nueve meses (de 3 a 12 meses de edad). Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III).

MES	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 2				TRATAMIENTO 3				TRATAMIENTO 4			
	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO
JUN	88.74	87.89	113.57	96.73	82.19	98.50	93.32	91.33	86.95	67.02	103.7	85.91	77.76	84.57	72.78	78.37
JUL	99.43	105	128.61	111.04	101.8	120.47	132.9	118.41	113.9	82.16	132.6	109.57	95.09	107	93.8	98.63
AGO	121.1	161.5	157.3	146.67	120.9	153.3	152.0	142.1	128.7	143.7	161.7	144.73	110.2	161.2	120.4	130.41
SEP	145.6	191.7	201.9	179.74	136.5	179.4	179.1	165.01	141.5	182.8	187.3	170.59	121.5	194.5	145.2	153.79
OCT	302	246.6	295.03	281.24	212.1	267.3	257.4	245.65	197.8	314.6	266.6	259.73	210.3	296.2	214.5	240.34
NOV	457.8	428.4	547.2	477.85	373	412.4	474	419.83	357.7	548.9	387.2	431.34	348.2	520.1	361.9	410.1
DIC	630.6	534.5	791.17	652.12	573.2	542.5	761.8	625.88	555.6	853.6	560.7	656.68	447.2	731.7	572.8	583.92
ENE	843.1	663.3	1056.1	854.2	643.2	716.3	1040.3	799.95	777.3	1128.9	756.92	887.56	532.3	960.7	781.1	758.07
FEB	1167.9	1050.73	1438.2	1218.9	829.6	1258.7	1320.4	1136.2	894	1578.7	1070.9	1181.2	710.9	1312.7	1123.2	1049.9

Anexo T. Análisis de varianza para la variable área de copa en *Acacia decurrens* en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	369987.99	184993.99	3.78 NS	0.087
TRA	3	48220.16	16073.38	0.33 NS	0.081
ERROR	6	293947.16	48991.19		
TOTAL	11	712155.33			
CV	19.31				
R-SQUARE	58.72				

BLO = bloque
TRA = tratamiento

NS = no significativo
CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo U. Incremento corriente mensual en área de copa (ICM) para *Acacia decurrens*. Promedio de 25 árboles por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III).

MES	TRATAMIENTO 1				TRATAMIENTO 2				TRATAMIENTO 3				TRATAMIENTO 4			
	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO	B.I	B.II	B.III	PRO
JUN	10.69	17.20	15.04	14.31	19.68	21.97	39.58	27.07	26.97	15.14	28.86	23.66	17.33	22.43	21.02	20.26
JUL	21.67	56.49	28.71	35.62	19.08	32.87	19.12	23.69	14.80	61.60	29.10	35.17	15.13	54.28	26.64	32.02
AGO	24.50	30.11	44.59	33.07	15.58	26.08	27.08	22.91	12.84	39.11	25.63	25.86	11.33	33.28	24.84	23.15
SEP	156.44	54.97	93.12	101.51	75.67	87.96	78.30	80.64	56.32	131.83	79.27	89.14	88.75	101.64	69.24	86.54
OCT	155.81	181.79	252.23	196.61	160.84	145.04	216.63	174.17	159.89	234.30	120.63	171.61	137.91	223.99	147.39	169.7
NOV	172.77	106.14	243.91	174.27	200.23	130.08	287.86	206.06	197.90	304.65	173.48	225.34	99.04	211.52	210.89	173.8
DIC	212.48	128.75	264.97	202.07	69.95	173.84	278.42	174.07	221.72	275.26	196.18	231.05	85.06	229.05	208.34	174.1
ENE	324.83	387.39	382.14	354.79	186.43	542.37	280.13	336.31	116.62	449.82	318.07	294.84	178.75	352.00	342.39	291.1

Anexo V. Análisis de varianza del ICM en área de copa en *Acacia decurrens* en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	5649.7960	2824.89.80	3.61 NS	0.0933
TRA	3	628.82069	209.606897	0.27 NS	0.8463
ERROR	6	4689.1531	781.525530		
TOTAL	11	10967.769			
CV	21.12				
R-SQUARE	57.24				

BLO = bloque
TRA = tratamiento

NS = no significativo
CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo W. Datos obtenidos en acumulación de forraje verde y materia seca (g/árbol) y porcentaje de materia seca de *Acacia decurrens*, a los 12 meses de edad. Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloques I, II y III).

ACUMULACION (PRIMER APROVECHAMIENTO)				
BLO	TRA	FV	MS	%MS
I	1	98.58	43.82	44.45
	2	59.55	29.27	49.16
	3	60.41	29.60	49.00
	4	51.59	22.31	43.24
II	1	63.32	29.84	47.12
	2	61.08	28.51	46.73
	3	120.05	56.10	46.73
	4	90.88	42.50	46.76
III	1	103.79	46.13	44.45
	2	111.65	44.20	39.59
	3	66.41	31.00	46.67
	4	67.85	31.25	46.06

.BLO = bloque
 TRA = tratamiento
 FV = Forraje verde
 MS = materia seca
 %MS = porcentaje de materia seca

Anexo X. Análisis de varianza de acumulación de forraje verde (FV) en *Acacia decurrens* (12 meses de edad) en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	899.076816	449.538408	0.57 NS	0.5954
TRA	3	547.272466	182.424155	0.23 NS	0.8725
ERROR	6	4764.57658	794.096097		
TOTAL	11	6210.92586			
CV	35.403				
R-SQUARE	23.28				

BLO = bloque

TRA = tratamiento

NS = no significativo

CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo Y. Análisis de varianza de acumulación de materia seca (MS) en *Acacia decurrens* (12 meses de edad) en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	150.2280666	75.1140333	0.56 NS	0.6005
TRA	3	130.4998000	43.4999333	0.32 NS	0.8099
ERROR	6	810.8240000	135.1373333		
TOTAL	11	1091.551866			
CV	32.10104				
R-SQUARE	25.71				

BLO = bloque

TRA = tratamiento

NS = no significativo

CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo Z. Datos obtenidos en producción de forraje verde y materia seca (g/árbol) y porcentaje de materia seca de *Acacia decurrens*, a una frecuencia de poda de cinco meses. Promedio de 25 árboles evaluados por tratamiento (75 árboles por repeticiones. Bloque I, II y III).

PRODUCCION				
BLOE	TRA	FV	MS	%MS
I	1	123.70	56.21	45.44
	2	90.27	42.93	47.56
	3	90.93	44.86	49.34
	4	80.87	35.93	44.43
II	1	95.48	44.33	46.54
	2	91.62	41.90	45.73
	3	150.85	71.08	47.12
	4	119.44	54.94	46.00
III	1	134.15	63.77	47.53
	2	139.21	55.95	41.63
	3	95.85	43.16	45.03
	4	98.29	42.91	43.66

.BLO = bloque
 TRA = tratamiento
 FV = forraje verde
 MS = materia seca
 %MS = porcentaje de materia seca

Anexo 1. Análisis de varianza de producción de forraje verde (FV) en *Acacia decurrens* (a una frecuencia de poda de cinco meses) en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	992.619116	496.309558	0.69 NS	0.5377
TRA	3	548.622300	182.874100	0.25 NS	0.8560
ERROR	6	4320.95775	720.159625		
TOTAL	11	5862.19916			
CV	24.57				
R-SQUARE	26.29				

BLO = bloque

TRA = tratamiento

NS = no significativo

CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo 2. Análisis de varianza de producción de materia seca (MS) en *Acacia decurrens* (a una frecuencia de poda de cinco meses) en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	154.002466	77.0012333	0.53 NS	0.6140
TRA	3	201.891225	67.2970750	0.46 NS	0.7185
ERROR	6	872.313400	145.385566		
TOTAL	11	1228.20709			
CV	24.112				
R-SQUARE	28.97				

BLO = bloque

TRA = tratamiento

NS = no significativo

CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo 3. Análisis de varianza del porcentaje de materia seca (%MS) en *Acacia decurrens* en cuatro tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	11.55431667	5.77715833	1.63 NS	0.2715
TRA	3	12.77100000	4.25700000	1.20 NS	0.3859
ERROR	6	21.22915000	3.53819167		
TOTAL	11	45.5544666			
CV	4.104				
R-SQUARE	53.39				

BLO = bloque
TRA = tratamiento

NS = no significativo
CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo 4. Datos obtenidos en producción de forraje verde, materia seca (g/0.25m²) y porcentaje de materia seca en *Pennisetum clandestinum*, con una frecuencia de corte de 45 días. Promedio de 5 muestras por tratamiento (25 muestras por repetición. Bloques I, II y III) para los meses de junio a febrero.

JUNIO 2003					AGOSTO 2003				SEPTIEMBRE 2003			
BLO	TRA	FV	MS	%MS	TRA	FV	MS	%MS	TRA	FV	MS	%MS
I	1	98.49	26.71	27.12	1	46.9	14.49	30.89	1	50.02	14.46	28.91
	2	54.04	15.27	28.26	2	45.66	12.97	27.53	2	43.12	13.41	31.11
	3	63.16	19.71	31.20	3	50.52	12.39	27.05	3	43.71	13.03	29.81
	4	104.09	29.74	28.58	4	85.09	28.23	33.17	4	55.87	17.34	31.04
	5	49.40	14.79	29.94	5	118.94	34.46	28.97	5	44.32	14.31	32.28
II	1	101.39	31.50	31.07	1	59.91	18.86	31.48	1	68.39	21.69	31.72
	2	63.84	18.05	28.27	2	55.87	15.38	28.4	2	58.45	16.53	28.28
	3	92.56	23.70	25.60	3	102.39	27.69	24.53	3	93.21	29.53	31.68
	4	101.58	32.20	31.70	4	67.84	21.43	31.60	4	75.54	22.46	29.73
	5	96.16	25.51	26.51	5	53.73	15.00	27.92	5	83.95	26.06	31.05
III	1	111.42	25.79	23.14	1	100.33	20.31	20.24	1	73.00	15.28	20.93
	2	61.61	18.23	29.58	2	57.74	14.46	25.05	2	50.87	13.88	27.28
	3	232.08	51.83	22.23	3	166.02	44.52	26.82	3	135.82	31.65	23.30
	4	179.61	39.03	21.73	4	191.69	52.85	27.57	4	89.42	24.81	27.75
	5	157.61	41.55	26.36	5	122.40	35.57	29.06	5	91.22	23.01	25.23

BLO = bloque
 TRA = tratamiento
 FV = forraje verde
 MS = materia seca
 %MS = porcentaje de materia seca

Continuación

NOVIEMBRE 2003					DICIEMBRE 2003				FEBRERO 2004			
BLO	TRA	FV	MS	%MS	TRA	FV	MS	%MS	TRA	FV	MS	%MS
I	1	97.53	26.13	26.79	1	148.80	37.34	25.09	1	68.19	19.67	28.84
	2	47.54	12.61	26.52	2	48.16	14.34	29.78	2	38.80	12.08	31.14
	3	53.66	15.93	29.69	3	67.44	20.81	30.85	3	68.67	21.59	31.44
	4	151.08	43.11	28.53	4	145.49	44.02	30.26	4	100.11	27.48	27.45
	5	108.76	32.47	29.85	5	108.01	31.24	28.92	5	69.32	19.53	28.17
II	1	74.04	18.65	25.19	1	98.69	25.81	26.15	1	97.72	27.88	28.53
	2	80.99	19.82	24.47	2	108.72	24.07	22.14	2	75.98	21.10	27.76
	3	143.22	34.95	24.40	3	120.71	32.11	26.60	3	97.50	26.03	26.70
	4	101.90	25.70	25.22	4	120.49	34.41	28.56	4	82.67	26.27	31.78
	5	103.72	27.32	26.34	5	72.25	20.09	27.80	5	126.16	33.76	26.76
III	1	181.73	37.47	20.62	1	155.55	31.45	20.22	1	163.61	45.62	27.88
	2	111.15	27.96	25.16	2	156.26	32.16	20.58	2	67.56	17.14	25.37
	3	215.94	45.30	20.98	3	192.99	40.92	21.20	3	162.97	37.19	22.82
	4	226.34	50.10	22.14	4	206.50	58.89	28.52	4	173.39	50.26	28.99
	5	150.05	35.15	23.42	5	204.90	55.82	27.24	5	123.36	31.34	25.41

BLO = bloque
 TRA = tratamiento
 FV = forraje verde
 MS = materia seca
 %MS = porcentaje de materia seca

Anexo 5. Análisis de varianza de producción de forraje verde (FV) en *Pennisetum clandestinum* en cinco tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	12937.983413	6468.991706	14.04 **	0.0024
TRA	4	5775.7952400	1443.948810	3.13 NS	0.0793
ERROR	8	3685.9443200	460.7430400		
TOTAL	14	22399.722973			
CV	20.844				
R-SQUARE	83.54				

BLO = bloque

TRA = tratamiento

NS = no significativo

** = altamente significativo

CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo 6. Análisis de varianza de la producción de materia seca (MS) en *Pennisetum clandestinum* en cinco tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	467.8733733	233.9366866	10.02 **	0.0066
TRA	4	475.8345600	118.9586400	5.10 **	0.0245
ERROR	8	186.78316000	23.34789500		
TOTAL	14	1130.4910933			
CV	17.730				
R-SQUARE	83.47				

BLO = bloque

TRA = tratamiento

CV = coeficiente de variación

** = altamente significativo

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo 7. Análisis de varianza del porcentaje de materia seca (%MS) en *Pennisetum clandestinum* en cinco tratamientos.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	59.678773	29.839386	15.97 **	0.0016
TRA	4	10.471200	2.61780000	1.40 NS	0.3167
ERROR	8	14.948960	1.8686200		
TOTAL	14	85.098933			
CV	5.0133				
R-SQUARE	82.43				

BLO = bloque

TRA = tratamiento

NS = no significativo

** = altamente significativo

CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo 8. Análisis de varianza de producción de forraje verde (FV) en el arreglo agroforestal pastura en callejones *Acacia decurrens* asociada con *Pennisetum clandestinum* y *Pennisetum clandestinum* sin árboles.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	1328.8433	664.421	14.20 **	0.0023
TRA	4	585.25662	146.3141	3.13 NS	0.0797
ERROR	8	374.3342	46.7917		
TOTAL	14	2288.434			
CV	20.56				
R-SQUARE	83.64				

BLO = bloque

NS = no significativo

CV = coeficiente de variación

TRA = tratamiento

** = altamente significativo

Pr>F = probabilidad mayor de F

Anexo 9. Análisis de varianza de producción de materia seca (MS) en el arreglo agroforestal pastura en callejones *Acacia decurrens* asociada con *Pennisetum clandestinum* y *Pennisetum clandestinum* sin árboles.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F CALCULADO	Pr>F
BLO	2	48.2230	24.1115	10.25 **	0.006
TRA	4	47.3966	11.8491	5.04 **	0.025
ERROR	8	18.8241	2.3530		
TOTAL	14	114.443			
CV	17.31				
R-SQUARE	83.55				

BLO = bloque

CV = coeficiente de variación

Pr>F = probabilidad mayor de F

TRA = tratamiento

** = altamente significativo