

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

Evaluación participativa de forrajes mejorados para el manejo sostenible de los recursos naturales en la subcuenca del río Jucuapa Matagalpa, Nicaragua

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito parcial para optar por el grado de:

*Magister Scientiae* en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas

Por

Arlen Yoliet Payán Masis

Turrialba, Costa Rica

2006

Este texto ha sido aceptado en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el honorable consejo del Instituto como requisito para optar el grado de:

**REGISTRO SCIENTIFICUM**

**FINMIANTES:**

  
Francisco Rosillo, Dr. Sc.  
Consejero Principal

  
Muhammad Ibrahim, Ph.D  
Miembro Comité Consejo

  
Fernando Escobar, Ph.D  
Miembro Comité Consejo

  
Glenn Gilmore, Ph.D  
Director Programa de Educación y Decano de la Escuela de Posgrado

  
Arlen Yañez Parra Ariza  
Candidato

*"A veces sentimos que lo que hacemos es tan solo una gota en el mar, pero el mar sería menos si le faltara una gota."*  
Madre Teresa de Calcuta

## DEDICATORIA

A mis padres Mayra María Masis Duarte y Pedro Antonio Payán Vargas, quienes me han enseñado siempre a tomar el mejor camino en mi vida.

A mis hermanos Gustavo Antonio y Oscar Danilo, porque siempre me han enseñado que las peleas son siempre una distracción de la vida, que nos une y nos hace ejercitar constantemente la reconciliación.

A Mauricio porque con su amor me da fuerza para continuar con las metas que me he propuesto en mi vida.

A mi sobrinita Elsanía Lucía, porque es la fuente de inspiración en los momentos más difíciles que he pasado acá en CATIE.

A mis abuelitos, tías, tíos y primos ellos que han hecho de nuestra familia algo especial que me hace sentir feliz y orgullosa.

A mi Amiga Sor Nydia que ha sido mi paño de lágrima en todo momento y que con sus consejos y oraciones me ha ayudado siempre.

A Dalia por su ayuda incondicional que he recibido acá en CATIE...Dios Te Bendiga Dalia.

A mis compañeros de maestría, muy especialmente a los anexarios que me han permitido conocer que compartir es lo que me permite dejar a un lado mi egoísmo.

A mi tierra de *lagos* y *volcanes* por ser ese bello lugar en donde he podido crecer y formarme. Este granito de arena lo dedico a TI mi **NICARAGUA.**

## AGRADECIMIENTO

A mi profesor consejero Francisco Jiménez, porque compartiendo sus conocimientos y brindándome su consejo, ayuda, atención incondicional, me ha colaborado para obtener este grado.

A los miembros del comité consejero profesor Muhammad Ibrahim y Fernando Casanoves, por compartir sus conocimientos y su tiempo para llevar a cabo este trabajo de tesis.

A los profesores Cornelis Prins, Gustavo López, Frank López y Cristóbal Villanueva por sus valiosos aportes a este documento.

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), por haberme brindado el financiamiento durante estos dos años para realizar mis estudios.

Al Ing. Alejandro Blandón, porque con su gestión y apoyo incondicional he logrado continuar con mis estudios.

Al programa Focuecas II por la ayuda económica brindada durante la etapa de campo.

Al INTA-Región Centro Norte, especialmente al Ing. Marcio Aráuz, por haberme brindado los medios para llevar a cabo la etapa de campo.

Al Dr. Axel Smichdt quien aportó conocimientos y colaboró con el establecimiento de la primera parcela de *C. argentea*, al inicio de esta investigación.

A mis compañeros de trabajo Agustín, Evelia, José Luis, Neftaly, Roger, José Ramón y especialmente Jhonny, quienes colaboraron de manera incondicional durante la etapa de campo.

A todos los productores ganaderos que han colaborado en la realización de esta investigación, especialmente a los productores pioneros Gerardo, Alvaro, Esteban, Juan Bautista y Pedro.

A mi padre Pedro Antonio, quien me ha brindado su ayuda incondicional en cada momento y quien es **coejecutor** de esta investigación.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO.....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>XII</b>
<b>RESUMEN GENERAL .....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIV</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación e importancia de la investigación .....	2
1.3 Objetivo general.....	4
1.4 Objetivos específicos.....	4
1.5 Hipótesis del estudio .....	5
<b>2. MARCO CONCEPTUAL.....</b>	<b>6</b>
2.1 Cuencas hidrográficas y proceso de degradación de pasturas .....	6
2.2 Consideraciones generales sobre <i>Brachiaria brizantha</i> x <i>Brachiaria ruziziensis</i> .....	11
2.2.1 Descripción morfológica .....	12
2.2.2 Adaptación fisiográfica.....	13
2.2.3 Densidad de siembra .....	14
2.2.4 Utilización por rumiantes .....	14
2.3 Consideraciones generales sobre <i>Brachiaria brizantha</i> .....	14
2.3.1 Adaptación fisiográfica.....	15
2.3.2 Rendimiento de materia seca .....	15
2.3.3 Calidad del forraje y respuesta animal.....	16
2.3.4 Densidad de siembra .....	16
2.3.5 Establecimiento.....	16
2.4 Consideraciones generales sobre <i>Hyparrhenia rufa</i> .....	17
2.4.1 Adaptación fisiográfica.....	17
2.4.2 Establecimiento.....	17
2.4.3 Manejo.....	18
2.4.5 Calidad y rendimiento del forraje y respuesta animal.....	18
2.5 Consideraciones generales sobre <i>Cratylia argentea</i> .....	18

2.5.1 Descripción botánica.....	19
2.5.2 Establecimiento.....	20
2.5.3 Siembra directa.....	21
2.5.4 Siembra en bolsa y posterior trasplante.....	21
2.5.5 Crecimiento y rendimientos de materia seca.....	21
2.5.6 Producción de semilla.....	22
2.5.7 Calidad nutritiva.....	23
2.5.8 Utilización por rumiantes.....	24
2.6 Evaluación participativa.....	25
2.7 Literatura citada.....	26
<b>3. ARTÍCULO 1.....</b>	<b>31</b>
3.1 Introducción.....	33
3.2 Metodología.....	34
3.2.1 Ubicación del área de estudio.....	34
3.2.2 Descripción del área de estudio.....	35
3.2.3 Etapas de la realización de la investigación.....	37
3.3 Resultados y discusión.....	47
3.3.1 Medición del crecimiento de pasturas en dos sistemas de siembra.....	47
3.3.1.1 Número de macollas y número de tallos por macolla.....	47
3.3.1.2 Cobertura del suelo por las pasturas.....	52
3.3.1.3 Producción de biomasa.....	54
3.3.1.4 Contenido de humedad del suelo.....	56
3.3.1.5 Profundidad de raíces y volumen radicular.....	56
3.3.2 Medición del crecimiento de la leguminosa <i>Cratylia argentea</i> en dos sistemas de siembra.....	58
3.3.2.1 Altura.....	59
3.3.2.2 Número de ramas, diámetro de tallos y profundidad de raíces.....	62
3.3.2.3 Producción de biomasa.....	63
3.3.2.4 Contenido de humedad del suelo.....	64
3.3.3 Medición de consumo y producción de leche de vacas de doble propósito.....	64
3.4. Conclusiones y recomendaciones.....	68
3.4.1 Conclusiones.....	68
3.4.2 Recomendaciones.....	69
3.5 Literatura citada.....	69
3.6 Anexos.....	72
<b>4 ARTÍCULO 2.....</b>	<b>80</b>
4.1 Introducción.....	82
4.2 Metodología.....	83

4.2.1 Ubicación del área de estudio.....	83
4.2.2 Descripción del área de estudio.....	84
4.2.3 Etapas de la realización de la investigación.....	86
4.2.4 Revisión y análisis de información secundaria.....	86
4.2.5 Identificación del grupo meta y colaboración institucional.....	87
4.2.6 Caracterización de los productores ganaderos.....	88
4.2.7 Determinación de la percepción de los productores ganaderos y de los técnicos sobre los forrajes estudiados, en los sistemas de siembra directa y por transplante.....	88
4.3 Resultados y discusión.....	88
4.3.1 Caracterización de los productores ganaderos.....	88
4.3.2 Percepción de los productores ganaderos y técnicos de las instituciones sobre efectos ambientales y socioeconómicos de la implementación de los forrajes mejorados en la subcuenca del río Jucuapa.....	94
4.4 Conclusiones y recomendaciones.....	102
4.4.1 Conclusiones.....	102
4.4.2 Recomendaciones.....	103
4.5 Literatura citada.....	104
4.6 Anexos.....	105



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Análisis fisicoquímico y bacteriológico de las microcuencas afectadas por la ganadería en el departamento de Quindío, Colombia.....	7
Cuadro 2. Efectos de diferentes tipos de cobertura sobre la pérdida de suelo por escorrentía .....	9
Cuadro 3. Asignación de los tratamientos a las 9 vacas en el ensayo de producción con diferentes dietas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	45
Cuadro 4. Contrastes ortogonales de la variable número de macollas/m <sup>2</sup> de distintas pasturas bajo dos sistemas de siembra en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	48
Cuadro 5. Contrastes ortogonales de la variable número de tallos/macollas de distintas pasturas bajo dos sistemas de siembra en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	50
Cuadro 6. Contraste ortogonal de producción de materia seca mediante distintos sistemas de siembra en diferentes pasturas, en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	55
Cuadro 7. Condiciones de humedad del suelo (media ± EE) de áreas de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	56
Cuadro 8. Comportamiento de variables de crecimiento de <i>Cratylia argentea</i> (medias ± EE) en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	63
Cuadro 9. Consumo de los forrajes evaluados (medias ± EE) en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	65
Cuadro 10. Consumo (%) del suplemento de forrajes estratificado por especies evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	
Cuadro 11. Contenido de proteína en la leche obtenida a partir de las dietas evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	68
Cuadro 12. Frecuencia de tenencia de pasturas de los productores entrevistados de los tres pisos altitudinales de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	91
Cuadro 13. Diferentes especies forrajes utilizadas por productores ganaderos durante la época seca en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	92
Cuadro 14. Alternativas de suplementación de ganado bovino en las época seca en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	92
Cuadro 15. Porcentaje de percepción de los productores ganaderos sobre el efecto de los sistemas de siembra de las pasturas mejoradas en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	96
Cuadro 16. Percepción de los productores ganaderos sobre la interacción del sistema de siembra las variables de desarrollo de <i>Cratylia argentea</i> y rentabilidad de la misma, en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	99

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Brachiaria brizantha</i> x <i>Brachiaria ruziziensis</i> creciendo en parcelas de productores ubicado en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	13
Figura 2. Diferentes estados fisiológicos de <i>Brachiaria brizantha</i> creciendo en parcelas de productores en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	15
Figura 3. <i>Hyparrhenia rufa</i> creciendo en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	17
Figura 4. Diferentes estados fisiológicos de <i>Cratylia argentea</i> creciendo en parcelas de productores en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	20
Figura 5. Localización de la subcuenca del río Jucuapa en Matagalpa, Nicaragua .....	35
Figura 6. Esquemas de las parcelas de pastos para evaluar dos sistemas de siembra en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	40
Figura 7. Esquema de las parcelas de <i>Cratylia argentea</i> para evaluar dos sistemas de siembra en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	43
Figura 8. Número promedio de macollas/m <sup>2</sup> (medias ± EE) de diferentes pasturas evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	49
Figura 9. Número promedio de tallos por macollas (medias ± EE) de diferentes pasturas evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	51
Figura 10. Porcentaje de cobertura del suelo (medias ± EE) por las diferentes pasturas, en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	53
Figura 11. Producción de materia seca (medias ± EE) de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	54
Figura 12. Profundidad media de raíces (medias ± EE) de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	57
Figura 13. Volumen radicular (medias ± EE) de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	58
Figura 14. Crecimiento acumulado de <i>Cratylia argentea</i> (medias ± EE) en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	60
Figura 15. Relación entre altura y edad de las plantas de <i>Cratylia argentea</i> en el sistema de siembra directa en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	61
Figura 16. Relación entre altura y edad de las plantas de <i>Cratylia argentea</i> en el sistema de siembra de trasplante en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	61
Figura 17. Promedios de consumo de materia seca (medias ± EE), discriminada por especie de forraje para cada una de las dietas evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	66
Figura 18. Rendimiento de leche (medias ± EE) obtenidas a partir de las dietas evaluadas.....	669

Figura 19. Localización de la subcuenca del río Jucuapa en Matagalpa, Nicaragua .....	83
Figura 20. Días de ocupación y descanso de áreas de pasturas reportada por los ganaderos de los tres pisos altitudinales de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	90
Figura 21. Distintos tipos de fuentes de agua ubicadas en las fincas de los productores ganaderos de los tres pisos altitudinales de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	93
Figura 22. Percepción de productores ganaderos (%) sobre diferentes características de las pasturas mejoradas ( <i>Brachiaria hibrido</i> y <i>Brachiaria brizantha</i> ) evaluadas en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	95
Figura 23. Percepción de los productores ganaderos (%) de continuar con el establecimiento de nuevas áreas de pasturas mejoradas en sus fincas.....	101

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formulario para el registro de datos de la variable número de tallos y número de macollas de las pasturas.....	72
Anexo 2. Formulario para el registro de datos de las variables profundidad de raíces, volumen radicular y producción de forraje de pasturas.....	73
Anexo 3. Formulario para el registro de datos de la variable altura de plantas de <i>C. argentea</i> .....	74
Anexo 4. Formulario para el registro de datos de las variables altura de la planta, diámetro del tallo y número de ramas de <i>Cratylia argentea</i> .....	75
Anexo 5. Formulario para el registro de datos de las variables peso del forraje verde y profundidad de raíces de <i>Cratylia argentea</i> .....	76
Anexo 6. Formulario para el registro de datos de la variable consumo las dietas evaluadas .....	77
Anexo 7. Formulario para el registro de datos de la variable rendimiento de leche según las dietas evaluadas ...	78
Anexo 8. Comportamiento fisiológico de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	79
Anexo 9. Entrevista sobre los forrajes evaluados en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua .....	105
Anexo 10. Entrevista del comportamiento de pastos y forrajes en dos épocas distintas en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.....	107
Anexo 11. Entrevista dirigida a técnicos locales de instituciones que apoyan al sector agrosilvopastoril en la subcuenca del río Jucuapa.....	109

**Payán, A. 2006.** Evaluación participativa de forrajes mejorados para el manejo sostenible de los recursos naturales en la subcuenca del Río Jucuapa Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE.

## **RESUMEN GENERAL**

Este estudio, basado en el principio de investigación-acción, busca generar insumos e información de forrajes mejorados bajo dos sistemas de siembra sobre su impacto productivo, las implicaciones que estos forrajes tienen sobre los recursos naturales, de acuerdo a la percepción de los productores ganaderos y funcionarios de las instituciones que laboran en la subcuenca. Se encontró que el sistema de siembra influye en la producción de materia seca de los forrajes evaluados, así mismo se obtuvieron cambios significativos en la respuesta animal (consumo y producción). De acuerdo a la percepción de los productores ganaderos y funcionarios de las instituciones, los forrajes mejorados pueden tener impacto positivo sobre los recursos naturales de la subcuenca, inclusive sobre el paisaje de la misma. Sin embargo mostraron mayor interés en continuar con el establecimiento de las pasturas y en menor escala de la leguminosa, por esta razón es necesario establecer estrategias, a través de las cuales se logre el balance de intereses con respecto a ambos tipos de forrajes, con el fin de que se promueva la conservación de los recursos naturales de la subcuenca del río Jucuapa.

**Palabras claves:** conservación, forrajes mejorados, impacto productivo, investigación-acción, recursos naturales, subcuenca del río Jucuapa.

**Payán, A. 2006.** A participative evaluation of improved forages for sustainable management of natural resources in the Jucuapa river subwatershed, Matagalpa, Nicaragua, MS Thesis. CATIE.

### **GENERAL ABSTRACT**

This study, based on the research-action principle, aims to generate inputs and information on improved forages under two planting systems on their production impact and the implications that these forages have on the natural resources, according to the perception of the farmers and institutional officials who work in the subwatershed. The study found that the planting system influenced the production of dry matter for the forages evaluated, and it obtained significant changes in animal response (consumption and production). According to the perception of the farmers and institutional officials, the improved forages are capable of having a positive impact on the natural resources in the subwatershed as well as on the watershed landscape. However, they showed greater interest in continuing with the establishment of pastures and to a lesser degree legumes; therefore, it is necessary to establish strategies which will help achieve a balance between both forages with the goal of promoting natural resource conservation in the Jucuapa river subwatershed.

**Key words:** conservation, improved forages, production impact, research-action, natural resources, Jucuapa river subwatershed.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Descripción del problema

La degradación de los recursos naturales sigue un proceso acelerado, mientras que la calidad de vida disminuye y el desarrollo sostenible continúa siendo un reto cada vez más difícil de alcanzar. Aunque se han realizado inversiones importantes en todo el mundo para conservar la naturaleza, el área de los bosques sigue reduciéndose, algunas regiones siguen enfrentando conflictos graves debido a la falta o a la mala calidad del agua y la erosión del suelo continúa generando impactos negativos en los embalses y en la producción (Faustino 2005).

Las cuencas hidrográficas de Nicaragua no están exentas de la degradación de los recursos naturales, lo que afecta en forma negativa las actividades productivas, y consecuentemente, el nivel de vida de los habitantes de las áreas rurales (Morales 2003). Las amenazas naturales, tales como huracanes, inundaciones, sequías, deslizamientos y actividades antrópicas inadecuadas que dan origen o incrementan la vulnerabilidad biofísica, ambiental y socioeconómica, aumentan el riesgo y dificultan el manejo sostenible de las cuencas hidrográficas (Jiménez 2005).

Por ejemplo en cuencas ganaderas seleccionadas en Centroamérica se estimó que entre el 50% y el 80% de las áreas en pasturas se encuentran en avanzado estado de degradación, con una carga animal inferior al 40% en relación a pasturas que reciben un manejo apropiado (Holmann *et al.* 2004). En el caso de las pasturas bajo sistemas pecuarios tradicionales, este proceso de degradación está ligado a varios factores entre ellos: establecimiento de pasturas en tierras frágiles (por ejemplo laderas), siembra de pasturas pobremente adaptadas, sobrepastoreo durante la época lluviosa y seca, agotamiento de nutrientes, quema no controlada y frecuente de pasturas (Holmann *et al.* 2003).

Ante este escenario es indispensable el manejo de las cuencas hidrográficas mediante la implementación de diferentes acciones, con el fin de lograr un uso racional y sostenible de los diferentes recursos que se encuentran en ella, tomando en consideración el potencial-vocación de la cuenca y las actividades e intereses de las comunidades y sectores que habitan e interactúan en ella (Faustino y García 2001). Entre las acciones que reducirían el impacto que produce la ganadería extensiva sobre los recursos de una cuenca hidrográfica se encuentran la implementación de árboles y arbustos forrajeros, con potencial para el manejo y la conservación de suelos y agua que pueden plantarse en densidades altas, son perennes, y permiten la asociación con otros cultivos.

## 1.2 Justificación e importancia de la investigación

La subcuenca del río Jucuapa está conformada por siete comunidades en las que habitan 792 familias, 83,5% de las cuales se ubican en la parte media. El 48% del total de familias se ubican en la categoría de pobres y el 40% en el nivel de bienestar<sup>1</sup> de muy pobres. De acuerdo a la base de datos del Banco Mundial, el salario diario por persona es de US\$ 2.

En las siete comunidades de la subcuenca hay 256 familias que se dedican a la actividad ganadera; la mayoría de estas familias consumen productos derivados de la leche y un pequeño porcentaje de los productos lácteos se vende al nivel local. El rendimiento diario de leche por cabeza de ganado es menor a 5l, y se reduce más durante el periodo seco (3l), tiempo en que los productos derivados de la leche son muy escasos. Los tipos de pastos que se encuentran con más frecuencia en los potreros son: jaragua (*Hyparrhenia rufa*), estrella (*Cynodon nlemfuensis*), “king grass” (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum typhoides*), taiwán (*Pennisetum purpureum*) y grama natural (Morales 2003).

La subcuenca presenta un alto grado de amenaza por sequías prolongadas, de hasta seis meses, que van desde noviembre hasta abril, época en la que ocurre el 14% de la precipitación anual. Sin embargo, aún en el periodo lluvioso (mayo-octubre) ocurre una disminución drástica de las precipitaciones que se conoce como periodo canicular, el cual ocurre entre julio y agosto, y afecta cerca del 70% del área total de la cuenca (Morales 2003).

Las condiciones de vulnerabilidad están dadas por prácticas inadecuadas de pastoreo y manejo de las pasturas, factores bióticos y abióticos, que causan la degradación de pasturas en dos formas interrelacionadas: degradación agrícola (cambio en la composición botánica) y degradación biológica (disminución drástica de la biomasa) (Ibrahim 2005). En los últimos años, el área de pasturas en la subcuenca ha presentado una disminución en el grado de cobertura y área, así mismo, existe escaso manejo dirigido a mejorar su calidad.

La interacción de los factores de vulnerabilidad mencionados con las amenazas naturales existentes en la zona causan la reducción de la biomasa aérea (hojas y tallos) necesaria para la alimentación de los animales, reducen el papel de la cobertura vegetal como disipador de la energía cinética de la gotas de lluvia, principalmente al inicio del periodo pluviométrico, aumentan la escorrentía superficial y reducen la biomasa radicular y con ello la resistencia mecánica del suelo (Aike *s.f.*). Esta situación que contribuye a aumentar la

---

<sup>1</sup> Basado en el nivel de bienestar: área de la finca, tipo de vivienda, medios de transporte, contratación de mano de obra, tenencia de ganado mayor y menor y nivel de educación para la zona de estudio.



velocidad del escurrimiento, la vulnerabilidad de los suelos a ser erosionados y a la vez que se aumenta la probabilidad de inundaciones (Jiménez 2005).

En el Plan Rector de Producción y Conservación de la subcuenca (Morales 2003) se menciona que es factible fomentar la actividad ganadera de doble propósito bajo manejo sostenible y diversificado con especies forrajeras que se adapten a las condiciones climáticas que prevalecen en la subcuenca, para mejorar las condiciones de los pequeños y medianos productores. De acuerdo a este Plan Rector, estas acciones se deben realizar en la parte media, en donde se presentan fuertes procesos de degradación de los suelos por efecto del sobrepastoreo.

Ante este escenario es importante contribuir a que las familias productoras dedicadas a la actividad de ganadería evalúen tecnologías novedosas de forrajes en sus sistemas de producción. Tecnologías que se ajusten al enfoque de cuencas tales como: prácticas agronómicas, prácticas forestales (sistemas silvopastoriles), prácticas de conservación de suelos y aguas, y cuya adopción contribuiría al manejo de la cuenca y a mejorar la calidad de vida de la población (Faustino 2005).

De acuerdo a los avances tecnológicos, especies con potencial de adaptación en las condiciones climáticas de la subcuenca son: *B. brizantha* x *B. ruziziensis*, *B. brizantha* y *C. argentea*. Las gramíneas (brachiarias) como base principal de la dieta y la leguminosa (cratylia) como suplemento proteico.

Ante el alto riesgo de erosión que presentan los suelos en la subcuenca del río Jucuapa, el pasto *B. brizantha* x *B. ruziziensis* cv. “mulato” es una alternativa con mucho potencial, debido a que soporta el pastoreo intensivo, soporta cargas animales altas, es de recuperación rápida, tiene alto valor nutritivo (entre 12 y 15% de proteína), produce 25% más de materia seca que otras brachiarias comerciales como la *Brachiaria decumbens* (Peters *et al.* 2003). Así mismo, *B. brizantha* cv. “marandu”, se caracteriza por tener amplio rango de adaptación a clima y suelo. Crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con un rango amplio de pH y textura. Tolera sequías prolongadas, tiene buena persistencia bajo pastoreo y compite con las malezas. Los contenidos de proteína en praderas bien manejadas están entre 7 y 14 % (Peters *et al.* 2003).

Ambas pasturas representan una alternativa novedosa y prometedora para los ganaderos debido a que resisten sequías prolongadas, tienen buena producción de forraje en época crítica (seca) lo que permite una cobertura permanente sobre el suelo que reduce la escorrentía superficial y promueve la infiltración. Complementariamente, *C. argentea* es una leguminosa capaz de adaptarse a suelos de baja fertilidad, tiene alta tolerancia a sequía, permanece verde y rebrota en sequías prolongadas de 6 a 7 meses y tolera el fuego. Posee un alto valor nutritivo, el contenido de proteína se encuentra en un rango de 18 a 30% y tiene una digestibilidad del 60 al 65% (Peters *et al.* 2003). La evaluación del comportamiento de los forrajes por parte de productores permite establecer sus percepciones de manera sistemática, de forma que puedan comunicar

rápidamente la información respectiva y se pueda obtener su punto vista, acerca de la utilidad de las nuevas tecnologías (Prins 2005).

Este estudio es importante para el manejo biofísico de la subcuenca del río Jucuapa por los siguientes aspectos: para favorecer y promover mayor cobertura vegetal, mayor infiltración, menor escorrentía, menor alteración del ciclo hidrológico, menor erosión, menor depósito de sedimentos en las partes bajas de la cuenca, menor pérdida de nutrientes y fertilidad del suelo y mayor disponibilidad de forraje en periodos secos prolongados. Desde el punto de vista socioeconómico los resultados pueden contribuir a mejorar el nivel de ingresos de la población meta del estudio, mejorar el valor de la tierra, promover la permanencia de la población en la zona y reducir la presión sobre los escasos recursos naturales disponibles en la subcuenca.

La presente investigación tiene un carácter de investigación-acción. Esta enfocada en la conservación de los recursos naturales, al estudiar el comportamiento fisiológico y agronómico y su influencia en la producción de leche de especies forrajes en las condiciones reales de la subcuenca, bajo una evaluación técnica y de los propios productores ganaderos de la zona.

La investigación está inmersa en el Plan Operativo Anual (POA) de investigación del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), en la región de Matagalpa, Nicaragua, y a la vez las parcelas establecidas por los productores funcionan como Parcelas de Transferencia (PDT), en la oficina de extensión de la subcuenca de Jucuapa. Así mismo, se integra dentro de las acciones del programa “Innovación, aprendizaje y comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas” (FOCUENCAS II) que desarrolla el CATIE junto con diferentes actores locales en dicha subcuenca.

### **1.3 Objetivo general**

Desarrollar un proceso de investigación-acción con productores ganaderos de la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua, con el fin de evaluar el comportamiento ecofisiológico y productivo de forrajes mejorados y su potencial para mejorar la cantidad y calidad de la alimentación del ganado, reducir la degradación de los recursos naturales y favorecer las condiciones socioeconómicas de los productores de la zona.

### **1.4 Objetivos específicos**

- Comparar el crecimiento de las pasturas *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha* y la leguminosa *C. argentea*, en los sistemas de siembra directa con el de transplante.

- Evaluar el consumo y la producción de leche del ganado doble propósito, pastoreado en *B. brizantha* x *B. ruziencis* y *B. brizantha* suplementado con *C. argentea* más *P. purpureum*
- Caracterizar el sistema de producción de los productores ganaderos participantes del proceso de investigación.
- Determinar la percepción de los productores ganaderos y técnicos de las instituciones sobre el crecimiento y efectos ambientales de la implementación de las pasturas *B. brizantha* x *B. ruziencis* y *B. brizantha* y la leguminosa *C. argentea*, en los sistemas de siembra directa comparado con transplante, en la subcuenca.

### **1.5 Hipótesis del estudio**

- No existe diferencia en el crecimiento de los forrajes de *B. brizantha* x *B. ruziencis*, *B. brizantha* y *C. argentea* al utilizar el sistema de siembra directa o transplante.
- Al comparar la suplementación de *C. argentea* con la suplementación de *P. purpureum* no existe diferencia en las variables de consumo y producción de leche por vaca.
- Los productores ganaderos y actores locales no perciben efectos beneficiosos para ellos, sus fincas y la cuenca, al introducir en sus fincas tecnologías forrajeras mejoradas.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 Cuencas hidrográficas y proceso de degradación de pasturas

Cuenca hidrográfica es una unidad natural, morfológicamente superficial, cuyos límites quedan definidos por la divisoria geográfica de las aguas, también conocida como “parteaguas<sup>2</sup>”. Así mismo constituye la principal unidad territorial donde el agua, proveniente del ciclo hidrológico, es captada, almacenada y disponible como oferta de agua (Jiménez 2005).

Sin embargo, en los últimos 30 años las cuencas corren más peligro que nunca. La presión del crecimiento poblacional, la deforestación, la minería, las prácticas agrícolas insostenibles, el calentamiento del planeta, el turismo y la urbanización están ejerciendo un gran peso en las cuencas y poniendo en peligro el agua dulce del mundo (Hofer *et al.* 2004).

La degradación es generalmente definida como la reducción temporal o permanente de la capacidad productiva de la tierra en un agro-ecosistema determinado. Latinoamérica es la región del mundo en desarrollo que tiene las mayores áreas degradadas. En cuencas ganaderas seleccionadas en Centroamérica se estimó que entre el 50% y el 80% de las áreas en pasturas se encuentran en avanzado estado de degradación con una carga animal inferior al 40% en relación a pasturas que reciben un manejo apropiado. En el caso de las pasturas, bajo sistemas pecuarios tradicionales, este proceso de degradación está ligado a: establecimiento de pasturas en tierras frágiles (por ejemplo laderas), siembra de pasturas pobremente adaptadas, sobre-pastoreo durante la época lluviosa y seca, agotamiento de nutrientes, quema incontrolada y frecuente de pasturas (Holmann *et al.* 2003).

Moscuzza *et al.* (2003) mencionan que la deforestación, el sobrepastoreo y las prácticas inadecuadas de cultivo producen la mayor alteración del ciclo hidrológico, a través de la disminución de los caudales disponibles y el deterioro de la calidad del agua, por ello las prácticas inadecuadas de manejo inciden negativamente en la disponibilidad del recurso. Tal es el caso del embalse del río Hondo en Chile que ha sufrido un importante deterioro principalmente debido a los procesos de eutrofización y colmatación, que han reducido su volumen en un 24%.

Los resultados reflejan claramente las diferencias en los impactos negativos de la forma como se realiza la ganadería intensiva, sea para producción de carne o leche (Cuadro 1), sobre el estado de

---

<sup>2</sup> Parteaguas: es una línea imaginaria que une los puntos de mayor altura relativa entre dos laderas adyacentes, pero de exposición opuesta desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión en la zona hipsométricamente más baja. Ante la presencia de precipitaciones y de los flujos o caudales base, el parteaguas permite configurar una red de drenaje superficial que canaliza las aguas hacia otro río, al mar, o a otros cuerpos de agua, como los lagos, y embalses artificiales y naturales (Jiménez 2005).

los recursos hídricos (Murgueitio 2003). Las microcuencas que drenan de zonas con uso ganadero presentaron mayores niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), turbiedad, coliformes totales y coliformes fecales, mientras que la microcuenca que drena de zonas con uso de suelo de bosque presentó los niveles más bajos para estos parámetros (Murgueitio 2003).

Los mayores valores de DBO, nitrógeno y coliformes en las zonas ganaderas se presentan presumiblemente debido al depósito de estiércol por el ganado directamente en los potreros, el cual mediante la escorrentía aporta estos elementos a las quebradas. Los sólidos totales y la turbiedad también pueden ser un efecto directo de la perturbación que hace el ganado que incrementa la erosión en las zonas de pastoreo y/o que destruye los taludes y remueve el fondo de las quebradas, debido a que en estos casos el ganado tenía acceso directo al cauce (Murgueitio 2003).

**Cuadro 1. Análisis fisicoquímico y bacteriológico de las microcuencas afectadas por la ganadería en el departamento de Quindío, Colombia**

<b>Parámetros</b>	<b>Microcuenca con vegetación del bosque</b>	<b>Microcuenca con vegetación de pasto</b>
pH	6,16	6,25
Alcalinidad (mg/l)	43,1	64,5
Turbiedad (NTU)	5,10	40,2
Conductividad (ws/cm)	124	126
Oxígeno disuelto (mg/l)	5,22	5,41
Demanda bioquímica de oxígeno (mg/l)	5,20	11,5
Coliformes totales (NMP/100 ml)	3030	56733
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	3030	55805
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	5,91	11,2

Fuente: Murgueitio (2003)

Sobre las características físicas del hábitat en el tipo de flujo de la microcuenca, se encontró una tendencia a la homogeneización del cauce en las zonas dominadas por la ganadería a través de labores de canalización. Esto va en detrimento de la biodiversidad, pues al haber pocos hábitats disponibles predominan las pocas especies que se adaptan a dichos hábitats. Al comparar la calidad del hábitat entre microcuencas con pasturas en las orillas y las que tenían cobertura de bosque nativo, se encontraron diferencias en los tipos de substrato, tanto orgánico como inorgánico, en las quebradas, y la afectación de la calidad del hábitat del mismo (Murgueitio 2003).

De acuerdo con los resultados de esa investigación, la ganadería de pastoreo sin árboles, causa un impacto negativo de mayor magnitud en todos los parámetros estudiados, principalmente por sedimentación de los cauces y aportes de materia orgánica, nutrientes y patógenos que deterioran las corrientes de agua. Los análisis realizados hasta el momento permiten determinar que los macroinvertebrados son sensibles a los cambios en el uso del suelo y por tanto, son buenos indicadores del impacto causado por actividades como la ganadería sobre las quebradas (Murgueitio 2003).

Alfaro *et al.* (2005) mencionan que el pastoreo intensivo genera espacios descubiertos, que resultan en una mayor producción de sedimentos en estos sectores y en pérdidas de nutrientes (nitrógeno y fósforo), asociada a la pérdida de partículas de suelo por arrastre de agua. Por estas razones es que después de un período prolongado de utilización de las pasturas, es posible que ocurran cambios importantes en la estructura física del suelo, como la compactación, lo cual aumenta la escorrentía, disminuye el desarrollo de las raíces y la extracción de nutrientes que se encuentran a mayor profundidad en el suelo. Asimismo, la compactación del suelo permite que el agua corra por la superficie arrastrando partículas y materiales en depósito, iniciando entonces el proceso de erosión, con lo cual la pastura entra en un proceso de degradación severa (Holmann *et al.* 2004).

Ibrahim *et al.* (2003) mencionan que bajo condiciones climáticas tropicales, con eventos pluviométricos erosivos de alta frecuencia e intensidad, una cuenca hidrográfica sin cobertura vegetal está más expuesta al impacto de las gotas, lo cual podría causar severos efectos erosivos. Esto puede agravarse cuando las pasturas son sometidas a fuertes presiones de pastoreo (alta carga animal) que exponen el suelo y conducen a la formación de cárcavas, compactación del suelo y por lo tanto, a una disminución de las tasas de infiltración y a la pérdida de suelo por efecto de la escorrentía. En algunos casos resulta en erosión severa y sedimentación de cuerpos de agua y presas hidroeléctricas. Así mismo la reducción en la infiltración podría conducir también a una disminución de la recarga de acuíferos, lo que a su vez, puede conllevar a una escasez de agua en las estaciones secas (Kiersch 2000).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se puede decir que los procesos erosivos, tienen como factor fundamental al manejo agronómico. Partiendo de este principio, Leither *et al.* (1997), en un estudio realizado en Colombia, encontraron que los suelos inceptisoles después de tener una pastura en descanso durante un período prolongado son muy estables, sin embargo pierden esta cualidad a partir del tercer año de cultivo permanente, concluyendo entonces que la erodabilidad es un factor dinámico, de largo plazo, que puede cambiar a través de prácticas culturales apropiadas tales como la asociación de cultivos y la rotación de cultivos con mezclas de pastos y leguminosas.

Los estudios han demostrado que otro elemento que debe tomarse en cuenta dentro de los factores de erodabilidad es la superficie hidrológica de un sistema de pastura, la cual está influenciada por las características vegetativas de la misma. Es por esta razón que se continúan investigando las formas de prevenir la erosión y la pérdida excesiva de nutrientes en tierras agrícolas, a través de diferentes especies de forrajes que reduzcan el efecto de erosión (Self-Davis 2003). Con el fin de comprobar esta hipótesis se probaron cinco especies de forrajes: *Panicum virgatum*, *Bothriochloa caucasia*, *Cynodon dactylon*, *Tripsacum dactyloides*, *Festuca arundinacea Schreb*, obteniendo como resultado que el volumen de escorrentía con la cobertura de la especie de *Festuca arundinacea Schreb*, fue significativamente menor con respecto a los demás forrajes en estudio (Self-Davis 2003).

Ríos (2005) en un estudio realizado en Costa Rica, obtuvo que la escorrentía superficial en pasturas nativas sobrepastoreadas sin árboles fue de 28%, en pastura nativa con árboles de 27%, en pastura mejorada con árboles 15% y el bosque secundario intervenido 7%. La capacidad de infiltración en las pasturas nativas sobrepastoreadas fue de 0,07 cm/h, en pasturas nativas con árboles 0,19 cm/h, en las pasturas mejoradas con árboles 0,23 cm/h y en el bosque secundario intervenido 3,54 cm/h.

Obando (1997), en un estudio realizado en Colombia, encontró que las pérdidas de suelo en un suelo descubierto y una cobertura de pasto brachiaria fueron 150 y 10 t/ha, respectivamente. Esto coincide con los resultados obtenidos por Gómez y Velásquez (1999) en este mismo país, la pérdida de suelo en pasto brachiaria fue menor que en un suelo desnudo, pero mayor que en un bosque. También encontraron que existen mayores pérdidas de suelo cuando se aumenta la carga animal (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Efectos de diferentes tipos de cobertura sobre la pérdida de suelo por escorrentía**

<b>Cobertura</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Carga (Novillos/ha)</b>	<b>Pérdidas de suelo (Toneladas/ha/año)</b>
Bosque	32	-	0,61
Brachiaria	22	1,5	8,23
Brachiaria	20	2,5	13,32
Suelo descubierto	24	-	20,4

Fuente: Gómez y Velásquez 1999.

En Costa Rica se encontró que en los cultivos de café con sombra, café, pasto y tabaco, las pérdidas de suelo en kg/ha/año fueron de 557, 848, 1694 y 5565, respectivamente. Se deduce que el tabaco es el uso de la tierra que causa mayor erosión, seguido por los pastos (Hernández 1995).

Una de las principales soluciones utilizadas en el manejo de las pasturas es el control del pastoreo (intensidad, frecuencia, estacionalidad), mejor manejo del fuego y la calidad de los pastos (Robert 2002). También, se pueden hacer transformaciones tecnológicas que impliquen mejoras en los sistemas y a la vez generen servicios ambientales, mediante el uso y adaptación de prácticas agrícolas mejoradas capaces de: almacenar carbono en suelo y biomasa aérea, disminuir emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso), incrementar biodiversidad en flora y fauna y mantener fuentes de agua potable (Ibrahim 2005).

En sistemas ganaderos tropicales ya se han probado prácticas que cumplen con este doble fin. Así, la introducción de tecnologías silvopastoriles, como la siembra de árboles en los potreros, el uso de cercas vivas, cortinas rompevientos, bancos forrajeros, al tiempo que mejoran la calidad de la dieta nutricional (disminuyendo la capacidad de emitir metano de los bovinos). También ayudan a liberar áreas degradadas para permitir en ellas la regeneración natural, constituirse como sumideros de carbono y hábitat de diversos organismos o corredores que permiten la conectividad entre ecosistemas más estables (por ej. entre bosques riparios) (Ibrahim 2005).

La presencia de árboles afecta la dinámica del agua de varias formas: actuando como barreras, las cuales controlan la escorrentía; como cobertura, la cual reduce el impacto de las gotas de lluvia, y como mejoradores del suelo, incrementando la infiltración y la retención de agua. Las investigaciones demuestran que bajo acciones planificadas la intervención de los ecosistemas podría mejorar la permanencia de uno u otro recurso (Mahecha 2002).

Las pasturas bien manejadas con bajas presiones de carga animal, implican obtener una mejor cobertura vegetal, lo que significa que a nivel cuenca se podría lograr una eficiente captación de agua. Las tasas de evapotranspiración son más bajas en sistemas de pasturas sombreadas que en pasturas puras, especialmente donde estas están expuestas a fuertes vientos. Esto conlleva a una mayor humedad del suelo bajo la copa de los árboles comparado a suelos bajo pasturas a campo abierto. A medida que crecen los árboles, el impacto positivo sobre la humedad del suelo puede incrementarse. Un manejo adecuado de las pasturas en el trópico debería incluir la introducción del componente arbóreo, o alternar al menos con fragmentos de bosque con el propósito de sostener la base productiva para satisfacer las necesidades humanas, y simultáneamente conservar su integridad (Ibrahim *et al.* 2003).

En lo que se refiere al suelo, uno de los principales factores limitantes para el crecimiento de las plantas es la deficiencia de nutrientes. La fertilización en bajas dosis puede ser una solución, utilizando nitrógeno en lugar de fósforo. Sin embargo, una mejor fertilización nitrogenada, más



ecológica y más sostenible, se obtiene mediante la introducción de leguminosas fijadoras de nitrógeno. Otra solución puede ser la modificación de la calidad del pastoreo e introducir especies más productivas con sistemas radicales más profundos, más resistentes a la degradación de las pasturas, lo que resulta en el incremento de los rendimientos que puede ser importante, duplicando o triplicando la producción (Robert 2002).

La calidad del agua también es mejorada por una disminución de la escorrentía, de los contaminantes y de la erosión. En el caso específico de la labranza conservacionista, también se evita o minimiza una fuerte mineralización de la materia orgánica, con la subsiguiente formación de nitratos. Los cambios en el uso de la tierra y en su manejo también tienen un efecto importante sobre la distribución de la lluvia entre escorrentía, almacenamiento o infiltración, con un aumento de la última, en el caso de las tierras de pastoreo, bosques y labranza de conservación con cobertura del suelo (Robert 2002).

La cobertura del suelo previene la erosión, por lo tanto, si hubiera alguna escorrentía, el agua estaría libre de partículas asociadas con contaminantes. La contaminación a distancia por productos solubles también disminuirá en relación directa con la menor escorrentía. Con tales cambios en las prácticas agrícolas puede ser enfrentado el desafío de la calidad del agua. Una vez que los cambios hayan tenido lugar en grandes áreas, también decrecerá la severidad y frecuencia de las inundaciones (Robert 2002).

El efecto general del incremento de la materia orgánica del suelo es un mejoramiento de la capacidad amortiguadora y de la resistencia del suelo a diferentes tipos de degradación o estrés (Robert 2002). Al incorporar los hábitats naturales a las zonas agrícolas, éstos aportan beneficios sustanciales, como son: el incremento de los organismos del suelo que crea ambientes de crecimiento saludables, el aumento de polinizadores de insectos benéficos que contribuye a una mayor producción y control de las plagas, y al mantenimiento de cursos de agua estables, que protegen la calidad del agua y que previenen la erosión (Imhoff y Baumgartner 2005).

## **2.2 Consideraciones generales sobre *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis***

Los pastos del género *Brachiaria* abrieron nuevas expectativas para la ganadería tropical, por su amplio rango de adaptación, mayor cantidad de forraje y superior calidad nutricional. Esto ha permitido al ganadero elegir un pasto que mejor se adapte a las condiciones de su terreno y al tipo de explotación que maneja, dándole una mayor eficiencia y rentabilidad (Guiot y Meléndez 2004).

*Brachiaria decumbens*, ampliamente difundido, ha tenido buena adaptación agronómica en diversos ecosistemas; sin embargo, una de sus principales limitantes es la baja tolerancia a la sequía, por lo cual se requiere buscar especies forrajeras con mayor tolerancia a la misma época y que presenten una mayor calidad. Por lo anterior, ha sido necesaria la búsqueda de nuevos pastos con características agronómicas sobresalientes: vigor al establecimiento, buena capacidad de rebrote, elevado rendimiento y alta calidad nutricional (Guiot y Meléndez 2004).

La pastura *B. brizantha* x *B. ruziziensis* proviene del cruce No. 625 (*Brachiaria ruziziensis*) clon 44-6 x *B. brizantha* CIAT 6297, que por su vigor fue seleccionado en 1991 como progenitor femenino para participar en lote de cruzamientos con otros híbridos sexuales promisorios apomícticos<sup>3</sup>. En 1993 una de las progenies de este híbrido (FM 9201/1873) se identificó por su uniformidad genética como apomíctico, que luego pasó a un lote de recombinación (sexual/apomíctico) (Miles 1999). Finalmente, en el 2002, se lanzó como material comercial para Centro y Sudamérica (Cuadrado *et al.* 2005).

### 2.2.1 Descripción morfológica

La pastura *B. brizantha* x *B. ruziziensis* es una gramínea perenne, vigorosa, de hábito amacollado, decumbente y estolonífero, lo que le permite tener una alta capacidad de establecimiento. La altura de la planta sin incluir la inflorescencia, varía de 90 a 100 cm. Sus hojas son lineales, lanceoladas de color verde intenso, en promedio de 35 a 40 cm de longitud y de 2,5 a 3,0 mm de ancho, presentando abundante pubescencia (Cuadrado *et al.* 2005).

La arquitectura de la planta se caracteriza por presentar un número de hojas que varía de 9 a 10 por tallo, que se proyecta vertical y horizontalmente hacia la cubierta vegetal (Figura 1), efecto que se traduce en una estructura de pradera compuesta por una elevada densidad y volumen de hojas. Se ha

---

<sup>3</sup> La apomixis es un fenómeno común en algunas gramíneas. Los híbridos con frecuencia tienen dificultades con la meiosis, produciéndose como consecuencia de ello, una pérdida de fertilidad. La ventaja selectiva de la apomixis en esos casos es clara ya que asegura la existencia de híbridos al mismo tiempo que ofrece una salida al problema de la esterilidad. En contraste con la autogamia que propaga la consanguinidad y la homocigosis, la apomixis estabiliza el *statu quo*. El genotipo de un determinado individuo permanece inalterable en su descendencia. La apomixis facultativa y la formación de híbridos ha demostrado ser una combinación óptima. Ramírez, L. 2005. Modos de reproducción. Consultado 4 oct. 2005. Disponible <http://www.unavarra.es/genmic/genetica%20y%20mejora/apomixis.htm>

comprobado que estos factores contribuyen a aumentar el consumo de forraje y la mejorar la eficiencia de la utilización de este pasto. Sus tallos de color verde intenso y con alta pubescencia son cilíndricos de 55 a 80 cm de largo (Cuadrado *et al.* 2005).

Posee un sistema radicular profundo, lo que le da una excelente resistencia a condiciones de sequía, además de comportarse bien en invierno donde prevalecen bajas temperaturas y días nublados prevalecen. Tiene un excelente macollamiento y recuperación, ya que presenta un mecanismo de rebrote por yemas basales o corona radical, buena capacidad para emitir estolones que enraízan, formando nuevas plantas y permitiéndole competir con éxito contra malezas y otras gramíneas no deseadas (Cuadrado *et al.* 2005).

Siendo una gramínea perenne, vigorosa, estolonífera y de rápida recuperación al pastoreo o corte, conserva su característica apomíctica, con producción de semilla fértil. Su floración es tardía, presentándose en el mes de octubre, lo cual favorece el aprovechamiento de su forraje. La inflorescencia es una panícula de hasta 40 cm de longitud, con 4 a 7 racimos con doble hilera de espiguillas, con un promedio de 42 espiguillas de 2,4 mm de ancho y 6,2 mm de longitud (Guiot y Meléndez 2004).



**Figura 1. *Brachiaria brizantha x Brachiaria ruziziensis* creciendo en parcelas de productores ubicado en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

### **2.2.2 Adaptación fisiográfica**

El pasto mulato se adapta a condiciones de trópico húmedo y trópico subhúmedo, en altitudes de 0 hasta 1800 msnm y precipitaciones pluviales de 700 a 800 mm en adelante. Requiere suelos de mediana fertilidad natural, con buen drenaje natural. Se adapta a suelos ácidos hasta alcalinos (pH 4,2–8). Tiene excelente tolerancia a la sequía (5 a 6 meses) y a las quemas; se ha observado buena tolerancia a bajas temperaturas y a heladas, no tolera inundaciones (Guiot y Meléndez 2004).

### 2.2.3 Densidad de siembra

La densidad de siembra recomendada es de 6 kg/ha, aunque dependerá de la experiencia del productor al sembrarla. En Centroamérica y Colombia se reportan tasas de siembra que varían de 3 a 5 kg de semilla con pureza y germinación mayores de 80%. El pasto mulato presenta un vigor de plántula superior al de las *brachiarias* comerciales, además de tener la capacidad su semilla de permanecer en el suelo por periodos de tiempo hasta de 22 días sin lluvias después de la siembra y germinar normalmente al reiniciarse éstas (Argel 2003 citado por Guiot y Meléndez 2004). Es un pasto con excelente capacidad de establecimiento; es posible tener una pradera establecida entre 90 y 120 días, con una cobertura superior al 80% (Guiot y Meléndez 2004).

### 2.2.4 Utilización por rumiantes

Mulato es un pasto con buenas características nutricionales para los rumiantes; su contenido de proteína cruda varía de 14 a 16%, con una digestibilidad de hasta 62%. La producción de leche de la pastura *B. brizantha x B. ruziziensis* fue de 25% mayor que con *B. brizantha* cultivar “Toledo” y 7% más que *B. decumbens* cultivar “Señal” (CIAT 2000 citado por Guiot y Meléndez 2004). De acuerdo a Argel (2005) este pasto tiene la capacidad de 4,7 UA/ha y la producción de leche es de 6,3 kg/vaca.

En un trabajo de pastoreo con diferentes especies forrajeras, en Veracruz, México, con vacas de la raza Cebú- Pardo Suizas, donde éstas pastaban siete días, de los cuales, los primeros tres eran de adaptación y los restantes de medición de producción, se obtuvo que las vacas incrementaron 2 l más por día su producción de leche. En fincas en Honduras, con ganado de doble propósito, que presenta promedios de producción de 4-6 kg y días de ocupación de potreros de 28 y 45 días, se han observado incrementos de 1,0 a 2,0 kg por vaca/día, en potreros de pasto mulato (Guiot y Meléndez 2004).

En Costa Rica se han obtenido rendimientos de producción de leche de 8 a 10 kg/día en vacas pastoreadas en potreros del pasto *B. brizantha x B. ruziziensis*; estos rendimientos son comparables a los reportados en potreros con cultivos asociados de *B. brizantha* cultivar “La Libertad” con *Arachis pintoii* cultivar “Porvenir” (Guiot y Meléndez 2004).

## 2.3 Consideraciones generales sobre *Brachiaria brizantha*

El cultivar marandu es una planta herbácea perenne, semierecta a erecta, forma macollas y produce raíces en los entrenudos. Las hojas son lanceoladas con poca o nada de pubescencia (Figura 2). La inflorescencia es una panícula con racimos (Peters *et al.* 2003).



**Figura 2. Diferentes estados fisiológicos de *Brachiaria brizantha* creciendo en parcelas de productores en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

### **2.3.1 Adaptación fisiográfica**

Tiene amplio rango de adaptación a clima y suelo. Crece muy bien en suelos de mediana fertilidad, con un amplio rango pH y textura. Tolerancia a sequías prolongadas, pero no aguanta encharcamiento mayor a 30 días. Tiene buena persistencia bajo pastoreo y compite con las malezas. Se asocia bien con leguminosas como *Arachis*, *Desmodium*, *Pueraria* y *Centrosema*. En zonas tropicales crece desde el nivel del mar hasta 1800 m y con precipitaciones entre 1000 y 3500 mm al año (Peters *et al.* 2003).

### **2.3.2 Rendimiento de materia seca**

De acuerdo con Guevara *et al.* (2002), en un estudio realizado en Venezuela, los rendimientos de materia seca de *B. brizantha* sin fertilizar fueron de 618 kg/MS/ha y cuando se fertiliza con 46 kg/ha se obtuvo 1160 kg/MS/ha; este rendimiento fue mayor al obtenido cuando la gramínea fue asociada con *Centrosema brasilianum* y se aplicó 23 kg/ha de N (1021 kg/MS/ha). Cuadrado y Jiménez (2000), estudiaron en Colombia la disponibilidad de materia seca a los 24 días del rebrote de cuatro especies del género *Brachiaria*: *B. decumbens*, *B. brizantha* 16322, *B. brizantha* 26110, *B. brizantha* obteniendo durante la época seca mayor producción de materia seca en *B. brizantha* (1916 kg/MS/ha) indicando la tolerancia de esta última pastura a condiciones extremas de déficit hídrico, siendo promisorio para zonas de intenso período seco.

### 2.3.3 Calidad del forraje y respuesta animal

Los contenidos de proteína cruda de *B. brizantha* están entre 11 y 9% y la digestibilidad entre 64 y 62%, en época de lluvia y seca, respectivamente. La respuesta animal, utilizando una carga fija de 2 animales/ha, fue de 710 g/día (Cuadrado y Jiménez 2000).

### 2.3.4 Densidad de siembra

*B. brizantha*, se propaga por semilla sexual o en forma vegetativa, estableciéndose rápidamente y los estolones enraizan bien. Se utiliza de 3-4 kg de semilla/ha y es necesario escarificar las semillas (mecánica o químicamente) antes de la siembra (Peters *et al.* 2003).

### 2.3.5 Establecimiento

Las brachiarias *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha* se reproducen por semillas y los métodos más recomendados de siembra son:

#### Siembra directa

- *Al voleo*: la semilla se distribuye manualmente de manera uniforme en la superficie del terreno, tapando la semilla con ramas secas.
- *Líneas o surcos*: rallar o trazar el terreno líneas o surcos a una distancia de 70 a 80 cm entre ellas, procurando sembrar a medio lomo del surco, para evitar que la lluvia arrastre o tape la semilla.
- *Espeque o punta de machete*: la semilla se deposita en el fondo del hoyo, a una distancia entre golpes (espeque) de 0,5 a 1,0 m y 1,0 m entre líneas

#### A. Semillero

Todos los sistemas de siembra directa antes descritos tienen la ventaja de reducir los costos de preparación al mínimo. Algunas de las desventajas son las siguientes: el desarrollo del pasto se ve afectado en suelos compactados, el control de malezas (gramíneas) es más difícil, se corre el riesgo de falta o exceso de lluvia después de la siembra y la semilla se expone al ataque de insectos y pájaros (IDR 1999). Tomando en cuenta las ventajas y desventajas de los métodos de siembra directa señalada anteriormente, se considera que el sistema de establecimiento de pastos por semilleros, representa una nueva alternativa para una expansión rápida y de bajo costo.

Algunas de sus ventajas son: se utiliza poca semilla, se hace un control efectivo de malezas e insectos durante la fase de semillero, se controla mejor la humedad, disminuyendo los riesgos de pérdida por sequía o inundación. Al sembrar las plántulas de un mes de edad compiten mejor con la maleza, resiste mejor periodos moderados de sequía o lluvias fuertes, es mínimo el daño por plagas, el establecimiento es rápido, la eficiencia técnica de campo es superior a la siembra de semilla sexual, se puede establecer almácigos desde un mes antes del periodo lluvioso. Así mismo, algunas de las desventajas de este método es que se utiliza mayor mano de obra para el transplante y es necesario tener conocimiento técnico sobre el manejo del semillero (IDR 1999).

## **2.4 Consideraciones generales sobre *Hyparrhenia rufa***

### **2.4.1 Adaptación fisiográfica**

Crece desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm, pero se adapta mejor en climas cálidos. Es resistente a la sequía, a la quema y al pisoteo, Crece bien en suelos pobres y con un pH de ácido a neutro, con precipitaciones anuales entre 700 y 3000 mm y en topografía desde plana hasta pendientes fuertes. Es una planta perenne que crece en matojos formando césped, las hojas son largas y delgadas (Figura 3), los tallos florales son largos y la inflorescencia es una panícula abierta (Peters *et al.* 2003).

### **2.4.2 Establecimiento**

Su establecimiento se hace con semilla, utilizando 5kg/ha en el sistema de siembra al voleo; es muy utilizado el método de establecimiento con el cultivo de maíz en áreas de laderas, realizando la distribución de la semilla en el campo en el momento en que el maíz desarrolla su inflorescencia (Peters *et al.* 2003).



**Figura 3. *Hyparrhenia rufa* creciendo en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**



### **2.4.3 Manejo**

Es una especie rústica, pero cuando ésta establecida responde a la fertilización. Su utilización se puede hacer después de los siete meses de establecida, no soporta el sobrepastoreo. Generalmente es usada bajo pastoreo continuo, pero también en rotación, con 4 a 5 días de ocupación y 42 días de descanso, con alturas de las plantas 40 a 50 cm (Peters *et al.* 2003).

### **2.4.5 Calidad y rendimiento del forraje y respuesta animal**

Tiene la capacidad de mantener dos UA por hectárea, la producción de leche es de 5,7 kg/vaca (Argel 2005). La producción puede alcanzar 15 t/MS/ha/año, su digestibilidad está entre 50 y 60% y tienen de 4 a 8% de proteína cruda (Peters *et al.* 2003).

## **2.5 Consideraciones generales sobre *Cratylia argentea***

Las leguminosas arbustivas presentan diversos beneficios, tales como fuente de leña para uso doméstico y como barreras vivas rompevientos o para controlar erosión en zonas de ladera. Así mismo, 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 Lascano 1998).

Sin embargo, muchas de las leguminosas arbustivas conocidas e investigadas ampliamente (*Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana*) están marginalmente adaptadas a suelos ácidos y sequía prolongada. Entre las leguminosas arbustivas evaluadas en suelos ácidos por el CIAT, sobresalió *C. argentea* (Argel y Lascano 1998).

*C. argentea* es un arbusto nativo de la Amazonía, de la parte central de Brasil y de áreas de Perú, Bolivia y noreste de Argentina. Se caracteriza por su amplia adaptación a zonas bajas tropicales caracterizadas por sequías hasta de seis meses y suelos ácidos de baja fertilidad del tipo ultisol y oxisol. Bajo estas condiciones produce buenos rendimientos de forraje bajo corte y tiene la capacidad de rebrotar durante el período seco, debido a un desarrollo radicular vigoroso. Por otra parte, produce abundante semilla y su establecimiento es relativamente rápido cuando las condiciones son adecuadas (Argel y Lascano 1998).



### 2.5.1 Descripción botánica

El género *Cratylia* pertenece a la familia Leguminosae, subfamilia Papilionoideae, tribu Phaseoleae y subtribu Diocleinae; crece en forma de arbusto de 1,5 a 3,0 m de altura o en forma de lianas volubles. Las hojas son trifoliadas y estipuladas<sup>4</sup>, los folíolos son membranosos o coriáceos con los dos laterales ligeramente asimétricos; la inflorescencia es unseudoracimo nodoso con 6 a 9 flores por nodosidad; las flores varían en tamaños de 1,5 a 3,0 cm con pétalos de color lila y el fruto es una legumbre dehiscente que contiene de 4 a 8 semillas en forma lenticular, circular o elíptica (Argel y Lascano 1998).

El hábito de crecimiento de *C. argentea* es de tipo arbustivo en formaciones vegetales abiertas (Figura 4), pero puede convertirse en liana<sup>5</sup> de tipo voluble cuando está asociada a plantas de porte mayor. La especie ramifica desde la base del tallo y se reportan hasta 11 ramas en plantas de 1,5 a 3,0 m de altura. Las hojas tienen consistencia papirácea<sup>6</sup> con abundante pubescencia en el envés de la plantas (Argel y Lascano 1998).

La alta retención foliar, particularmente de hojas jóvenes, y la capacidad de rebrote durante la época seca es una de las características más sobresalientes de *C. argentea*. Esta cualidad está asociada al desarrollo de raíces vigorosas de hasta 2 m de longitud que la hacen tolerante a la sequía aún en condiciones extremas de suelos pobres y ácidos como los de Planaltina en Brasil (Argel y Lascano 1998).

---

<sup>4</sup> Estípula: apéndice generalmente laminar que aparece con frecuencia en la base de las hojas de muchas especies. (Glosario de botánica. *s.f.* Consultado 8 oct. 2005. Disponible <http://www.arbolesornamentales.com/glosario.htm>)

<sup>5</sup> Planta trepadora leñosa, bejuco (Glosario de botánica. *s.f.* Consultado 8 oct. 2005. Disponible <http://www.arbolesornamentales.com/glosario.htm>)

<sup>6</sup> Tiene la consistencia y la delgadez del papel. (Glosario de botánica. *s.f.* Consultado 8 oct. 2005. Disponible <http://www.arbolesornamentales.com/glosario.htm>)



**Figura 4. Diferentes estados fisiológicos de *Cratylia argentea* creciendo en parcelas de productores en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

### **2.5.2 Establecimiento**

Una de las principales limitaciones para el uso de leguminosas arbustivas en los sistemas de producción ganadera es su lento desarrollo inicial. El vigor de las plantas es afectado por las condiciones genéticas y la calidad de la semilla, mientras que el desarrollo de las plantas es afectado por el nivel de nutrimentos, humedad en el suelo, profundidad de siembra, riego y por el uso o no de fertilizantes. Existe diferencia en el potencial de crecimiento entre plántulas de *C. argentea* debido principalmente a la calidad de semilla, lo que afecta también el establecimiento de esta leguminosa. Se reconoce que la baja calidad de la semilla podría ser una de las principales limitaciones para su establecimiento. Otro factor que puede afectar es el ataque de plagas (Orozco 2003).

Se recomienda sembrar el banco forrajero<sup>7</sup> durante los dos primeros meses del año y solo realizar una siembra tardía (después del mes de octubre) en aquellos casos en que se disponga de riego para ser aplicado a las plántulas durante la época seca. El área de establecimiento debe de ser cerca de del lugar donde se va a suministrar (Orozco 2003). La siembra se debe hacer en forma superficial, a menos de 5 cm de profundidad, ya que siembras más profundas pueden causar pudrición de la semilla y retardo en la germinación de las plántulas (Argel y Lascano 1998). Un kg de semilla de *C. argentea*

---

<sup>7</sup> Es un sistema de cultivos en el cual las leñosas perennes o las forrajeras herbáceas crecen en bloque compacto y con alta densidad, con miras a maximizar la producción de fitomasa de alta calidad nutritiva. Si la forrajera sembrada tiene más del 15 % de proteína cruda (PC), el bloque constituirá un banco de proteína. Si la forrajera sembrada presenta altos niveles de energía digerible (más del 70% de digestibilidad), el bloque constituirá un banco energético. Si la forrajera cumple los dos requisitos anteriores el bloque constituirá un banco energético-proteico.

tiene entre 4000 y 4500 semillas, de manera que si se siembra a una distancia de 1m x 1m entre plantas y entre surcos, serían necesarios 5 kg de semilla (Argel *et al.* 2002); se recomienda utilizar esta cantidad de semillas debido a que *C. argentea* pierde rápidamente su poder germinativo, aproximadamente en un periodo de una año.

Para el establecimiento de *C. argentea* se han utilizado principalmente dos sistemas de siembra: 1) siembra directa y 2) siembra en bolsa y posterior trasplante al campo (Orozco 2003).

### **2.5.3 Siembra directa**

El sistema más frecuente para el establecimiento de la leguminosa en mención es mediante siembra directa por semilla, después de una preparación convencional del suelo o siguiendo prácticas de mínima labranza como la quema de la vegetación (maleza) con herbicidas no selectivos como glifosato. Este último sistema es común entre pequeños productores de Centroamérica con acceso limitado a maquinaria y que realizan las siembras por el método tradicional de espeque (Argel *et al.* 2002).

### **2.5.4 Siembra en bolsa y posterior trasplante**

La siembra en bolsa ha resultado ser un método muy seguro para establecer bancos forrajeros de *C. argentea*, ya que el productor tiene mayor control sobre una área reducida, como es el vivero, para observar posibles problemas con las plántulas. Además el productor puede escoger aquellas plántulas con mejor desarrollo y más vigorosas para ser transplantadas, asegurándose de esta manera el establecimiento de un banco forrajero muy productivo. El trasplante se da una vez que las plántulas hayan cumplido un mes de edad en las bolsas, cuando las plántulas tienen 15 cm de altura y menos de cuatro hojas (Orozco 2003).

### **2.5.5 Crecimiento y rendimientos de materia seca**

El crecimiento de *C. argentea* es lento por lo menos durante los dos primeros meses después del establecimiento, a pesar que el vigor de plántula es mayor que el de otras leguminosas arbustivas como *L. leucocephala*. Lo anterior está asociado a fertilidad del suelo y a la inoculación o no de la semilla con la cepa apropiada de *Rhizobium*. Xavier *et al.* (1995) encontraron que en condiciones de suelos ácidos con alta concentración de aluminio, el crecimiento acumulativo del arbusto durante un período de 210 días, fue de tipo cúbico y expresado por la ecuación:  $Y = 74,47 - 6,54 X + 0,147 X^2 - 0,0004467 X^3$ ;  $R^2 = 0,97$  (Y= MS estimada en g/planta; X= edad del arbusto en días). La densidad de siembra en este caso fue de 13.000 plantas/ha y se obtuvo a los 84 días de corte un rendimiento de 297

g MS/planta, el cual subió a 1.073 g MS/planta a los 189 días, para un equivalente de 14,3 t MS/ha; este rendimiento fue superior al observado en el mismo sitio con *L. leucocephala* (Argel y Lascano 1998).

*C. argentea* superó en rendimientos de materia seca a *G. sepium* y *Desmodium velutinum* en condiciones de suelos ácidos pobres de Quilichao (Colombia), pero fue inferior en rendimientos a *Flemingia macrophylla* (Maass 1995). Todas estas mediciones se han hecho bajo corte, pero no existe aun un criterio definido sobre la altura de corte más apropiada para el manejo de la especie. Por ejemplo, Xavier y Carvalho (1995) en condiciones de Colombia, no encontraron diferencias en rendimientos de MS/planta en cortes realizados a 20 y 40 cm de altura, mientras que en Costa Rica, McLennan (comunicación personal) citado por Argel y Lascano (1998) encontró mayores rendimientos en plantas cortadas a 1 m, que a alturas inferiores.

En general, se sabe que los rendimientos/planta de *C. argentea* están influenciados por la fertilidad del suelo, la densidad de siembra, la edad a la cual se realiza el primer corte y la edad de la planta. Así por ejemplo, Xavier *et al.* (1996) citados por Argel y Lascano (1998) encontraron respuestas a aplicaciones de fósforo y Argel (datos no publicados) encontró en Atenas, Costa Rica, mayor producción individual por planta en densidades de siembra de 6.000 plantas/ha (100 g MS/planta), que en la de 10.000 plantas/ha (75 g MS/planta) con cortes cada 8 semanas de plantas menores de un año.

En estos estudios la producción estimada de MS por área fue mayor en esta última (0,75 t MS/ha/corte) que en la primera (0,67 t MS/ha/corte) y un 30 y 40 % de este rendimiento se produjo durante el período seco de 6 meses. También se ha observado que plantas cortadas por primera vez a los 4 meses de edad y después cada 8 semanas, rindieron en promedio, después de nueve cortes, significativamente menos (65 g MS/planta/corte) que las cortadas inicialmente a los 6 y 8 meses de edad (77 y 101 g MS/planta/corte, respectivamente). Esto indica que entre más desarrollo tengan las plantas de *C. argentea* al momento del primer corte los rendimientos de biomasa esperados serán mayores (Argel y Lascano 1998).

### **2.5.6 Producción de semilla**

La floración de *C. argentea* que es abundante pero poco sincronizada, se inicia hacia el final del período lluvioso en condiciones de trópico estacional con distribución monomodal de la precipitación (por ej. Algunos sitios de Centroamérica). Las plantas pueden florecer el primer año de establecidas, pero los rendimientos de semilla son bajos. La floración se prolonga por uno o dos meses y es común ver la presencia de abejas (*Apis mellifera*) y otros insectos polinizadores. La maduración de

los primeros frutos ocurre aproximadamente un mes y medio después de la polinización y se extiende por dos a tres meses más. Por esta razón la cosecha de semilla es un proceso continuo (cosechas manuales una vez a la semana), que puede prolongarse durante gran parte del período seco (Argel y Lascano 1998).

La semilla de *C. argentea* no tiene latencia, pero puede perder viabilidad relativamente rápido en un año si es almacenada en condiciones ambientales de temperatura y humedad prevalecientes en el trópico bajo. Por ejemplo, en condiciones de Atenas, Costa Rica, con una temperatura media de 24 °C y humedad relativa de 70%, se ha encontrado que la germinación disminuye de 79 a 40% en menos de 8 meses en semilla almacenada al medio ambiente (CIAT, datos no publicados) (Argel y Lascano 1998).

### **2.5.7 Calidad nutritiva**

La calidad nutritiva de una planta forrajera es función de su composición química, digestibilidad y consumo voluntario. Resultados de análisis químico realizados en muestras de leguminosas arbustivas cosechadas en la estación CIAT-Quilichao mostraron que el follaje comestible (hojas + tallos finos) de *C. argentea* (tres meses de rebrote) tuvo un contenido de proteína cruda (23,5%), similar al de otras especies conocidas como *Calliandra calothyrsus* (23,9%), *E. poeppigiana* (27,1%), *G. sepium* (25,45) y *L. leucocephala* (26,5%) (Lascano 1995). La digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) del forraje de *C. argentea* (48%) fue mayor que el de *C. calothyrsus* (41%), pero menor que en *G. sepium* (51%), *E. fusca* (52%) y *L. leucocephala* (53%) (Argel y Lascano 1998).

En otros estudios realizados por el CIAT se encontró que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de *C. argentea* (53%) fue mayor que el de otras leguminosas adaptadas a suelos ácidos como *Codariocalyx giroides* (30%) y *F. macrophylla* (20%), lo cual está asociado a su bajo contenido de taninos condensados (Lascano 1995). Como resultado del su alto contenido de proteína cruda y bajos niveles de taninos, *C. argentea* es una excelente fuente de nitrógeno fermentable en el rumen (Wilson y Lascano 1997 citado por Argel y Lascano 1998).

Observaciones de campo habían indicado que vacas lecheras rechazaban el follaje inmaduro de *C. argentea* cuando éste se ofrecía fresco, pero que lo consumían si se oreaba. Por lo tanto, se diseñó un ensayo con ovinos en jaula metabólica a los cuales se les ofreció forraje (hojas + tallos finos) inmaduro y maduro de *C. argentea* en estado fresco, oreado y seco al sol. Los resultados de consumo rápido mostraron que el consumo de *C. argentea* inmadura fresca fue bajo, pero que se aumentó significativamente cuando se oreó (24 o 48 horas) o secó al sol (Raaflaub y Lascano 1995). El consumo por los ovinos de forraje maduro fue alto independiente del tratamiento pos-cosecha. Sin

embargo, es importante indicar que no existe ningún problema de consumo del forraje de *C. argentea* en estado inmaduro por vacas lecheras cuando éste se ofrece en mezcla con pastos de corte o con pequeñas adiciones de melaza (Argel y Lascano 1998).

Resultados posteriores confirmaron que vacas en pastoreo con acceso a un banco de *C. argentea* consumían bien el forraje maduro y en menor grado el forraje inmaduro. El bajo consumo de *C. argentea* en este estado inmaduro no es en si una desventaja y por el contrario se considera una gran ventaja para facilitar el manejo de esta leguminosa en pastoreo directo. Argel y Lascano (1998) indican que *C. argentea* podría ser incorporada en franjas en pasturas con gramíneas para conformar así un sistema silvopastoril.

### **2.5.8 Utilización por rumiantes**

Para definir el potencial forrajero de *C. argentea* como suplemento de proteína en sistemas de corte y acarreo, se han realizado una serie de ensayos en la Estación CIAT-Quilichao, en los cuales se ha evaluado su contribución en la nutrición de rumiantes alimentados con gramíneas de baja calidad y en la producción de leche de vacas en pastoreo (Argel y Lascano 1998).

Una conclusión de los estudios de suplementación con *C. argentea* es que esta leguminosa contribuye a aliviar las deficiencias de proteína de rumiantes que son comunes en la época seca dada la alta degrababilidad de su proteína en el rumen. Por otra parte, los resultados también sugirieron que el efecto positivo de *C. argentea* como suplemento en sistemas de corte y acarreo sería mayor si se combina con una fuente rica en energía como la caña de azúcar (Argel y Lascano 1998).

Con base en los resultados anteriores se diseñaron una serie de ensayos en el CIAT en los cuales se suplementó con diferentes niveles de *C. argentea* y caña de azúcar a vacas lechera en pastoreo (1,5% de MS del PV). Los resultados (Ávila y Lascano, no publicados citado por Argel y Lascano 1998) mostraron que la suplementación resultó en aumentos crecientes de producción de leche (1,2 a 2,2 litros por vaca/día) a medida que se incrementó la proporción de *C. argentea* (0, 25, 50 y 75%) en el suplemento. Sin embargo, la respuesta a la inclusión de *C. argentea* en el suplemento dependió del potencial de producción de leche de las vacas y de la calidad de la gramínea en la pastura. Vacas con poco potencial de producción de leche (3-4 l) no respondieron a la suplementación con *C. argentea*. Tampoco se observó respuesta a la suplementación caña y *C. argentea* cuando la gramínea (hojas) en la pastura utilizada por las vacas tenía niveles de proteína de más de 7% (Argel y Lascano 1998).

Por otra parte, la suplementación (7 a 10 g MS/kg PV por día) de *C. argentea* a vacas en pastoreo en *Brachiaria* tuvo un efecto positivo (8 al 14% de aumento) en la producción diaria de leche durante la época seca y en menor grado (0 a 7 % de aumento) en época lluviosa (Lascano 1995). Los resultados muestran que el uso de *C. argentea* como un suplemento para vacas de doble propósito, puede suplir un 80% de los requerimientos de proteína del animal que normalmente es suplido con gallinaza y tiene un potencial para producir entre 7 y 9 litros/vaca/día (Ibrahim *et al.* 1998). Sin embargo, Franco (1997) indica que la suplementación con *C. argentea* durante la época lluviosa no representa una estrategia atractiva de alimentación, debido a que las vacas bajo pastoreo de *H. rufa* y *B. brizantha* presentan niveles de producción de leche similares a los encontrados en los animales suplementados con *C. argentea*.

## **2.6 Evaluación participativa**

La investigación participativa, como nuevo enfoque en las ciencias sociales, ha sido objeto en los últimos años de un gran interés en diferentes ámbitos de trabajo, tales como programas de desarrollo rural integrado, políticas de planificación participativa, educación no formal y capacitación campesina (Cano 1997). La investigación participativa es un medio para viabilizar y masificar la introducción de prácticas de agricultura sostenible, aunque enfatiza la necesidad de un decidido soporte político (Prins 2005).

Para que el nivel de participación sea efectivo se debe de tener en cuenta un apropiado grado de organización (Cano 1997), y es así que se debe de poner énfasis en los procesos de comunicación y toma de decisiones entre actores e interesados, quienes producen una deseada innovación en el campo; a este proceso se le denomina organización social de la innovación. El grado de organización implica un proceso dinámico e interactivo, en el que los usuarios de las tecnologías son sus cogeneradores y en cuyo proceso interactúan y transan una variedad de actores para lograr un cambio tecnológico deseable (Prins 2005).

Como producto de un proceso dinámico, se obtienen operaciones prácticas que se revierten a su vez en contenidos teóricos. Así la investigación participativa no es solamente una estrategia de investigación y de formación, sino también una estrategia de cambio social (Cano 1997).

En todo el proceso de investigación participativa se rescata el saber tradicional del agricultor, además, se facilitan nuevos elementos de juicio para estimular su capacidad de razonamiento y de autoformación, en donde los participantes van descubriendo su propia realidad, la naturaleza y características de sus problemas inmediatos, y proponiendo medidas alternativas de solución (Prins

2005). La investigación participativa se ha convertido en una praxis nueva, que se presenta como una opción metodológica y un enfoque estratégico para la acción (Cano 1997).

En esta nueva praxis, predomina la participación activa del productor. La importancia se basa en que es él quien finalmente decide si una nueva tecnología le es o no útil. Por lo tanto, si una nueva tecnología es una alternativa aplicable para las formas habituales de producción agropecuaria no es puramente técnica, se requiere además de una comprensión integral de las necesidades humanas que se intentan satisfacer mediante una determinada actividad agropecuaria (Ashby *et al.* 1997).

La metodología participativa permite comprender cuáles son los criterios en que se basan los destinatarios potenciales de las tecnologías para sus decisiones de aceptación o de rechazo, además de comprender por qué toman una u otra determinación. Permite además, ajustar tempranamente los objetivos de la investigación y las características de las nuevas tecnologías (Ashby *et al.* 1997).

El enfoque participativo permite además reducir el riesgo de obtener tecnologías que sean de óptima calidad, pero a su vez sean imposible de adoptar por sus costos, por la baja disponibilidad de los insumos requeridos o porque, definitivamente, no responde a las necesidades reales de los destinatarios potenciales (Ashby *et al.* 1997). Finalmente este proceso permite entender los criterios de los productores en la selección de tecnologías, obtener una comprensión directa de las prioridades de los ellos y permite generar nuevas ideas para investigar *a posteriori* (Prins 2005).

## 2.7 Literatura citada

- Aike, G; Argentino, L; Chico, R. *s.f.* Erosión. Dirección de Conservación de Suelos Consejo Agrario Provincial. Dirección de Conservación de Suelos. Consejo Agrario Provincial. Gallegos, ES. *s.p.*
- Alfaro, M; Salazar, F; Teuber, N; Iraira; Ponce, M. 2005. Sistemas ganaderos intensivos: ¿Estamos transfiriendo la fertilidad ganada a nuestros recursos de agua? *In* Gálvez, S; Gonzáles, F; Herrera, G; Callejas, P; García, R; Huidobro, C; Gonzáles, M; Escobar, M. Residuos orgánicos y contaminación. Santiago, CL. INIA p. 20-22.
- Argel, P. 2005. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera en sistemas de doble propósito. Archivos latinoamericanos de producción animal 14(2): 65-72
- \_\_\_\_\_; Lascano, C. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas húmedas tropicales. Pasturas Tropicales 20 (1): 37-43.
- \_\_\_\_\_. 2003. *In* Guiot, J; Meléndez, F. 2004. *Brachiaria híbrida* - cultivar mulato: excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales. (en línea). Consultado 6 oct. 2005. Disponible <http://www.pasturasdeamerica.com/relatos/mulato.asp>



- \_\_\_\_\_ ; Giraldo, G; Peters, M; Lascano, CE. 2002. Producción artesanal de semilla de *Cratylia* (*Cratylia argentea*) accesiones CIAT 18516 y 18668. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, CO. 8 p.
- Ashby, J; García, T; Hernández, L. 1997. La investigación participativa con productores: una metodología orientada a la vinculación temprana y activa de los destinatarios potenciales de las tecnologías. *In* Lascano, C; Holmann, F. Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. Cali, CO, CIAT. 285 p.
- Benavides, J. *s.f.* Árboles y arbustos forrajeros: una opción agroforestal para la gandería. *In* Jiménez, F Vargas, A. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Turrialba, CR. CATIE. 357 p.
- Cano, M. 1997. Investigación participativa: Inicios y desarrollos. Universidad Veracruzana. Nueva Época. no.1:86-91
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 2000. *In* Guiot, J; Meléndez, F. 2004. *Brachiaria híbrida* - cultivar mulato: excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales. (en línea). Consultado 6 oct. 2005. Disponible <http://www.pasturasdeamerica.com/relatos/mulato.asp>
- Cuadrado, H; L. Torregroza; J. Garcés. 2005. Producción de carne con machos de ceba en pastoreo del pasto híbrido Mulato y *B. decumbens* en el Valle del Sinú. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Informe Mimeografiado. CO. 9 p.
- \_\_\_\_\_ ; Jiménez, N. 2000. Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *Brachiaria*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Consultado 25 sep. 2006. Disponible [http://www.turipana.org.co/compara\\_pastoreo.htm](http://www.turipana.org.co/compara_pastoreo.htm).
- Franco, M. 1997. Evaluación de la calidad nutricional de *Cratylia argentea* como suplemento en el sistema de producción doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 75 p.
- Faustino, J. 2005. Sostenibilidad del manejo de cuencas, retos y desafíos. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). Turrialba, CR. 10 p. *Material de Enseñanza*.
- \_\_\_\_\_ ; García, S. 2001. Enfoques y Criterios prácticos para aplicar el manejo de cuencas. Visión Mundial. El Salvador, SV. 125 p.
- \_\_\_\_\_. 2005. Ejecución de planes, programas y proyectos. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). Turrialba, CR. 22 p. *Material de enseñanza*.
- FOCUENCAS (Innovación, aprendizaje y comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas). 2004. Propuesta para una segunda fase: presentada a la ASDI (Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional). Turrialba, CR. 12 p.

- Gómez J, Velásquez J. 1999. Proceso integral de recuperación y manejo de praderas, condición fundamental para el desarrollo ganadero en Caquetá. Boletín Técnico Corpoica-Pronatta. Caquetá, CO. 42 p.
- Guevara, E; Rodríguez, T; Navarro, L. 2002. Evaluación de la oferta forrajera de *Brachiaria brizantha* en función de la fertilización con nitrógeno y su asociación con *Centrosema brasilianum* In Memorias XI Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Valera VE. *s.p.*
- Guiot, J; Meléndez, F. 2004. *Brachiaria híbrida* - cultivar mulato: excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales. (en línea). Consultado 6 oct. 2005. Disponible <http://www.pasturasdeamerica.com/relatos/mulato.asp>
- Hernández, G; Barrantes, G; Díaz, J; Ruiz, A. 1995. Monitoreo de la erosión hídrica en Cerbatana de Puriscal: Seis años de investigación. In Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales 1996. San José, CR. 289 p.
- Holmann, F; Argel, P; Rivas, L; White, D; Estrada, R; Burgos, C; Pérez, E; Ramírez, G; Medina, A. 2004. ¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. Tegucigalpa, HN, ILRI, CFC, CIAT. 61p.
- Hofer, T; Ross, J; Shaw, J. 2004. Cuencas Hidrográficas. Secretaría de la Alianza para las Montañas. Roma, IT, FAO. Roma. *s.p.*
- IDR (Instituto de Desarrollo Rural). 1999. Proyecto mejoramiento de la alimentación del ganado bovino en el municipio de Paiwas. Matagalpa, NI. 26 p.
- Imhoff, D y Baumgartner, J. 2005. Haciendo agricultura con la naturaleza. LEISA Revista de agroecología abr. 2005. 1:8-11
- Ibrahim, M. 2005. Degradación y recuperación de pasturas. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza Turrialba), CR. 20 p. *Material de enseñanza*
- \_\_\_\_\_; Delgado, J; Rosales, M. 2003. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de los servicios ambientales. Turrialba, CR, CATIE. 201 p.
- \_\_\_\_\_; Camero, A; Camargo J; Andrade, J. 1998. Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza Turrialba). (en línea). Consultado 6 oct. 2005. Disponible <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/IbrahimM.htm>
- Infostat. 2004. *Infostat, versión 2004. Manual del usuario*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- Jiménez, F. 2005. Manejo de desastres naturales. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). Turrialba, CR. 286 p. *Material de enseñanza*.

- \_\_\_\_\_. 2005. Conceptos básicos e manejo de cuencas. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). Turrialba, CR. 7 p. *Material de enseñanza*.
- Kiersch, B. 2000. Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos: una revisión bibliográfica. Roma, IT, FAO. 11 p.
- Lascano, C. *s.f.* Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. In Pizarro, E; Coradin, L. Potencial del genero *Cratylia* como leguminosa forrajera. Brasilia, BR. 117 p.
- Leihner, D; Ruppenthal, M; Castillo, J; Muller, K. 1997. Cuantificación y estudio de la erodabilidad de los suelos andinos en el suroccidente colombiano. In Conservación de suelos y agua en la zona andina: hacia el desarrollo de un concepto integral (1997, Cali, CO). Memoria del taller internacional regional. Cali, CO. p. 41-46.
- McLennan, S. (1998) In Argel, P; Lascano, C. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas húmedas tropicales. *Pasturas Tropicales* 20 (1): 37-43.
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. Antioquia, CO. *s.p.*
- Maass, B. 1995. Evaluación agronómica de *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. In Pizarro, E; Coradin, L. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Brasilia, BR. 117 p.
- Meléndez, F. 2003. Evaluación agronómica de tres pastos bajo pastoreo en dos localidades del trópico mexicano. MX. *s.p.*
- Miles, J. 1999. Nuevos híbridos de *Brachiaria* . *Pasturas Tropicales*. 21:2-78
- Mendoza, K. 2005. Tecnologías utilizadas en los actuales sistemas de producción y conservación en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 128 p.
- Mohone, T. 1999. Gestión de cuencas hidrográficas para la reconstrucción post-Mitch: Cuestión de escala. (en línea). Consultado 6 oct. 2005. Disponible [http://www.iadb.org/regions/re2/consultative\\_group/groups/ecology\\_workshop\\_4esp.htm](http://www.iadb.org/regions/re2/consultative_group/groups/ecology_workshop_4esp.htm)
- Morales, J. 2003. Metodología de planificación ambiental participativa para formular el Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC) de la subcuenca del Río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 221 p.
- \_\_\_\_\_. 2003. Caracterización de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. 58 p.
- Murgueitio E. 2003. Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development* 15 (10): *s.p.*

- Moscuzza, C; Pérez, A; Garaicoechea, J; Fernández, A. 2003. Relación entre las actividades agropecuarias y la escasez de agua en la provincia de Santiago del Estero Córdoba, AR, Producción Bovina. *s.p.*
- Obando, F. 1997. La relación erosión-productividad en los Llanos Orientales de Colombia: avances en la investigación. *In* Conservación de suelos y agua en la zona andina: hacia el desarrollo de un concepto integral (1997, Cali, CO). Memoria del taller internacional regional. Cali, CO. p. 76-78.
- Orozco, E. 2003. El arbusto forrajero *Cratylia argentea* cultivar veraniega: una opción excelente para suplementar al ganado durante la época seca. Recomendaciones técnicas. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) Segunda edición. San José, CR. 23 p.
- Peters, M; Franco, L; Schmidt, A; Hincapié, B. 2003. Especies forrajeras multipropósito. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Cali, CO. 113 p.
- Prins, K. 2005. Género, medio ambiente y desarrollo rural. *Material de enseñanza*. CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). Turrialba, CR. 73 p.
- \_\_\_\_\_. 2005. Procesos de innovación rural en América Central: reflexiones y aprendizaje. Turrialba, CR, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 244 p. (Serie técnica No.337).
- Raaflaub, M; Lascano, C.E. 1995. The effect of wilting and drying on intake rate and acceptability by sheep of the shrub legume *Cratylia argentea*. *Tropical Grasslands* 29: 97-101.
- Robert, M. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Paris, FR, FAO. 76 p.
- Ríos, J. 2005. Comportamiento hidrológico de sistemas de producción ganadera convencional y silvopastoril en la zona de recarga hídrica de la subcuenca del río Jabonal, cuenca del río Barranca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 116 p.
- Self-Davis, M; Moore, J; Daniel, T; Nichols, D; Sauer, T; West, C; Aiken, G ;Edwards, D. 2003. Forage species and canopy cover effects on runoff from small plots. *Journal of Soil And Water Conservation*. 58:349-359.
- Wilson, T y Lascano, C. 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos. *Pasturas Tropicales* 19: 2-8.
- Xavier, D; Carvalho, M. 1995. Avaliação Agronômica de *Cratylia argentea* na Zona de Mata de Minas Gerais. *In* Pizarro, E; Coradin, L. Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Brasília, BR. 117 p.

### 3. ARTÍCULO 1

**Payán, A. 2006.** Innovación tecnológica basada en la introducción de forrajes mejorados, sus impactos productivos y sus implicaciones en los recursos naturales de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.

#### Resumen

El estudio se realizó en la subcuenca del río Jucuapa, Departamento de Matagalpa, Nicaragua. El propósito fue estudiar el comportamiento de los forrajes *Brachiaria brizantha* × *Brachiaria ruziziensis* y *Brachiaria brizantha* en las condiciones agroecológicas de la parte media de la subcuenca y el crecimiento de las especies en estudio con base en los sistemas de siembra directo y por trasplante. Así mismo medir el impacto de los forrajes en el sistema productivo. Se encontró una mejor cobertura del suelo con las pasturas mejoradas establecidas a través del sistema de siembra por trasplante, en comparación con la pastura nativa, así mismo se obtuvo un mayor número de macollas a través del sistema de siembra por trasplante en las pasturas mejoradas. Con cualquier sistema de siembra se obtuvieron mayores rendimientos de materia seca a través de los forrajes mejorados en comparación con los rendimientos de la pastura nativa *Hyparrhenia rufa*. *Cratylia argentea* no mostró cambios significativos en las variables de crecimiento, al ser establecida en los sistemas de siembra directa y por trasplante. Con respecto a la variable de consumo de forrajes, se obtuvo que existen diferencias en el consumo de las dietas en base seca, siendo más consumida por los animales la dieta en la cual se suplementó con *Pennisetum purpureum* en comparación con las dietas que estaban siendo suplementadas con *Cratylia argentea*. Con respecto al efecto de las dietas en la producción de leche, se obtuvo mayor producción de leche al suplementar con *Cratylia argentea* y *Pennisetum purpureum* y utilizar *Brachiaria brizantha* × *Brachiaria ruziziensis* y *Brachiaria brizantha* y menores rendimientos cuando se suplementó solamente con *Pennisetum purpureum* y la dieta basal fue *Hyparrhenia rufa*.

**Palabras claves:** *Brachiaria brizantha* × *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha*, *Cratylia argentea*, forrajes mejorados, *Hyparrhenia rufa*, impactos productivos, *Pennisetum purpureum*, recursos naturales, variables de crecimiento.

**Payán, A. 2006.** Innovative technology based on the introduction of improved forages, their production impacts and their implications on the natural resources in the Jucuapa river subwatershed, Matagalpa, Nicaragua.

#### Abstract

This study was carried out in the Jucuapa River subwatershed, Matagalpa County, Nicaragua. The purpose was to study the behavior of the *Brachiaria brizantha* × *Brachiaria ruziencis* and *Brachiaria brizantha* forages in agro-ecological conditions in the mid part of the subwatershed and the growth of the species in the study based on the direct or transplant planting systems. It also measured the impact of these forages on the productive system. The study found better soil cover with the improved pastures which were established by the transplant planting system in comparison to the native pasture. With both planting systems, the study obtained higher yields of dry matter with the improved forages in comparison to the yields of the native pasture *Hyparrhenia rufa*. *Cratylia argentea* did not show significant changes in the growth variables, whether established in the direct and transplant planting systems. With respect to the forage consumption variable, there were differences in the consumption in dry based diets, where more was consumed by animals with a diet supplemented with *Pennisetum purpureum* compared to diets that were supplemented with *Cratylia argentea*. In respect to the effect of diet on milk production, greater milk production was obtained using *Cratylia argentea* and *Pennisetum purpureum* as supplements and using *Brachiaria brizantha* × *Brachiaria ruziencis* and *Brachiaria brizantha* and lower yields when supplemented only with *Pennisetum purpureum* and the base diet was *Hyparrhenia rufa*.

**Key words:** *Brachiaria brizantha* × *Brachiaria ruziencis*, *Brachiaria brizantha*, *Cratylia argentea*, improved forages, *Hyparrhenia rufa*, production impacts, *Pennisetum purpureum*, natural resources, growth variables.

### 3.1 Introducción

De acuerdo al estudio realizado en Nicaragua por Fujisaka *et al.* (2003), la mayor parte de los productores dependen del uso de pasturas nativas de baja productividad y en estado avanzado de degradación. Estas pasturas representan un área significativa de las fincas y están compuestas principalmente por *Hyparrhenia rufa*, *Paspalum* spp. y *Axonopus* sp. Estas especies de pasturas coinciden con las utilizadas en la subcuenca del río Jucuapa, principalmente *Hyparrhenia rufa*; así mismo, en la parte media de la subcuenca es donde se presentan fuertes procesos de degradación de los suelos por efecto del sobrepastoreo (Morales 2003).

La mayoría de las especies arbóreas (por ejemplo: *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Erythrina* sp., pierden sus hojas durante los meses de febrero y marzo que corresponden a meses secos y críticos de abastecimiento de forraje (Muñoz 2003). El conjunto de estas situaciones marcan el grado de vulnerabilidad en la zona.

Las condiciones de amenaza en la subcuenca están representadas por la distribución de la precipitación, compuesta por periodo seco de seis meses, que se extiende de noviembre a abril y otro de lluvia que ocurre de mayo a octubre (Morales 2003). Es por estas razones, que cualquier mejoramiento en el sistema probablemente tendrá un efecto significativo en la productividad, sostenibilidad y servicios ecológicos tales como la conservación de fuentes de agua y sus áreas de recarga, conservación de la biodiversidad y secuestro de carbono al nivel local y regional (Harvey *et al.* 2003), con un efecto favorable en la reducción del riesgo de degradación de los recursos naturales en la cuenca.

Estos mejoramientos pueden enmarcarse en la búsqueda de tecnologías con enfoque de cuencas, tales como las pasturas mejoradas asociadas con especies de árboles. Al respecto, Rojas (2005) describe que las pasturas mejoradas asociadas con árboles almacenan más carbono que las pasturas naturales asociadas con los mismos árboles. Ríos (2005) encontró que las pasturas mejoradas asociadas con árboles tienen mayor función de infiltración de agua y por ende menores niveles de escorrentía que las pasturas nativas asociadas con los mismos árboles.

Otra opción viable es la introducción de leguminosas arbóreas que desarrollen sistemas radiculares que favorezcan la infiltración del agua y aireación del suelo, lo cual significa un mejor aprovechamiento de la lluvia. Además, los tallos son una barrera física contra la escorrentía superficial que junto con las hojas, ramas y tallos funcionan como una esponja, absorbiendo el impacto de las gotas del agua y retardando la escorrentía, en especial en zonas de ladera (Alegre *et al.* 2000). Otra condición deseable es la amplia adaptación a condiciones de sequía prolongada y retención de hojas

durante épocas críticas. Ante esta realidad, tecnologías novedosas con potencial de responder ante estas necesidades y que a la vez presentan muchas de las características antes descritas, son las pasturas *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis* y *Brachiaria Brizantha* y la leguminosa *Cratylia argentea*.

Sin embargo, Fujisaka *et al.* (2003) mencionan que una limitante para la introducción de pasturas mejoradas son los costos; de acuerdo a este parámetro es importante investigar métodos de siembra que representen una nueva alternativa para una expansión rápida y de bajo costo. Así mismo Xavier *et al.* (1995) mencionan algunas limitantes en la leguminosa *C. argentea* como es el crecimiento inicial lento; por estas razones se realizó la comparación del crecimiento de los forrajes mejorados en los sistemas de siembra directa y por transplante. El objetivo de este trabajo fue evaluar el crecimiento de forrajes mejorados como alternativa para mantener la cobertura del suelo durante las dos épocas climáticas predominantes en la subcuenca, y para mejorar la producción de leche de vacas de doble propósito.

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Ubicación del área de estudio**

El estudio se realizó en la subcuenca del río de Jucuapa, tributario del río Grande de Matagalpa, en el departamento de Matagalpa, Nicaragua (Figura 5). La subcuenca limita al Norte con el municipio de Matagalpa, al Sur con el municipio de Matagalpa y Sébaco, al Este con el municipio de Sébaco y al Oeste con el municipio de Matagalpa y San Ramón. Geográficamente está comprendida entre las coordenadas 86°02'30" y 85°53'38" de Longitud Oeste y 12°50'06" y 12°53'35" de Latitud Norte. Tiene una superficie de 40,6 km<sup>2</sup>.





**Figura 5. Localización de la subcuenca del río Jucuapa en Matagalpa, Nicaragua**

Fuente: Morales (2003).

### **3.2.2 Descripción del área de estudio**

#### **3.2.2.1 Aspectos biofísicos**

Los principales aspectos biofísicos que caracterizan a la subcuenca en donde se llevó a cabo el estudio son: rangos de alturas entre los 500 y 1400 msnm, pendientes del 15 al 30%, temperaturas medias desde 22 °C a 26 °C. La precipitación media es de 1164 mm, sin embargo en la parte media y en la totalidad de la parte baja de la subcuenca, ocurren precipitaciones menores de 800 mm anuales. Los tipos de suelo que se observan con mayor frecuencia son los de la clase entisoles. La subcuenca presenta una forma de patrón de drenaje dentrítica con corrientes de cuarto orden (Morales 2003).

Existen dos períodos bien definidos de la distribución anual de las lluvias, cada uno con una duración teórica de seis meses; el lluvioso que se extiende de mayo a octubre y en el cual ocurre el 85,6% de la precipitación y el periodo seco que va de noviembre a abril, y en el cual ocurre el 14,4% de la precipitación (Morales 2003). El período lluvioso presenta un patrón bimodal de precipitación, es

decir se presentan dos máximos, que generalmente ocurren en los meses de junio y septiembre, separados por un fuerte descenso de las lluvias (por debajo de la evapotranspiración media), que ocasiona un marcado déficit hídrico en los suelos. Este descenso es conocido como período canicular (Morales 2003).

La distribución de los tipos de fuentes de agua en la subcuenca son principalmente pozos naturales (43,5%), mini acueductos (30,4%) y pozos mejorados. Las fuentes con menor protección y por tanto, mayormente vulnerables, se concentran en la parte baja de la subcuenca, incluyendo aquí el río Jucuapa.

En la parte media, se concentran fuentes sin protección y con cultivos, llegando a ser esta una de las razones por la cuales el nivel freático de las fuentes este disminuyendo. En la parte alta, las fuentes se encuentran protegidas en su mayoría y en algunos casos están rodeadas con cultivos (Baltodano 2005). De acuerdo a la distribución del uso actual de la subcuenca, el 26% del área esta ocupada por pastos y malezas, el 11% corresponde a pasto natural y el 20% es de cultivos anuales y pasto; el resto se distribuye entre: café sin sombra y con sombra (22%), huertos y cultivos anuales (21%) (Morales 2003).

### **3.2.2.2 Aspectos socioeconómicos**

La población es de 3700 habitantes, de la cual, el 83,5% se encuentra concentrada en la parte media de la subcuenca (Morales 2003). Las potencialidades se enmarcan en la diversificación de la producción agropecuaria. El capital social se ve fortalecido a través de una buena base organizacional para la producción, lo que se ve reflejado en las cooperativas presentes en la subcuenca. Así mismo, esta área cuenta con un comité gestor de cuencas, un plan rector para la producción y conservación, estudios de riesgos a desastres naturales, estudios de calidad de agua, caracterización y diagnóstico de la subcuenca e información básica, para la planificación operativa y toma de decisiones (Focuenas 2004).

Un alto porcentaje de los productores (60%) sabe leer y escribir. La mayoría han aprobado hasta cuarto grado de educación primaria e inclusive el 4% han concluido los primeros años de secundaria, el 30% de los productores no sabe leer y un 7% ha sido alfabetizado (solo saben colocar su firma y leen un poco) (Mendoza 2005). De acuerdo al estudio realizado por Baltodano (2005), el área promedio de terreno que poseen los productores es de 0,7 a 3,5 hectáreas. Los tipos de tenencias de la tierra predominantes son: propia, alquilada y mediería, la forma de tenencia que más predomina es la propia; de los productores que tienen este tipo de tenencia, algunos alquilan tierra para disponer de mayor área de siembra y otros trabajan utilizando la mediería (Mendoza 2005).

La mano de obra utilizada con mayor frecuencia para realizar las actividades agropecuarias es la familiar, debido a su buena disponibilidad, ya que el promedio de los miembros de la familia es de siete personas y de éstos, la mayoría son jóvenes que ayudan en las labores productivas. En la zona alta y media de la subcuenca se aprovecha el agua para regar cultivos de parra con equipos de riego; en la zona baja también se aprovecha el agua del río, conducida por gravedad, para regar los cultivos en la época seca. En la zona media y baja el agua se aprovecha para actividades ganaderas ya que es donde hay mayor concentración de esta actividad (Mendoza 2005).

Los sistemas de producción de cultivos están basados principalmente en granos básicos, maíz, frijol y sorgo; de ellos el que se utiliza en mayor escala para la comercialización es el frijol, los demás cultivos son utilizados para autoconsumo. También existe ganado menor, mayor y cultivo de hortalizas a pequeña escala y baja frecuencia (Morales 2003). Con respecto al tipo de cobertura de pastos que se encuentran con mayor frecuencia están: *H. rufa* (pasto jaragua), *C. nlemfuencis* (zacate estrella), *P. purpuremi* x *P. typhoides* (king Grass), *B. mutica* (zacate pará) y *P. purpureum* (taiwán). La tenencia promedio de animales es de tres a cinco cabezas de ganado por familia y la carga animal de los pastos nativos es de tres a cinco animales por 0,76 ha (donde existe disponibilidad de pasturas). Otra forma de manejo es el pastoreo libre en residuos de cosecha. La actividad productiva tiene un fin de doble propósito: leche y carne (Morales 2003).

Los niveles de adopción de tecnologías son mayores en la zona alta y media de la subcuenca; se utilizan tecnologías de conservación de suelo, específicamente barreras muertas e incorporación de rastrojos. En la parte media se han adoptado tecnologías de manejo pecuario (vitaminación, desparasitación y vacunación). En la zona baja se ha observado menos adopción, debido a que las comunidades tienen menor tiempo de haberse organizado y por ende no han recibido capacitación y asistencia técnica. Los principales problemas que se presentan en la subcuenca son: contaminación focalizada del río por aguas servidas y percolación de residuos de agroquímicos y actividades pecuarias, deforestación, quemas agropecuarias, baja productividad de la tierra y degradación de pasturas (Morales 2003), aumento de la densidad poblacional y mayor demanda de los recursos naturales, que afectan la sostenibilidad de los ecosistemas y agroecosistemas de la subcuenca.

### **3.2.3 Etapas de la realización de la investigación**

El estudio se organizó en las siguientes etapas:

- Revisión y análisis de información secundaria.
- Colaboración institucional y establecimiento de las parcelas experimentales.
- Medición del crecimiento de pasturas en dos sistemas de siembra.

- Medición del crecimiento de la leguminosa *Cratylia argentea* en dos sistemas de siembra.
- Evaluar el consumo y la producción de leche del ganado doble propósito utilizando diferentes forrajes.

### 3.2.3.1 Revisión de información secundaria

Se realizó una exploración de los estudios que se han llevado a cabo en la subcuenca con el fin de conocer el ámbito biofísico, social, económico, ambiental e institucional de la subcuenca. Entre los documentos consultados se encuentran:

- Metodología de planificación ambiental participativa para formular el Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC) de la Subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua (Morales 2003).
- Sistematización de las metodologías de ejecución en las instituciones, organizaciones y proyectos que inciden en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua (Urbina 2003).
- Valoración económica del servicio ambiental hídrico en las subcuencas de los Ríos Jucuapa y Calico, Nicaragua (Baltodano 2005).
- Tecnologías utilizadas en los actuales sistemas de producción y conservación en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua (Mendoza 2005).

### 3.2.3.2 Colaboración institucional y establecimiento de las parcelas experimentales

Con el fin de estudiar forrajes mejorados y sus impactos productivos, se obtuvo en la época de lluvia del 2004 a través del CIAT, el material de *C. argentea* cv “veranera” para establecer una hectárea de banco forrajero en la finca de Pedro Payán, que ha sido utilizada como parcela de investigación del INTA para la subcuenca en estudio. Así mismo en octubre del 2005, con financiamiento del CATIE, se sembró una hectárea de *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha* en la misma finca; estas especies se incorporaron principalmente para estudiar el impacto en los sistemas productivos.

También con financiamiento del CATIE se estableció en la misma finca, bajo el sistema de siembra directo y de transplante, 500 m<sup>2</sup> de *C. argentea* y 1000 m<sup>2</sup> de pasturas que incluye tres especies forrajeras: *B. brizantha* x *B. ruziziensis*, *B. brizantha* e *H. rufa*. Esta última pastura se incluye como tratamiento de referencia, ya que ha sido utilizada por mucho tiempo en la zona, razón que los ganaderos de la zona tienen un amplio conocimiento sobre el comportamiento ecológico y productivo de la misma. El motivo por el cual se decidió establecer los forrajes en la misma finca fue para evitar la influencia de factores como: suelo, clima, tipo de ganado y manejo, durante el periodo de experimentación.

### 3.2.3.3 Medición del crecimiento de las pastura en dos sistemas de siembra

Con el fin de evaluar la eficiencia del sistema de siembra directa y de transplante se utilizó el diseño de bloques generalizados, con tres bloques y tres repeticiones por bloque. Los tratamientos evaluados corresponden a:

- T1: Siembra directa de *B. brizantha*
- T2: Siembra directa de *B. brizantha* x *B. ruziziensis*
- T3: Siembra directa de *H. rufa*
- T4: Transplante de *B. brizantha*
- T5: Transplante de *B. brizantha* x *B. ruziziensis*

El modelo matemático para el análisis de la varianza fue basado en:

$$Y_{ijk}: \mu + \tau_i + B_j + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$ : es la respuesta de las diferentes variables a evaluar

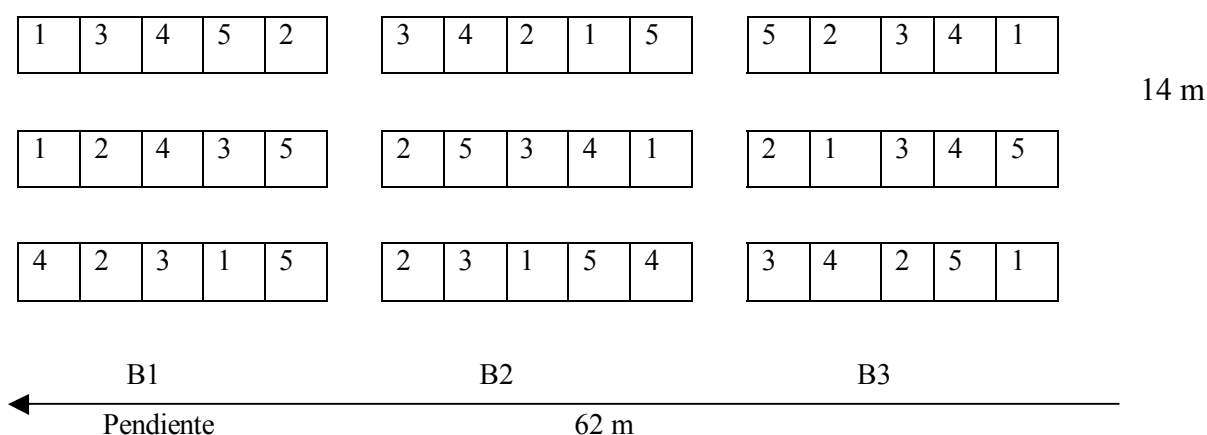
$\mu$  : media general

$\tau_i$ : efecto del  $i$ -ésimo tratamiento ( $i = 1, 2, \dots, 5$ )

$B_j$ : efecto del  $j$ -ésimo bloque ( $j = 1, 2, 3$ )

$E_{ijk}$ : error experimental independiente  $\sim N(0, \sigma^2)$

El área de cada unidad experimental fue de 16 m<sup>2</sup> (4 m de ancho por 4 m de largo). La distancia entre cada bloque fue de 1 m. La dimensión del área total del experimento fue de 62 m de largo y 14 m de ancho, para un área total de 868 m<sup>2</sup>. Con el fin de remover el efecto de la pendiente se realizó el bloqueo en los tres niveles de pendiente existentes en el área: alta, media y baja (Figura 6). Cada bloque mide 20 m de largo por 14 m ancho. Cada uno de los bloques tuvo tres repeticiones; en cada repetición se encontraban distribuidos de forma aleatoria cada uno de los tratamientos. La distancia de siembra en las parcelas fueron de 25 cm entre hileras y 25 cm entre plantas, utilizando en los tratamientos con siembra directa tres semillas por sitio de siembra a una profundidad de 1 cm (Guiot *s.f.*).



**Figura 6. Esquemas de las parcelas de pastos para evaluar dos sistemas de siembra en la comunidad de Jucuapa Centro, de la suncuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Para realizar los tratamientos con transplantes se elaboró un semillero de cada uno de los pastos mejorados (*B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha*). Las dimensiones de cada uno de los semilleros fueron de 10 m de largo por 1 m de ancho por 20 cm de alto, utilizando para cada variedad 0,2 kg de semilla. La distancia de siembra entre cada hilera en el semillero fue de 15 cm. Al final se tapó la semilla con zacate, el cual fue retirado a los cinco días después de la siembra. Para realizar el control de plagas se aplicó insecticida (decis) una vez realizada la siembra. Cuando el banco cumplió un mes de haberse sembrado se procedió al transplante al lugar definitivo.

Para realizar el transplante se utilizaron tres plantas por sitio definitivo de siembra, con el objetivo de dar las mismas condiciones de densidad de plantas a cada tratamiento. La evolución del crecimiento de las pasturas fue medida cada mes, a partir del segundo mes del transplante, y del tercer mes de la siembra directa a través de las siguientes variables:

- Número de macollas
- Número de tallos por macolla
- Porcentaje de cobertura del suelo por los pastos

El número de macollas fue evaluado en un área 1 m<sup>2</sup> dentro de cada unidad experimental; después se realizó un recuento del número de tallos por macolla. Así mismo, con un marco de 0,25 m<sup>2</sup> se observó el porcentaje de cobertura del suelo por las pasturas evaluadas (Anexo 1). En cada unidad experimental se tomaron tres puntos de muestreo sobre la diagonal.

A los 8 meses de haberse realizado la siembra de las pasturas se midieron las siguientes variables en una subparcela de 1 m<sup>2</sup> de cada tratamiento:

- Producción de biomasa
- Profundidad de raíces y volumen radicular
- Contenido de humedad del suelo

La variable producción de biomasa aérea fue evaluada durante el mes de marzo (época de menor precipitación), a través de las mediciones de producción de forraje verde y porcentaje de materia seca. Para realizar las mediciones de forraje verde se tomó el forraje a un altura de 5 cm sobre el suelo, en un 1 m<sup>2</sup> del centro de cada unidad experimental; el forraje obtenido se pesó en una balanza, registrando en una ficha la producción de forraje por tratamiento. El procedimiento para la obtención del porcentaje de materia seca fue el siguiente: el forraje fresco se picó con machete, luego a través del método de cuarteo (que consiste en dividir el forraje en cuatro cuartos iguales) se tomó una muestra de uno de los cuartos, la cantidad de la muestra obtenida fue de 300 g, correspondiente a cada tratamiento evaluado, las cuales fueron introducidas en bolsas previamente identificadas.

El total de 45 muestras se enviaron al laboratorio, donde fueron secadas en un horno a una temperatura de 60 °C hasta llevarlas a peso constante. Para determinar el porcentaje de MS se utilizó la fórmula siguiente:

$$\%MS = (PS / PH)100$$

donde PS es el peso seco de la muestra y PH el peso húmedo.

La profundidad de raíces fue medida en dos plantas tomadas de forma al azar en 1 m<sup>2</sup> de cada unidad experimental, utilizando una cinta graduada en cm. El dato obtenido se registró en un formulario de campo previamente diseñado (Anexo 2).

El volumen radicular fue evaluado mediante el principio de desplazamiento de Arquímedes (Jiménez 1986), utilizando las mismas dos plantas seleccionadas para medir la profundidad de raíces, las raíces de cada planta fueron previamente desprovistas del suelo y luego se introdujeron en un recipiente con agua, el agua desplazada fue recolectada en un recipiente más grande. Este excedente se midió a través de una probeta en ml y el dato se registró en una hoja de campo previamente diseñada.

Para evaluar el contenido de humedad del suelo se tomó una muestra de suelo en un área de 1 m<sup>2</sup> ubicada en el centro de cada unidad experimental, con la ayuda de un barreno a dos profundidades: 0-20 cm y de 20-40 cm. Cada muestra obtenida fue de 300 g y se introdujo en una bolsa previamente

identificada; el conjunto de muestras obtenidas (90) se enviaron a laboratorio para determinar la humedad del suelo. A cada muestra se le determinó el peso húmedo y luego se introdujo a una estufa a 105 °C hasta llegar a peso constante; después de ese periodo se determinó el peso seco mediante la formula indicada por Silva *et al.* (1963):

$$P_w = \frac{MH - MS}{MS} 100$$

Donde MH es el peso de la muestra de suelo húmedo y MS es el peso de la muestra de suelo seco y Pw es la humedad gravimétrica del suelo expresado en porcentaje.

### 3.2.3.4 Medición del crecimiento de la leguminosa *Cratylia argentea* en dos sistemas de siembra

Con el fin de evaluar la eficiencia del sistema de siembra directa y de transplante se utilizó el diseño experimental de bloques generalizados, con tres bloques y tres repeticiones por bloque, que correspondían a la parte alta, media y baja, siguiendo la dirección de la pendiente. Los tratamientos evaluados fueron:

T1: Siembra directa de *C. argentea*

T2: Transplante de *C. argentea*

#### Modelo matemático

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + B_j + E_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$ : es la respuesta de las diferentes variables a evaluar

$\mu$  : media general

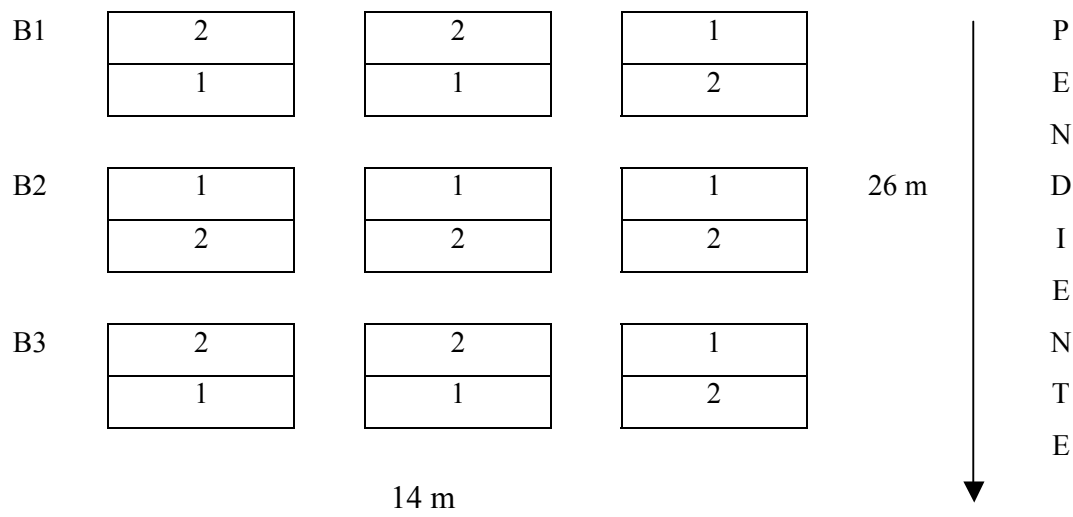
$\tau_i$  : efecto del i-ésimo tratamiento ( $i=1,2$ )

$B_j$ : efecto del j-ésimo bloque ( $j=1,2,3$ )

$E_{ijk}$ : error experimental independiente  $\sim N(0, \sigma^2)$

Cada bloque mide 14 m de largo por 8 m de ancho (figura 7). Los espacios entre calles fueron de 1 m. En cada bloque y repetición los tratamientos se encontraban aleatorizados. El área de cada unidad experimental fue 16 m<sup>2</sup> (4 m de largo por 4 m de ancho).





**Figura 7. Esquema de las parcelas de *Cratylia argentea* para evaluar dos sistemas de siembra en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Las distancias de siembra en el sitio de siembra definitivo fueron de 50 cm entre calle y 50 cm entre planta, utilizando en la siembra directa, dos semillas promedio por sitio de siembra a una profundidad de 1 cm (Barrantes 2003). Para el tratamiento de transplante se preparó un almácigo, utilizando para ello un total de 500 bolsas, cuyas dimensiones fueron 15 cm de diámetros por 20 cm de alto, que fueron llenadas con suelo, y fue ubicado cerca del área en donde se realizó el establecimiento definitivo. La profundidad de siembra en la bolsa fue de 1 cm. Un mes después de establecido el almácigo se procedió a realizar el transplante, utilizando dos plantas por sitio, con el objetivo de dar las mismas condiciones de densidades de plantas a cada tratamiento.

El mismo día del transplante y durante un periodo de nueve meses, en cada tratamiento se midieron 15 plantas previamente enumeradas del centro de cada unidad experimental, con el fin de obtener las variables siguientes:

- Altura de la planta
- Número de ramas por planta
- Diámetro del tallo

La variable altura de la planta se midió mensualmente con una cinta métrica, a partir de un mes después de haberse realizado la siembra directa y correspondiente con el momento de transplante. El número de ramas se contó a partir del quinto mes después de la siembra directa. El diámetro del tallo se

medió con un vernier graduado en mm, a una altura de 10 cm sobre el suelo. Todos los resultados obtenidos de las variables descritas anteriormente se registraron en una ficha (Anexos 3 y 4). En el octavo mes después de haberse realizado la siembra directa de la leguminosa se midieron las siguientes variables:

- Producción de biomasa
- Profundidad de raíces
- Contenido de humedad en el suelo

La variable producción de biomasa aérea fue evaluada durante el mes de marzo (época de menor precipitación) y medida a través de la producción de forraje verde. A partir de éste, se obtuvo el porcentaje de la materia seca. El forraje verde se obtuvo de las 15 plantas de cada unidad experimental, en la que fueron evaluadas las variables altura, diámetro y número de ramas. El procedimiento utilizado fue el siguiente: se cortaron las ramas de las 15 plantas previamente identificadas, después se picó el forraje obtenido utilizando tijeras. El porcentaje de materia seca de las 18 muestras se determinó con base en la metodología descrita en el Acápite 7.3.3. La profundidad de raíces se midió en dos plantas preseleccionadas de cada unidad experimental, utilizando una cinta graduada y los datos obtenidos se registraron en una hoja de campo previamente diseñada (Anexo 5).

La humedad del suelo fue medida de la misma forma que se describió en el acápite 7.3.3. Una vez obtenidos los datos de las variables estudiadas se realizó un ANOVA para medidas repetidas en el tiempo, utilizando el programa estadístico InfoStat (InfoStat 2004). Excepto las medias de la variable de producción de materia seca de las pasturas que se transformaron a raíz cuadrada, con el objetivo de reducir variabilidad y para poder detectar diferencias estadísticas entre tratamiento se realizaron contrastes ortogonales, este análisis se realizó a través del programa estadístico SAS (System Statistic Analysis), así mismo a través de este programa se analizaron las variables número de tallos y número de macollas de pasturas y para determinar el nivel de significancia entre los tratamientos se utilizó siempre los contrastes ortogonales.

### **3.2.3.5 Evaluación del consumo y producción de leche del ganado doble propósito utilizando diferentes forrajes**

Se decidió evaluar el impacto productivo de las nuevas tecnologías forrajeras en una sola finca, con el fin de evitar la influencia de factores como: suelo, clima, tipo de ganado y manejo. La respuesta de las tecnologías introducidas vs. el manejo tradicional, fue evaluada a través de las dietas que se describen a continuación:

D1: suplemento con ensilaje de cratylia (*C. argentea*) más pasto taiwán (*P. purpureum*); el pastoreo se realizó en brachiaria (*B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha*).

D2: suplemento con el forraje fresco de cratylia (*C. argentea*) más pasto taiwán (*P. purpureum*), el pastoreo se realizó en brachiaria (*B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha*)

D3: suplemento de pasto taiwán (*P. purpureum*); el pastoreo se realizó en jaragua (*H. rufa*).

Para este estudio se utilizó un diseño cuadrado latino (3x3) “cross over” replicado tres veces, en donde se aleatorizaron las dietas para cada vaca y las dietas en cada cuadrado (Cuadro 3). Este tipo de diseño permitió detectar pequeñas diferencias entre cada dieta con un número reducido de animales (Steel y Torrie 1988). En este diseño las columnas representan a las vacas en las que se evaluaron las dietas y las hileras están constituidas por los diferentes periodos de tiempo en el que se evaluó cada una de las dietas (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Asignación de los tratamientos a las 9 vacas en el ensayo de producción con diferentes dietas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Periodos	Cuadrado 1			Cuadrado 2			Cuadrado 3		
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
	-----Dietas-----								
I	1	2	3	2	3	1	3	2	1
II	3	1	2	3	1	2	1	3	2
III	2	3	1	1	2	3	2	1	3

V1-V9= número de vacas

Con el fin realizar el análisis estadístico de las variables en estudio se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + C_i + P_j + D_k + V(C)_{1(i)} + E_{ijkl}$$

donde:

$Y_{ijkl}$ : Es la variable de respuesta observada en el i-ésimo cuadrado, en el j-ésimo animal, durante el K-ésimo periodo, sometido a la l-ésima dieta.

$\mu$  : media general del experimento

$C_i$ : efecto asociado al i-ésimo cuadrado ( $i=1,2,3$ ).

$P_k$ : efecto del k-ésimo periodo ( $k=1,2,3$ ).

$D_l$ : efecto asociado de la l-ésima dieta ( $l=1,2,3$ ).

$V(C)_{l(i)}$ : efecto de la  $j$ -ésima vaca anidada en el  $i$ -ésimo cuadrado.

$E_{ijkl}$ : error experimental independiente  $\sim N(0, \sigma^2)$ .

Para la comparación de las medias se utilizó un ANOVA, utilizando el programa estadístico InfoStat (InfoStat 2004).

Las dietas fueron evaluadas a través de las variables de consumo y producción de leche. Para ello se utilizaron nueve vacas cruzadas de la raza Holstein x Brahman y Pardo Suizo x Brahman, las que se encontraban al inicio del experimento en la primera etapa de lactancia, 70 a 90 días, y presentaban buen estado nutricional, peso y edad similar. Así mismo se utilizaron los registros de la finca para seleccionar cada una de las vacas.

Previo a la suplementación, las vacas se trataron contra parásitos internos y externos. Durante todo el experimento se le suministró sal mineralizada y agua *ad libitum* para cubrir su requerimiento básico. El suplemento ofrecido fue en base al 1,5% del peso vivo del animal, dependiendo de la producción de leche y la calidad del alimento; en donde el 1% representó la suplementación de *P. purpureum* y el restante 0,5% de *C. argentea*, ofrecida en dos formas distintas, de acuerdo a la dieta que correspondía. El periodo de suplementación fue de 4 horas en la mañana después del ordeño, posteriormente las vacas se pasaron a pastorear.

Cada periodo estaba conformado por 12 días, los primeros siete días correspondieron al periodo de adaptación y los últimos cinco días al periodo de medición de consumo y producción de leche. Para medir el consumo de *C. argentea* y *P. purpureum* se tomaron datos diarios individuales, pesando las cantidades ofrecidas y rechazadas de cada alimento por día y para garantizar que no se le restringa el consumo al animal, se suministrara el 20% más del alimento consumido del día anterior (Anexo 6). El consumo se midió por diferencia (alimento ofrecido menos alimento rechazado).

También se recolectaron muestras diarias de 300 g del follaje de *C. argentea* y *P. purpureum* ofrecido y rechazado para determinar el porcentaje de materia seca. El porcentaje de materia seca de las 60 muestras de cratylia ofrecida y rechazada, así como de las 30 muestras de pasto taiwán ofrecido y rechazado en cada uno de los periodos del estudio, se enviaron a laboratorio, en donde se utilizó la metodología descrita en el Acápite 3.2.3.3, para determinar el contenido de MS.

El procedimiento utilizado para medir la producción de leche fue con base en un ordeño que se realizó por la mañana de forma manual, extrayendo la leche de tres pezones, dejando únicamente un pezón sin ordeñar para amamanto del ternero, rotando en cada uno de los días de medición, con el fin de contemplar la variación por cambio de cuarto. Luego del ordeño se procedió al pesaje de la leche en

una balanza, registrando en una ficha la producción de leche/día/vaca (Anexo 7). De la leche obtenida a partir de cada una de las dietas, se obtuvieron tres muestras al finalizar el tercer periodo de experimentación, las muestras fueron llevadas a laboratorio, con el fin de determinar el contenido de proteína de la leche, utilizando el método oficial de análisis de AOAC, descrito en el Capítulo 7, No 7.015 del manual de análisis de AOAC.

### **3.3 Resultados y discusión**

#### **3.3.1 Medición del crecimiento de pasturas en dos sistemas de siembra**

Se comparó el sistema de siembra trasplante con el sistema de siembra directa de los pastos a través de las variables número de macollas, número de tallos por macolla, porcentaje de cobertura del suelo por los pastos, producción de biomasa, profundidad de raíces y volumen radicular y contenido de humedad del suelo.

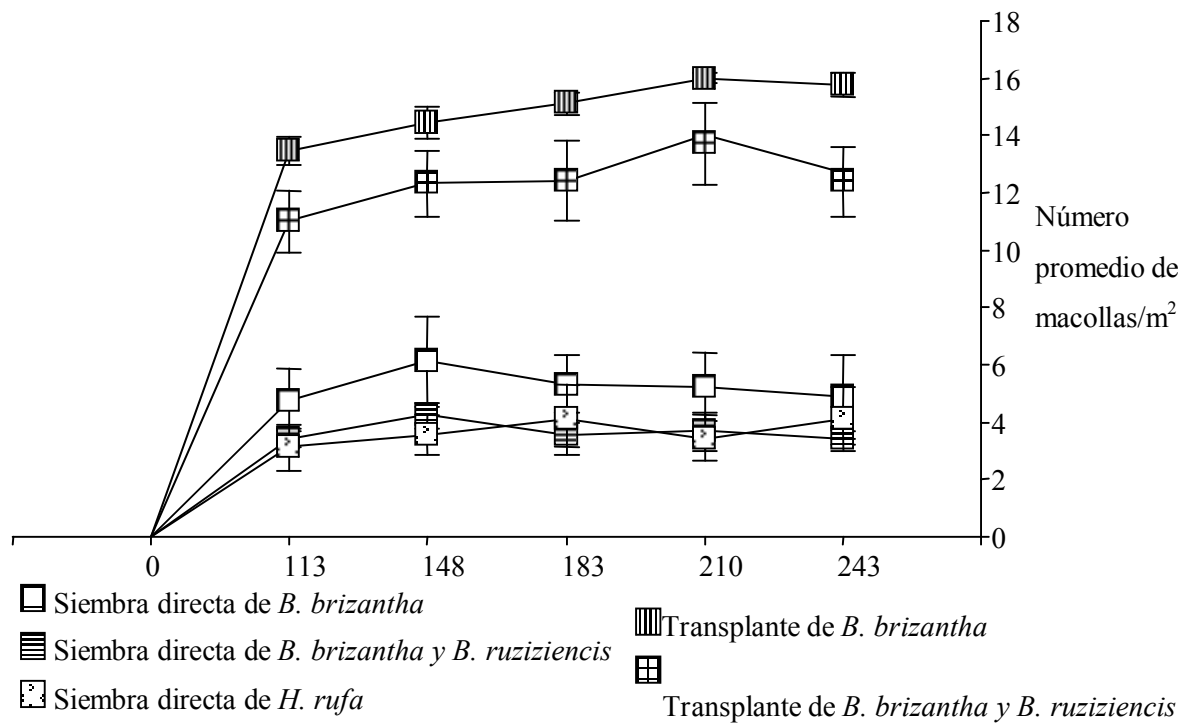
##### **3.3.1.1 Número de macollas y número de tallos por macolla**

Con el fin de determinar la diferencia entre tratamientos se realizaron contrastes ortogonales (Cuadro 4), obteniendo diferencias entre los sistemas de siembra para la variable número de macollas, logrando mejores resultados a través del sistema de siembra por trasplante (Figura 8), esta capacidad que tienen las pasturas mejoradas de producir mayor cantidad de macollas a través del sistema de siembra por trasplante es un atributo importante en la selección de pastura y sistema de siembra, debido a que se obtiene mayor cobertura del suelo, la que a su vez permite reducir la escorrentía del suelo y favorece la infiltración del agua, según datos de investigación de Ríos (2005).

**Cuadro 4. Contrastes ortogonales de la variable número de macollas/m<sup>2</sup> de distintas pasturas bajo dos sistemas de siembra en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Días de medición	Contrastes	Valor <i>p</i>	Medias
113	SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	<,0001	3,8 vs. 12,2
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,3644	3,1 vs. 4,1
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,2991	4,8 vs. 3,4
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,0762	13,4 vs. 11,0
148	SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	<,0001	4,6 vs. 13,4
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,2309	3,6 vs. 5,2
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,2244	6,1 vs. 4,2
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,1793	14,4 vs. 12,3
183	SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	<,0001	4,3 vs. 13,8
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,7896	4,1 vs. 4,4
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,2383	5,3 vs. 3,6
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,0923	15,1 vs. 12,4
210	SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	<,0001	4,1 vs. 15,0
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,4301	3,4 vs. 4,4
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,2954	5,2 vs. 3,7
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,1880	1,0 vs. 14,0
243	SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	<,0001	4,1 vs. 14,2
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,9666	4,1 vs. 4,2
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,3588	4,9 vs. 3,4
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,0693	15,8 vs. 12,7

a. SD: Siembra directa; b.ST: Siembra de transplante.



**Figura 8. Número de macollas/m<sup>2</sup> (medias ± EE) de diferentes pasturas evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 5), entre las especies de pasturas evaluadas, obteniendo mayor cantidad de tallos por macollas a través de las pasturas mejoradas en el sistema de siembra directa con respecto al resto de los tratamientos evaluados (Figura 9). Posiblemente se deba a que las pasturas mejoradas presentan mejor crecimiento, expresado en la capacidad de desarrollar una mejor calidad de raíces, lo que influya en que se comporten diferentes del resto de los tratamientos, con respecto a esta variable.

**Cuadro 5. Contrastes ortogonales de la variable número de tallos/macollas de distintas pasturas bajo dos sistemas de siembra en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

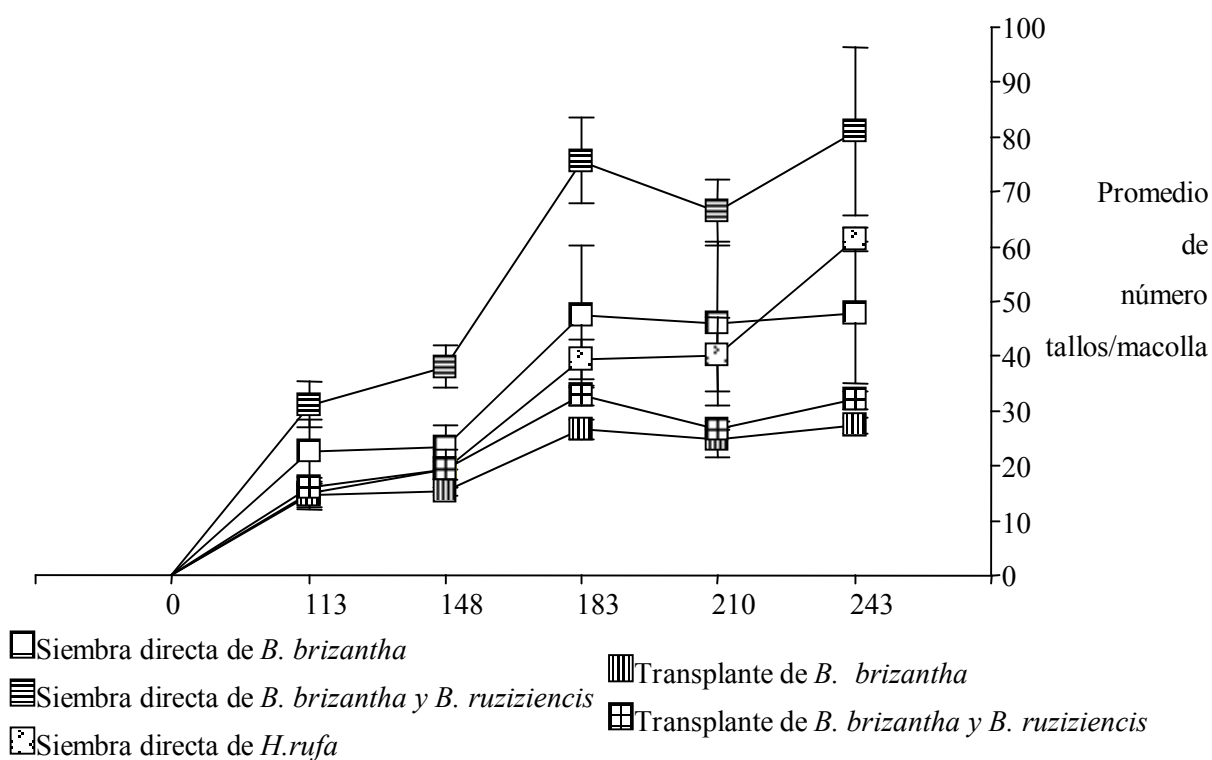
Días de medición	Contrastes	Valor p	Medias
113	SD <sup>a</sup> vs ST <sup>b</sup>	0,0352	22,8 vs. 15,3
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,0170	14,9 vs. 26,9
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,1075	22,7 vs. 31,2
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,7378	14,5 vs. 16,1
148	SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	0,0137	26,9 vs. 17,3
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,0254	19,4 vs. 30,7
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,0145	23,3 vs. 38,1
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,4293	15,3 vs. 19,3
183	SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	0,0043	54,2 vs. 29,7
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,0301	39,5 vs. 61,5
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,0190	47,4 vs. 75,7
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,5306	26,5 vs. 32,8
210	SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	0,0060	50,8 vs. 25,7
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,1192	40,3 vs. 56,1
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,0901	46,0 vs. 66,25
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,8573	24,8 vs. 26,7
243	SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	0,0046	63,5 vs. 29,7
	<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,7910	61,3 vs. 64,5
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,0391	47,9 vs. 81,1
	<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,7493	27,5 vs. 31,9

a. SD: Siembra directa; b.ST: Siembra de transplante.

Se lograron obtener mayor número de tallos/ macolla de las pasturas mejoradas, a través del sistema de siembra directa, posiblemente porque las plantas a través de este sistema de siembra formaron menor número de macollas, lo que permitió entonces que las plantas tuvieran más espacio para formar un mayor número de tallos por macollas.



Las pasturas mejoradas establecidas a través del sistema de siembra directa mostraron igual número de tallos/macollas a los 113 y 210 días; y resultaron ser diferentes a los 148, 183 y 243 días en que se realizaron las mediciones; sin embargo estas mismas gramíneas establecidas a través del sistema de siembra por transplante no mostraron diferencias en la cantidad de tallos/macollas entre ellas en los distintos días de medición (Anexo 11). Es por esta razón que posiblemente la variabilidad de la cantidad de tallos/macollas, que presentaron las pasturas mejoradas, se deba al efecto de siembra utilizado.



**Figura 9. Número de tallos por macollas (medias  $\pm$  EE) de diferentes pasturas evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Todas las especies de pastos incrementaron la cantidad de tallos por macollas a medida que transcurrió el tiempo, efectos similares de la edad sobre el crecimiento de tallos fueron encontrados en Venezuela por Dean y Clavero (1992) en la pastura de *P. purpureum*, donde el peso en gramos de los tallos de esta pastura fue incrementando hasta llegar a 314 gr por planta a las 11 semanas de edad, en

cambio la variable de peso de hojas fue disminuyendo a partir de la semana 9, siendo esta variable la que permitiera el incremento del material muerto hasta llegar a la semana 11. En el mismo país Alvarado *et al.* (1990) encontraron un incremento de tallos a los 84 días de la pastura *B. decumbens* y una disminución de hoja viva en este mismo momento, lo que a su vez estaba acompañado con un incremento del material muerto.

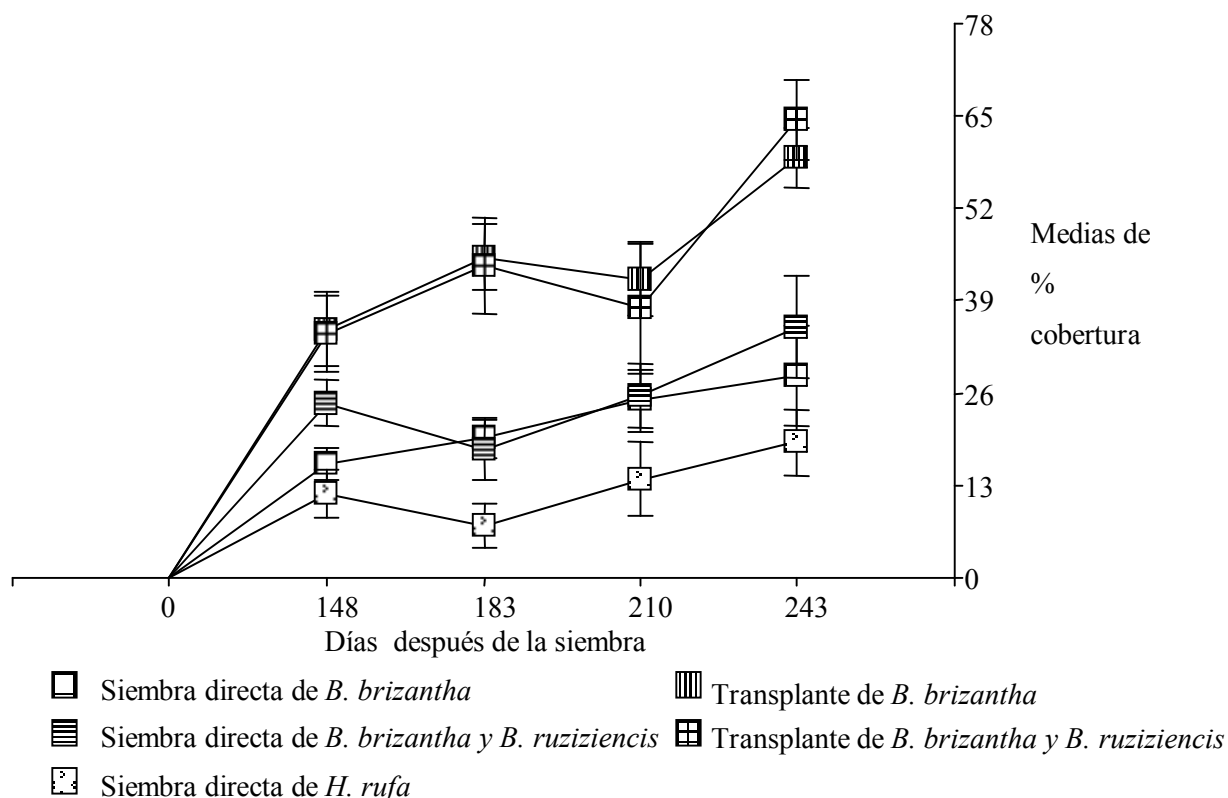
De acuerdo a lo mencionado, la edad de las pasturas tienen correlación positiva la cantidad de tallos por macollas y un efecto negativo sobre la cantidad de hojas que producen los tallos, este efecto puede ser disminuido con una desfoliación liviana acompañada con periodos adecuados de recuperación que permitan un mayor número de rebrotes y consecuentemente una mayor formación de hojas en las pasturas (Rodríguez y Avilés 1997).

### **3.3.1.2 Cobertura del suelo por las pasturas**

El porcentaje de cobertura del suelo por las pasturas a los 148 días después de haberse establecido las mismas, presentaron diferencias significativas ( $p = 0,0005$ ) entre los sistemas de siembra utilizados, obteniendo una mejor cobertura en el sistema de siembra de transplante de las pasturas mejoradas en comparación con los sistemas de siembra directa de las pasturas mejoradas y la nativa. Las pasturas mejoradas, establecidas con cualquiera de los dos sistemas de siembra, mostraron un porcentaje mayor de cobertura que la pastura nativa (Figura 11). Este comportamiento de la cobertura de las pasturas mejoradas con respecto a la pastura nativa fue el mismo después de haber realizado un corte de uniformización a los 136 días después de haber establecido las parcelas experimentales.

Así mismo, la cobertura del suelo por las pasturas en los días subsiguientes se caracterizó por un crecimiento exponencial de las pasturas en ambos sistemas de siembra, presentándose mayor cobertura a los 243 días después de haberse establecido, cuando las plantas alcanzan mayor desarrollo, ya que la cobertura que ofrecen los pastos es directamente proporcional a la edad de los mismos (Figura 10). De igual manera, los resultados de cobertura del suelo estuvieron directamente relacionados con los sistemas de siembra en estudio, ya que se logró mejor cobertura del suelo a través del sistema de transplante, posiblemente porque a través de este sistema de siembra se obtuvo más cantidad de macollas por unidad de área.

Las pasturas mejoradas mantuvieron buenas condiciones de cobertura del suelo a los 243 días, época que corresponde al mes de marzo (época de menor precipitación). Esta condición de cobertura del suelo que ofrecen estas pasturas acompañada con un ajuste de carga animal, brindan al inicio de las lluvias protección al suelo, disminuyendo la escorrentía y favoreciendo la infiltración (Ríos 2005).



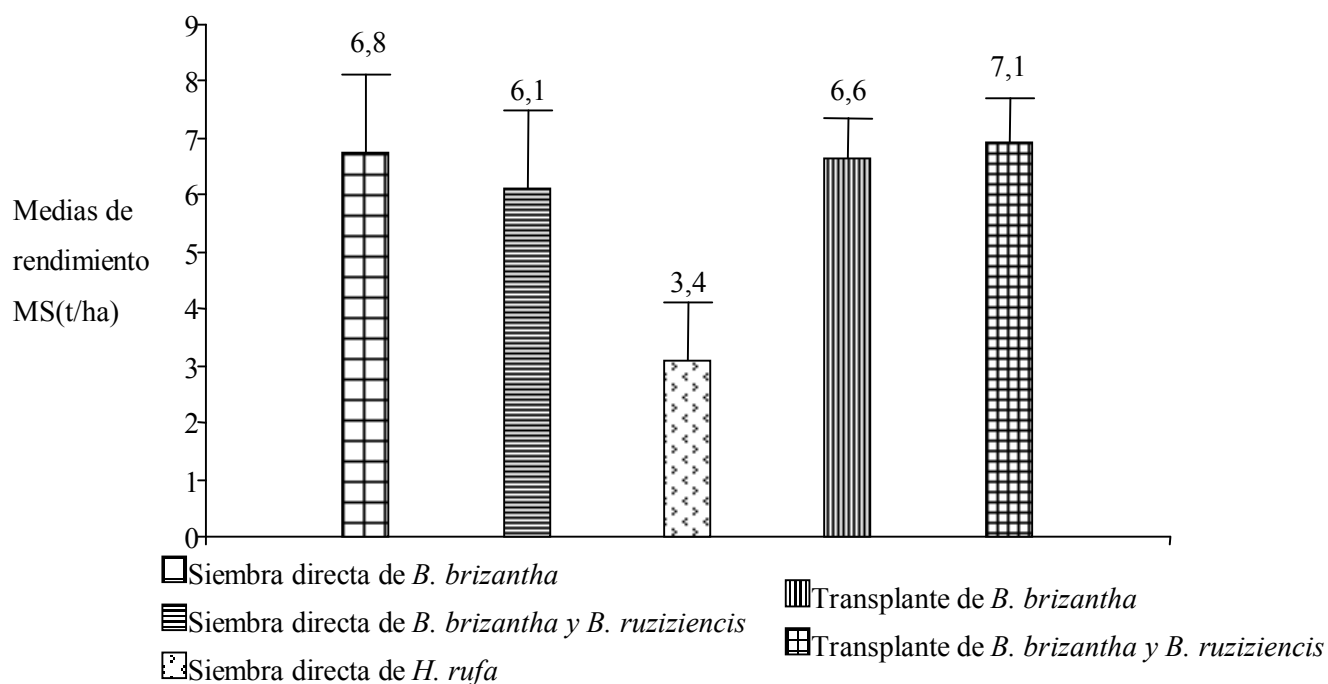
**Figura 10. Porcentaje de cobertura del suelo (medias  $\pm$  EE) por las diferentes pasturas, en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Los resultados obtenidos coinciden con Ríos (2005), quien encontró mejor cobertura en pasturas mejoradas con árboles, en comparación con pasturas nativas con árboles. Este mismo autor demostró que existe un efecto del tipo de cobertura sobre la variable de escorrentía superficial, debido a que en cobertura de pasturas mejoradas con árboles, la escorrentía superficial fue dos veces menor que en pasturas nativas con árboles. Estos resultados sugieren que si hubiera alguna escorrentía con la cobertura de pasturas mejoradas, el agua estaría libre de partículas asociadas con contaminantes.

Sanabria *et al.* (1992) en un estudio realizado en los Llanos del oriente y el Sur de Colombia encontraron que el porcentaje de cobertura de *B. brizantha* durante el periodo de lluvia correspondía a 65%; este dato es similar al 64% cobertura encontrado en el presente estudio a través de la pastura en el sistema de siembra por transplante. Los resultados en ambos lugares son similares, probablemente porque en las zonas de estudio predominan suelos de baja fertilidad natural y largos periodos de sequía de hasta seis meses.

### 3.3.1.3 Producción de biomasa

Las medias de producción de materia seca a los 243 días de haberse establecido el ensayo y a los 136 días de haber realizado el corte de uniformización de *B. brizantha* y *B. brizantha* x *B. ruziziensis* en el sistema de transplante fueron de 6,6 y 7,1 t/ha, respectivamente, mientras que para la siembra directa la producción de biomasa fue de 6,8 y 6,1 t/ha, respectivamente, así mismo, la media obtenida por *H. rufa* fue de 3,4 t/ha (Figura 11).



**Figura 11. Producción de materia seca (medias  $\pm$  EE) de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Con respecto al diseño utilizado, este fue eficiente, ya que se encontraron diferencias entre bloques ( $p = 0,0141$ ). Con el fin de determinar que tratamientos difieren, se utilizaron contrastes ortogonales (Cuadro 6). De acuerdo a estos resultados, se obtuvieron mejores rendimientos a través del sistema de siembra de transplante en las pasturas mejoradas con respecto a la pastura nativa en siembra directa.

El incremento de la producción de materia seca de las pasturas mejoradas en el sistema de siembra por transplante comparado con los resultados de *H. rufa*, permitirá que los ganaderos de la subcuenca en estudio puedan utilizar más eficientemente sus praderas, permitiendo liberar áreas de

pasturas degradadas, frágiles o de recarga de agua por sistema de reforestación. Estudios realizados en Esparza, Costa Rica demuestran que los productores que han establecido pasturas mejoradas han incrementado las áreas de bosques en su finca. Es importante señalar que las pasturas en mocultivos se degradan en periodos cortos de tiempo, si no se realizan aplicaciones de fertilizantes. Para prevenir este tipo de eventos es necesario incorporar la siembra de leguminosas en asocio con gramíneas. Otro atributo importante es que las pasturas mejoradas mantuvieron su producción de forraje en época seca mientras la pastura nativa disminuyó su producción, así mismo a través del sistema de transplante se obtuvo mayor rendimiento de materia seca. Este resultado favorece a los productores ganaderos de la subcuenca al mantener la producción de leche durante las épocas críticas y les da una opción para mejorar el establecimiento de forrajes mejorados.

**Cuadro 6. Contraste ortogonal de producción de materia seca mediante distintos sistemas de siembra en diferentes pasturas, en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

<b>Contrastes</b>	<b>Valor p</b>	<b>Medias</b>
SD <sup>a</sup> vs. ST <sup>b</sup>	0,0387	5,6 vs. 6,4
<i>H. rufa</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> y <i>B. brizantha</i> (SD)	0,0117	3,4 vs. 6,7
<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (SD)	0,5995	6,8 vs. 6,1
<i>B. brizantha</i> vs. <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziensis</i> (ST)	0,7193	6,6 vs. 7,1

a. SD: Siembra directa; b.ST: Siembra de transplante.

La mayor producción de materia seca de las pasturas mejoradas en ambos sistemas de siembra, con respecto a la pastura nativa, se debe posiblemente a su mayor potencial genético de producción, que se evidencia en el mayor número de macollas y tallos por macolla. Sin embargo cuando se compararon las especies mejoradas en el sistema de siembra directa y por transplante no se encontraron diferencias significativas (Cuadro 5), probablemente porque ambas pasturas presentan características similares de crecimiento.

En estudios realizados en Colombia por Plazas (2006) se obtuvieron rendimientos de materia seca de *B. brizantha* x *B. ruziziensis* de 4,2 t/ha a los 138 días después de la siembra. En el mismo país, Cuadrado *et al.* (2000) a los 24 días de rebrote reportan rendimiento de materia seca de *B. Brizantha* de 1,9 t/ha en época de lluvia y 1,4 t/ha en la época seca a los 24 días después del rebrote. Estos resultados son menores que los encontrados en esta investigación, el factor que posiblemente este influyendo es la edad, debido a que las pasturas en el presente estudio tenían 243 días.

### 3.3.1.4 Contenido de humedad del suelo

De acuerdo a los resultados para esta variable, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, ( $p = 0,2603$ ) al comparar el porcentaje de humedad del suelo a la profundidad de 0 a 20 cm (profundidad 1) con la profundidad de 20 a 40 cm (Profundidad 2) (Cuadro 7), lo cual se atribuye a la ocurrencia de lluvia durante la época de muestreo, por lo tanto no se pudo evidenciar si alguna de las pasturas logra mantener más humedad en el suelo, ya sea porque su sistema radicular extrae agua de capas más profundas del suelo, de diferentes capas del suelo, o porque tiene una tasa de evapotranspiración menor.

**Cuadro 7. Condiciones de humedad del suelo (media  $\pm$  EE) de áreas de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Tratamientos	Porcentaje de humedad del suelo	
	Profundidad 1	Profundidad 2
SD <sup>a</sup> <i>B. brizantha</i> (CIAT 6780)	31,0 $\pm$ 1,8a	29,6 $\pm$ 1,6a
SD <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziencis</i> (CIAT 36061)	32,2 $\pm$ 1,9a	32,3 $\pm$ 1,6a
SD <i>H. rufa</i>	33,4 $\pm$ 2,1a	32,8 $\pm$ 2,6a
ST <sup>b</sup> <i>B. brizantha</i> (CIAT 6780)	32,1 $\pm$ 1,3a	34,5 $\pm$ 1,2a
ST <i>B. brizantha</i> x <i>B. ruziziencis</i> (CIAT 36061)	33,5 $\pm$ 1,8a	34,1 $\pm$ 2,3a

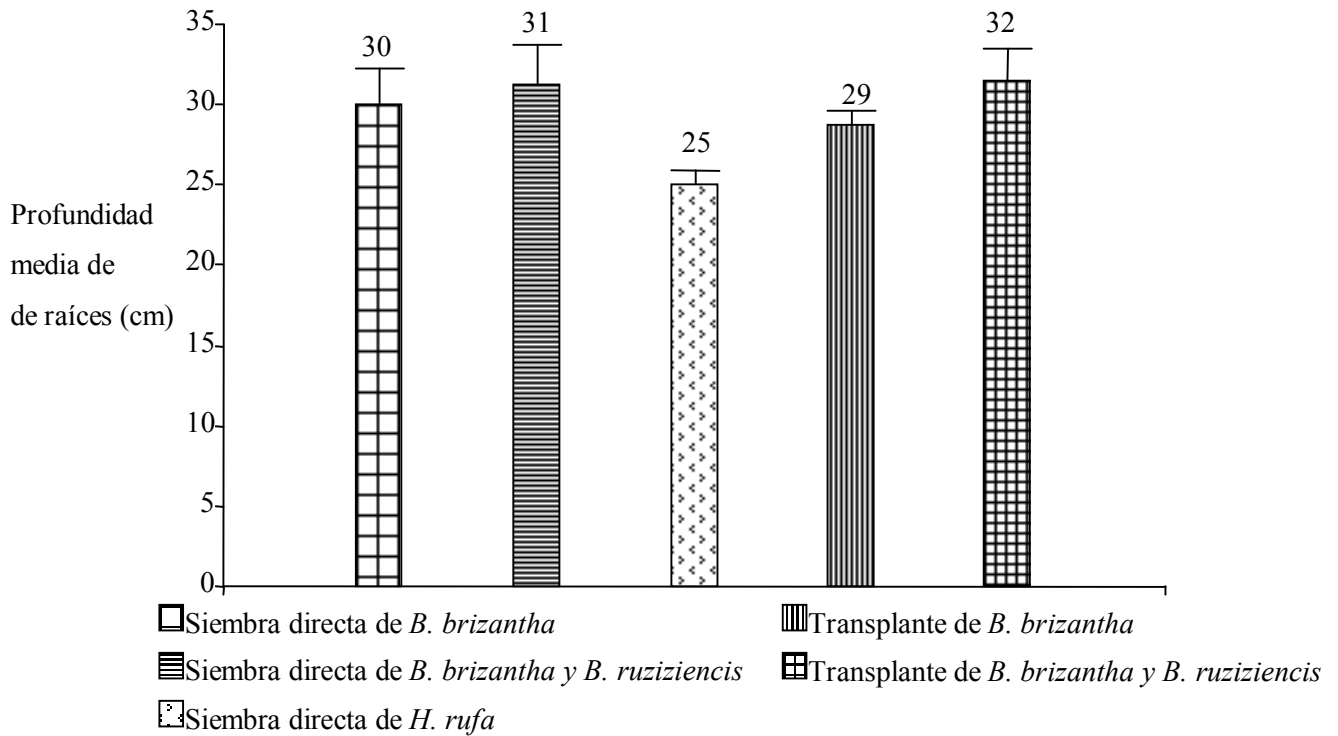
a. SD: Siembra directa; b. ST: Siembra de transplante.

### 3.3.1.5 Profundidad de raíces y volumen radicular

Las medias de profundidad de raíces de *B. brizantha* y *B. brizantha* x *B. ruziziencis* corresponden a 28 y 32 cm, respectivamente, cuando fueron establecidos a través del sistema de transplante. Estas mismas pasturas en la siembra directa alcanzaron profundidades promedios de 30 y 31 cm; estos promedios difieren de la profundidad obtenida por *H. rufa* (25), aunque las diferencias entre los tratamientos no fueron estadísticamente significativas ( $p = 0,1809$ ), debido posiblemente a la gran variabilidad de los datos (Figura 12).

En ambos sistemas de siembra, *B. brizantha* x *B. ruziziencis* alcanzó una mayor profundidad de raíces seguida por *B. brizantha* lo que hace suponer que estas especie este mejor adaptada para resistir a condiciones de estrés hídrico ya que explora y utiliza un mayor volumen del suelo, o al menos, capas más profundas del mismo, de donde puede extraer agua. De forma similar Schaller (2001) en Costa Rica observó a diferentes profundidades de suelo que *B. brizantha*, desarrolló un denso sistema radicular, especialmente a una profundidad del suelo de 20 cm, donde contó hasta 100 raíces por 100

cm<sup>2</sup>, así mismo Rivera *et al.* (1986) citado por Schaller (2001) encontraron en Puerto Rico que la profundidad de raíces alcanzada por este género de pastura fue de 180 cm.

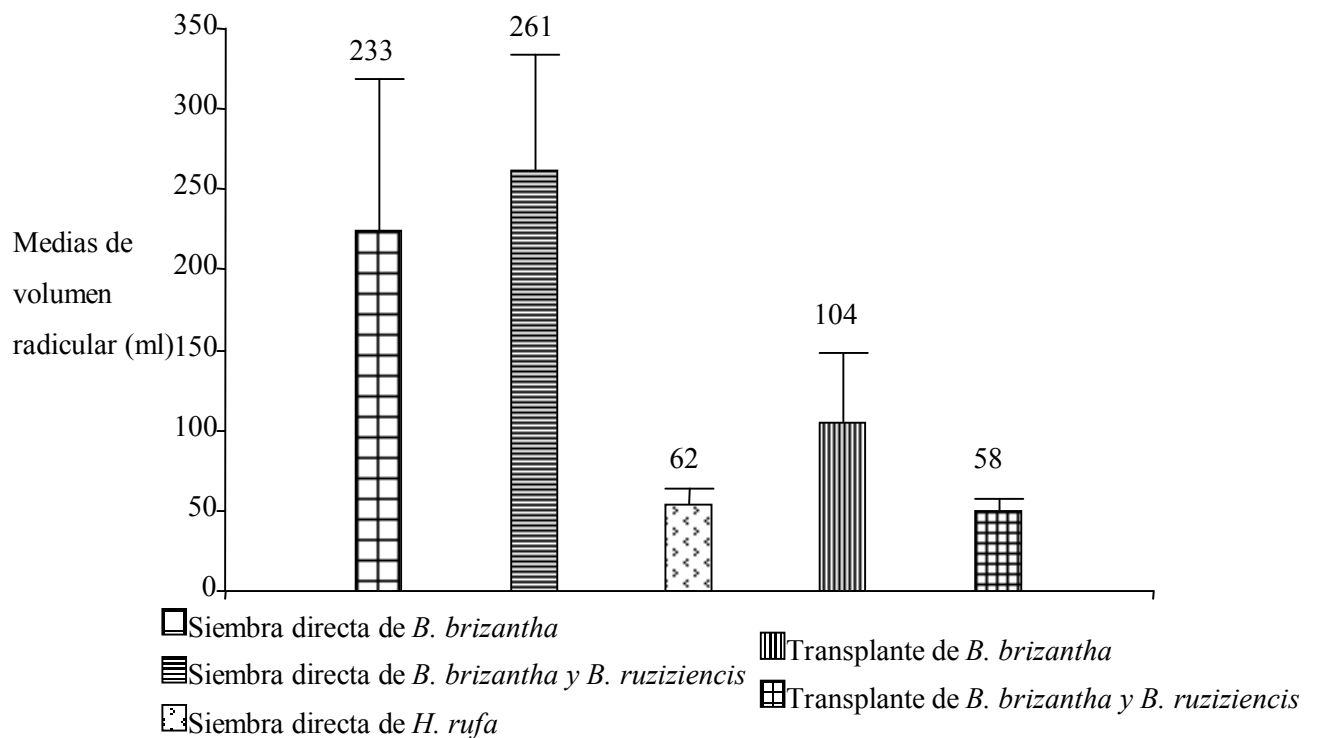


**Figura 12. Profundidad de raíces (medias  $\pm$  EE) de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Las medias de volumen radicular desplazado por *B. brizantha* y *B. brizantha* x *B. ruziziencis* en el sistema de siembra directa correspondieron a 233 y 261 ml de agua, respectivamente, estas mismas pasturas sembradas a través de siembra por transplante desplazaron en promedio 104 y 58 ml de agua, estos valores a su vez difieren de la media de volumen de agua desplazado por las raíces de *H. rufa* (62 ml).

El promedio de volumen de agua desplazado por *B. brizantha* x *B. ruziziencis* establecido por transplante difiere estadísticamente del volumen de agua desplazado por esta misma pasturas a través de la siembra directa ( $p = 0,0380$ ), de forma que el sistema de siembra afecta el crecimiento radicular y con ello el volumen de agua desplazada por el sistema radicular de las especies estudiadas.

La especie de pasturas es otro factor que influyó en el comportamiento de esta variable, debido a que se obtuvieron medias mayores de agua desplazada por las raíces de especies mejoradas con respecto a la nativa (Figura 13); este comportamiento de las pasturas mejoradas posiblemente se deba a que son plantas vigorosas que producen raíces en los entrenudos y cuyo crecimiento es estolonífero y decumbente, ocurriendo lo contrario con la especie nativa que se caracteriza por un crecimiento erecto.



**Figura 13. Volumen radicular (medias  $\pm$  EE) de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

El crecimiento de raíces de las pasturas mejoradas con el sistema de siembra directa fue mayor que el obtenido con el sistema de siembra de transplante y este a su vez, mejor que la respuesta de la pastura nativa sembrada de forma directa. Estos resultados se deben al menor número de macollas por área, lo que permitió que las plantas tuvieran más espacio para desarrollar un mejor sistema radicular, expresado en el incremento de profundidad de raíces y volumen radicular de las pasturas.



### 3.3.2 Medición del crecimiento de la leguminosa *Cratylia argentea* en dos sistemas de siembra

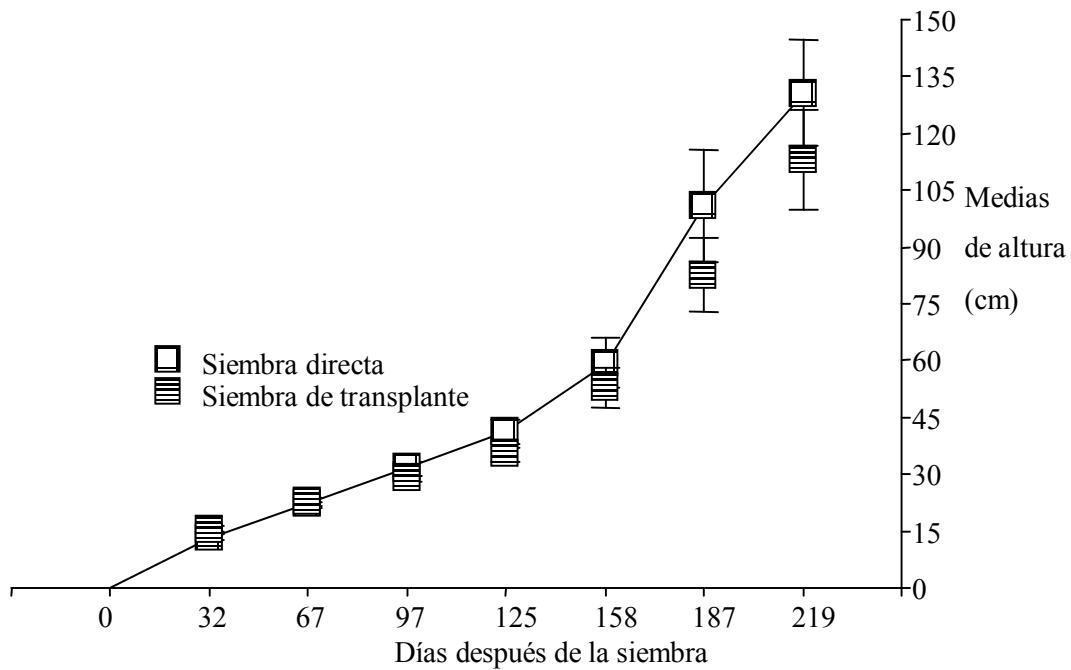
#### 3.3.2.1 Altura

Se comparó el sistema de siembra transplante y el sistema de siembra directa en *C. argentea* a través de las variables altura de la planta, número de ramas por planta, diámetro del tallo, producción de biomasa, profundidad de raíces y contenido de humedad en el suelo.

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza, para la variable altura, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,0621$ ), ni para la interacción entre días por tratamiento ( $p = 0,6284$ ). Sin embargo se encontró diferencia significativa entre días ( $p = 0,0001$ ), obteniéndose en los primeros 32 días, una mayor altura en las plantas establecidas a través del sistema de transplante. En los días subsiguientes el comportamiento de la variable altura para ambos sistemas de siembra fue estadísticamente igual. No obstante, a los 187 y 219 días, a pesar que las diferencias en altura de la plantas es mayor entre los dos sistemas de siembra, no hubo diferencias significativas entre ellos; posiblemente este comportamiento se debe a la mayor variabilidad de los datos en estas fechas de muestreo (Figura 14). Es importante destacar el crecimiento de *Cratylia* en ambos sistemas de siembra, a los 187 y 219 días después de haberse establecido, debido a que corresponde a los meses de enero y febrero que en la zona son considerados como meses de sequía (Morales 2003), lo que sugiere la resistencia de *C. argentea* a las condiciones climáticas desfavorables de la subcuenca del río Jucuapa, en términos de déficit hídrico.

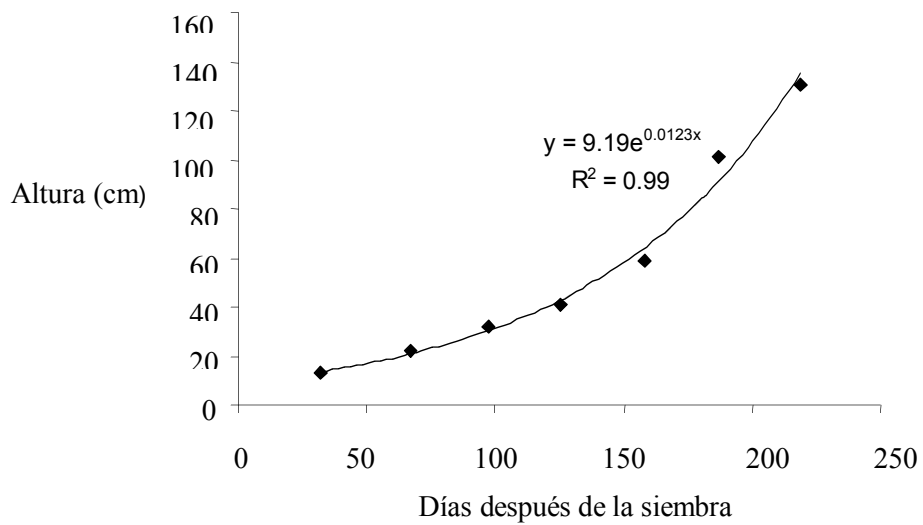
Así mismo, durante los tres primeros meses el crecimiento es lento y después presenta un crecimiento exponencial; este comportamiento se dio en los dos sistemas de siembra (Figura 15). Este comportamiento del crecimiento de *C. argentea* concuerda con lo reportado por Xavier *et al.* (1995), quienes mencionan que el crecimiento de esta planta es lento al inicio, en comparación con otras leguminosas herbáceas y arbustivas de ciclo corto.

La altura promedio de *C. argentea* a los 219 días después de haber establecido el ensayo fue de 131 cm, siendo este valor diferente a los obtenidos por Enríquez *et al.* (2003) de 153 cm y Hernández *et al.* (2003) de 147 cm, a los 210 días después de la siembra. Esta diferencia se atribuye principalmente al efecto de corte de uniformización que se dio a la leguminosa en las investigaciones de Enríquez *et al.* y Hernández *et al.* antes mencionados, a los cuatro meses de haberse establecido los ensayos con respecto a la presente, que no se realizó ningún corte sino hasta los 219 días. Esta decisión se tomó con base en la experiencia obtenida por Argel y Lascano (1998), quienes encontraron mejores respuestas de *C. argentea* cuando se comenzó a utilizar a los 6 y 8 meses de edad.

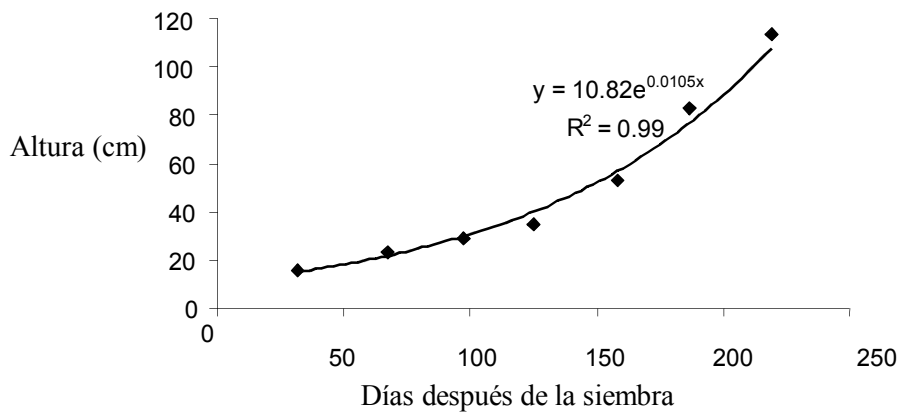


**Figura 14. Crecimiento acumulado de *Cratylia argentea* (medias  $\pm$  EE) en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

En ambos métodos de siembra (directa y transplante) de *C. argentea* hubo una regresión logarítmica significativa entre la edad y la altura de la planta ( $p < 0,0001$ ) ( $R^2 = 0,99$ ), (Figuras 15 y 16). Estos resultados coinciden con Rincón (2005) quien encontró alta correlación entre altura y edad de la planta, para las siembras mecanizadas y manual, respectivamente, en un estudio realizado en Colombia. Estos resultados sugieren que para futuros estudios no es necesario evaluar directamente en el campo la altura de las plantas de *C. argentea*, ya que se pueden estimar a partir de los modelos estadísticos obtenidos.



**Figura 15. Relación entre altura y edad de las plantas de *Cratylia argentea* en el sistema de siembra directa en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**



**Figura 16. Relación entre altura y edad de las plantas de *Cratylia argentea* en el sistema de siembra de transplante en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

### 3.3.2.2 Número de ramas, diámetro de tallos y profundidad de raíces

Se realizó un análisis de varianza para las variables de crecimiento número de ramas y diámetro de tallo en ambos sistemas de siembra (Cuadro 8), sin embargo no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos ( $p = 0,2377$ ), ( $p = 0,6933$ ), respectivamente. Posiblemente la semejanza de estos resultados se deba a que las parcelas en donde estaba ubicada la leguminosa tenía similares condiciones de humedad a diferentes profundidades (Cuadro 8).

El promedio de número de ramas obtenido en el presente estudio (2,60), fue menor al encontrado por Enríquez *et al.* (2003) de 8,20 ramas por plantas, en México, donde las condiciones edafoclimáticas que predominan son precipitaciones promedios de 1000 mm y tipo de suelos ácido con subsuelos arcillosos muy pobre en nutrientes (acrisol ortico), siendo estas condiciones muy similares a la subcuenca del río Jucuapa. La razón por la cual se encontraron resultados diferentes entre ambos estudios se debe posiblemente a la diferencia de edades, ya que Enríquez *et al.* obtuvieron este resultado a los 17 meses post siembra y en el presente estudio el resultado fue obtenido a los 7 meses después de la siembra. Estos mismos autores mencionan que el número de ramas puede ser una característica importante para la supervivencia de la misma, ya que el rendimiento y el crecimiento de la misma no depende de una sola rama, sino del número total de ramas por planta.

Las diferencias de edades de *C. argentea* en ambos estudios posiblemente sea un factor que este influyendo para que el valor promedio de diámetro de tallo (0,93 mm) obtenido en este estudio también sea menor que el reportado por Enríquez *et al.* (2003) de 1,5 mm; ambos valores obtenidos con una densidad de 20.000 plantas/ha. Cabe señalar que el engrosamiento del tallo es mayor conforme disminuye la densidad de plantas, por lo que la densidad de 20.000 plantas/ha son recomendables para mantener la flexibilidad de las plantas y evitar daños ocasionado por el pastoreo de animales o bien para facilitar el corte (Enríquez *et al.* 2003).

Una de las características que hacen que esta especie sea capaz de resistir épocas de sequía prolongadas es la profundidad de raíces; esta variable no mostró diferencias estadísticas ( $p = 0,4973$ ) en los dos sistemas de siembra utilizados. En la zona de estudio, esta característica fue destacable ya que se obtuvieron profundidades medias entre 58 y 54 cm, a los ocho meses de edad. Estos resultados son similares a los obtenidos por Pizarro *et al.* (1995) quienes reportan desarrollo de raíces vigorosas de 1,30 a 1,80 m de longitud aún en condiciones extremas de suelos pobres y ácidos como los de Planaltina en Brasil, en un periodo de cuatro años y medio.

**Cuadro 8. Comportamiento de variables de crecimiento de *Cratylia argentea* (medias  $\pm$  EE) en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Variable	Tratamientos evaluados de <i>Cratylia argentea</i>	
	Siembra directa	Siembra de transplante
Diámetro de tallo (mm)		
187 días *	0,77 $\pm$ 0,07a	0,70 $\pm$ 0,05a
219 días	0,93 $\pm$ 0,08a	0,84 $\pm$ 0,06a
Número de ramas		
187 días	1,39 $\pm$ 0,06a	1,41 $\pm$ 0,04a
219 días	2,59 $\pm$ 0,30a	2,43 $\pm$ 0,21a
Profundidad de raíces (cm)	58,44 $\pm$ 3,62a	54,22 $\pm$ 4,39a

\*corresponde al número de días después de realizada la siembra en el lugar definitivo. Letras iguales en la misma fila indican que no hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ).

### 3.3.2.3 Producción de biomasa

La producción de biomasa de *C. argentea* obtenida en el sistema de directa y por transplante corresponde a 1894 kgMS/ha y 1350 kgMS/ha, respectivamente. De manera que se obtuvo 500 kgMS/ha más a través del sistema de siembra directa, sin embargo en el ANOVA realizado no mostró diferencias estadísticas significativas entre los dos sistemas de siembra para esta variable ( $p = 0,2603$ ). Entonces esta variabilidad de rendimiento se debe a que el experimento fue establecido en un potrero en donde posiblemente existieron micro sitios de suelo con diferentes características de suelo que permitieran las diferencias en los rendimientos obtenidos. Tampoco hubo diferencias estadísticas ( $p = 0,4973$ ), en la profundidad alcanzada por las raíces de las plantas de *C. argentea* en ambos sistemas de siembra (Cuadro 8), lo que podría explicar parcialmente esos resultados.

Enríquez *et al.* (2003), en un estudio realizado en Veracruz, México, informan rendimientos de *C. argentea* de 5419 kg/ha a los 17 meses después de haberse sembrado; este valor difiere de los 1350 kg/ha rendimiento obtenido en este estudio a los ocho meses de edad de las plantas y de los cuales, los últimos cuatro meses corresponden a los meses de sequía. Esta diferencia ocurre posiblemente a las distintas edades de *C. argentea*, en ambos estudios y a la diferencia en las condiciones ecológicas y de manejo en ambos casos.

De acuerdo al rendimiento del conjunto de las 15 plantas, a los ocho meses de edad se obtuvo un peso promedio de 100 g MS/planta; de forma similar, Argel *et al.* (2001) en Atenas, Costa Rica obtuvieron 100 g MS/planta en plantas menores de un año. Las condiciones climáticas de ambas zonas de estudio se caracterizan por tener hasta seis meses de sequía, lo cual probablemente influye en que los datos sean similares.

A los ocho meses de haber realizado la siembra de *C. argentea* se evaluó el número de plantas perdidas en cada uno de los sistemas de siembra, obteniéndose un porcentaje de sobrevivencia en el siembra transplante de 97% y en el sistema de siembra directo un 93%; estos resultados sugieren que por ambos sistemas de siembra es factible obtener buenas densidades de plantas, aunque siempre existe mayor posibilidades de tener densidades de siembra más homogéneas en la siembra por transplante.

#### **3.3.2.4 Contenido de humedad del suelo**

Las condiciones de humedad de suelo de *C. argentea* en el sistema de siembra directa y por transplante en la profundidad 1 correspondieron a, 29,3% y 28,7%, respectivamente; y en la profundidad 2 fueron de 32,8% y 29,8%, respectivamente. Las cuales no mostraron diferencias estadísticas ( $p = 0,1337$ ).

#### **3.3.3 Medición de consumo y producción de leche de vacas de doble propósito**

El impacto del uso de los forrajes fue evaluado a través de las variables de consumo y el efecto en la producción de leche en el mes de abril del 2005. Con respecto a la primera variable, se realizó un ANOVA a partir del cual se obtuvo que existen diferencias significativas ( $p = 0,0001$ ) en el consumo de las dietas en base seca, siendo más consumida por los animales la dieta cuyo suplemento fue en base a *P. purpureum*, en comparación con las dietas que estaban siendo suplementada con *C. argentea*, dada en forma fresca y de ensilaje (Cuadro 9).

Este comportamiento se debió a que la dieta cuyo suplemento fue solo *P. purpureum*, tenía como dieta base *H. rufa*; de acuerdo a esta investigación los rendimientos de esta pastura son significativamente menores que los pastos brachiarias, por lo que los animales suplían sus deficiencias alimenticias con el suplemento de *P. purpureum*. De forma contraria ocurrió con el consumo del suplemento de *C. argentea* más *P. purpureum* cuando la dieta base fue de *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha*, debido a que el consumo del suplemento de *P. purpureum* disminuyó considerablemente.

Cuando se realizó una análisis de consumo de forraje en base seca, estratificado para cada unos de los elementos que se estaban suplementando, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas ( $p = 0,0001$ ) siendo el consumo de *P. purpureum* mayor en la dieta 3, que el consumo de este pasto en las dietas 1 y 2 que corresponden a las dietas que se suplementaron con *C. argentea* (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Consumo de los forrajes evaluados (medias  $\pm$  EE) en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Suplemento	Consumo del suplemento	
	kg/FV/día	kg/MS/día
23% ensilaje de <i>C. argentea</i> + 77% <i>P. purpureum</i>	6,76 $\pm$ 0,65c	2,44 $\pm$ 0,53b
23% fresco de <i>C. argentea</i> + 77% <i>P. purpureum</i>	8,43 $\pm$ 0,60b	3,09 $\pm$ 0,50a
100% <i>P. purpureum</i>	10,02 $\pm$ 0,37a	3,02 $\pm$ 1,19a

1 y 2: Dieta base brachiarias; 3: Dieta base: *H. rufa*.

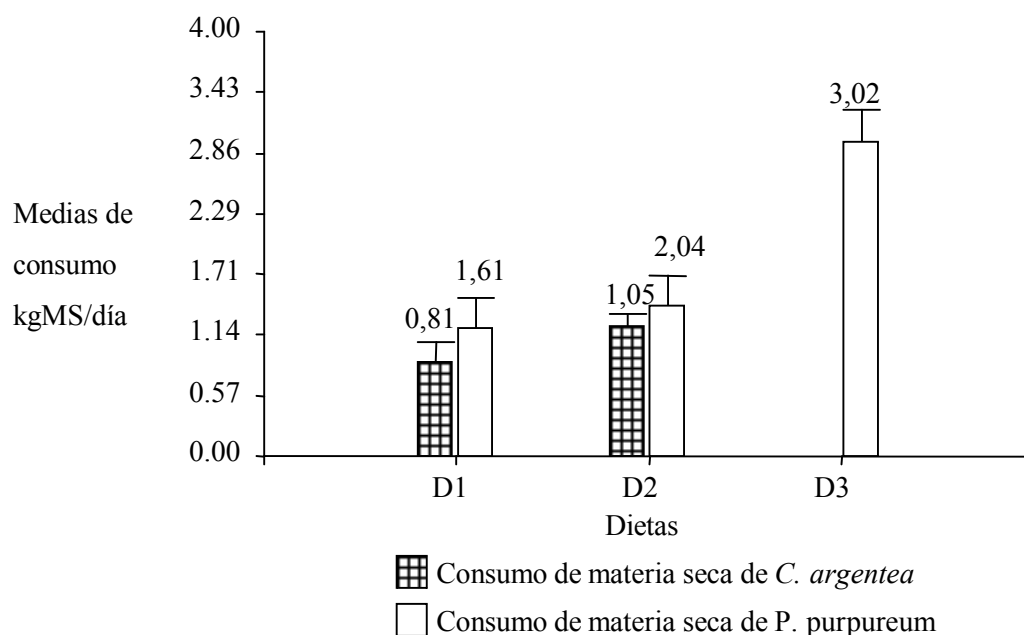
Cuando se compara el consumo de *C. argentea* suministrada en forma de ensilaje (0,83 kg/MS/día) y fresca (1,05 kg/MS/día) (Cuadro 10) el consumo varía significativamente, debido a que los animales tuvieron un mayor consumo de *C. argentea* dada como forraje fresco. Valores menores de consumo de materia seca de *C. argentea* de 0,73, 0,67 y 0,69 kg/día en diferentes periodos, fueron encontrados por Franco (1997), en un estudio realizado en Costa Rica. La diferencia de consumo en ambos estudios se podría deber al diámetro que tenía la cratylia al momento de ser suplementada; Peña *et al.* (*s.f.*) mencionan que la reducción del tamaño de las partículas en los forrajes mejora el consumo voluntario.

**Cuadro 10. Consumo (%) del suplemento de forrajes estratificado por especies evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Dietas	Ofrecido		Consumo		Consumo	
	KgMS/vaca/día		kgMS/vaca/día		%	
	<i>C. argentea</i>	<i>P. purpureum</i>	<i>C. argentea</i>	<i>P. purpureum</i>	<i>C. argentea</i>	<i>P. purpureum</i>
D1	1,14 $\pm$ 0,28	3,24 $\pm$ 0,98	0,83 $\pm$ 0,32	1,61 $\pm$ 0,73	73	50
D2	1,10 $\pm$ 0,23	3,42 $\pm$ 1,09	1,05 $\pm$ 0,22	2,04 $\pm$ 0,79	95	60
D3		3,51 $\pm$ 1,07		3,02 $\pm$ 1,19		86

La suplementación con *C. argentea* y *P. purpureum* pueden ser un factor positivo, debido a que se ejerce menos presión sobre los forrajes establecidos y entonces se puede llegar a producir de forma sustentable y con menos riesgos, ya que el trípode de opciones se complementan entre ellos y permite no depender en épocas críticas de una sola fuente de forraje (monocultivo).

En la dieta 3 el consumo del suplemento de *P. purpureum* fue mayor que en las dietas 1 y 2, (Figura 17) posiblemente porque en la primera dieta, se utilizó una dieta basal de baja calidad, ocasionando que los animales suplieran sus necesidades nutricionales con este suplemento. En cambios en las dietas 1 y 2 el consumo de esta gramínea disminuyó considerablemente, posiblemente este cambio se deba a que en estas dietas se utilizó *C. argentea* como suplemento la que a su vez haya permitido un incremento del dieta basal (pasturas mejoradas) y una disminución del consumo de *P. purpureum* en el suplemento. Este efecto de *C. argentea* sobre el incremento del consumo de la dieta basal, es reportado por Franco (1997), quien encontró que el consumo de la dieta basal de *H. rufa* fue incrementada al utilizar como suplemento *C. argentea* más melaza; este efecto se debe posiblemente a la capacidad de esta leguminosa de proveer nutrientes como N-NH<sub>3</sub> y azufre para las bacterias ruminales lo que permite aumentar el consumo de la dieta basal (Franco 1997).

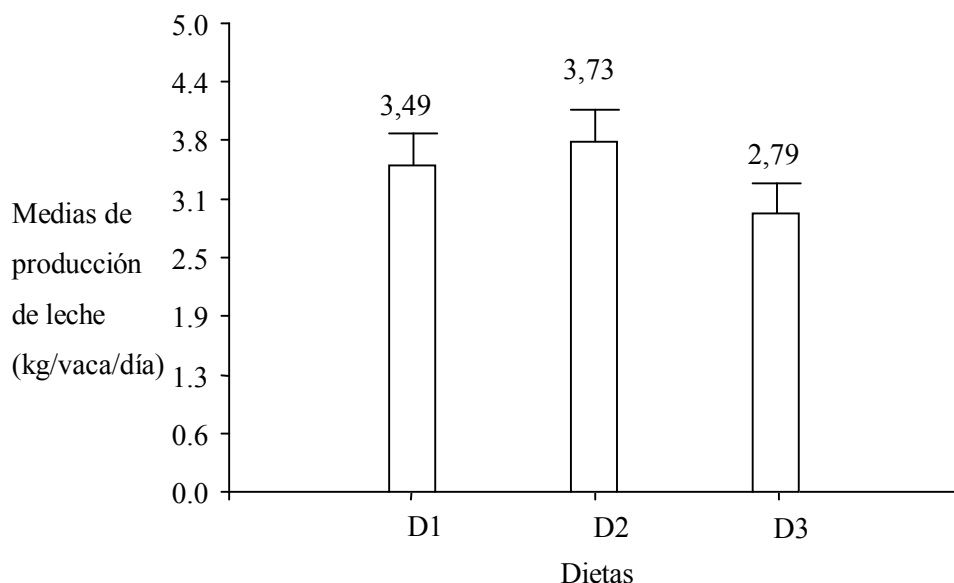


**Figura 17. Promedios de consumo de materia seca (medias  $\pm$  EE), discriminada por especie de forraje para cada una de las dietas evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Con respecto al efecto de las dietas en la producción de leche de las vacas, se obtuvo un comportamiento inversamente proporcional al consumo del suplemento, y se lograron obtener diferencias estadísticamente significativas ( $p = 0,0009$ ) para los promedios de producción de leche al utilizar el suplemento de *C. argentea* de forma fresca más *P. purpureum* (3,73 kg/vaca/día) y *C. argentea* de forma ensilada más *P. purpureum* (3,49 kg/vaca/día), utilizando en ambos casos pasturas



mejoradas (*B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha*) como dieta base; en comparación con los resultados obtenidos de la suplementación de *P. purpureum* solo y la dieta base de *H. rufa* (2,79 kg/vaca/día) (Figura 18).



**Figura 18. Rendimiento de leche (medias  $\pm$  EE) obtenidos a partir de las dietas evaluadas**

Efectos similares en el incremento de producción de leche al utilizar *C. argentea* como suplemento son reportados por Lascano *et al.* (2001), en Colombia, quienes encontraron diferencias significativas entre la producción obtenida de solo pastoreo en *B. decumbens* (6,1 kg/vaca/día) en comparación con la suplementación de *C. argentea* de las pastura antes mencionada (7,56 kg/vaca/día). En Costa Rica Franco (1997) encontró que al suplementar una dieta basal de baja calidad (*H. rufa*) con la suplementación de *C. argentea* y melaza los promedios producción incrementaron en relación a los obtenidos al utilizar melaza y la misma dieta basal.

El incremento en los niveles de producción al utilizar *C. argentea* tiene mucha relevancia sobre el nivel de ingresos de los productores ganaderos de la subcuenca del río Jucuapa, ya que los ingresos de ellos disminuyen en la época de sequía por efecto de la bajos rendimiento de producción láctea, por lo tanto la inclusión de esta leguminosa en la subcuenca, además de mejorar la respuesta animal sería una estrategia de comercialización de leche durante épocas críticas por parte de los productores ganaderos hacia el departamento de Matagalpa. Cabe señalar que a través del proyecto GEF/Silvopastoril y FONDEAGRO se esta fomentado en este departamento los bancos de forraje de *C. argentea*, donde hasta la fecha hay más de 100 productores ganaderos que han incorporado en sus sistemas de producción bancos de forrajes de *C. argentea*.

Al utilizar el suplemento de *C. argentea* en las dietas uno y dos se obtuvieron contenidos muy similares de proteína en la leche con respecto a la dieta tres (Cuadro 11), tendencias similares han sido reportadas por investigadores que han trabajado con *C. argentea* (Franco 1997). Esta tendencia se puede deber a que el incremento de los niveles de proteína cruda de la dieta sobre los estándares normales tienen efectos inconsistentes sobre la composición de la leche (Reyes 2006).

**Cuadro 11. Contenido de proteína en la leche obtenida a partir de las dietas evaluadas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Suplementos	Proteína en leche (%)
23% ensilaje de <i>C. argentea</i> + 77% <i>P. purpureum</i> <sup>1</sup>	2,87
23% fresco de <i>C. argentea</i> + 77% <i>P. purpureum</i> <sup>2</sup>	3,39
100% <i>P. purpureum</i> <sup>3</sup>	3,20

1 y 2: Dieta base brachiarias; 3: Dieta base: *H. rufa*.

### 3.4. Conclusiones y recomendaciones

#### 3.4.1 Conclusiones

Las pasturas mejoradas con el sistema de siembra por transplante, presentaron mejor cobertura del suelo y mayor número de macollas con respecto al establecimiento directo de estas mismas pasturas y la pastura nativa.

Así mismo los rendimientos de materia seca de las pasturas mejoradas fueron significativamente superiores a la pastura nativa.

Estas conclusiones nos permiten rechazar la primera hipótesis y concluir que se obtuvieron mejores resultados en el crecimiento de las pasturas mejoradas a través de sistema de siembra por transplante.

Cratylia no mostró cambios de crecimiento significativos al ser establecida en los sistemas de siembra directa y por transplante, de manera que se acepta la primera hipótesis de este estudio.

El consumo de los suplementos por los animales fue significativamente diferente, siendo más consumido el suplemento de taiwan en la dieta 3, en comparación con el suplemento de cratylia en la dieta 1 y 2.

Se obtuvo mayor producción de leche al suplementar con cratylia y taiwán que al hacerlo solamente con taiwán.

Estas conclusiones nos permiten rechazar la segunda hipótesis y concluir que al comparar la suplementación de cratylia más taiwán con la suplementación solo de taiwán existe diferencia en las variables de consumo y producción de leche.

### 3.4.2 Recomendaciones

Promover el uso de pasturas mejoradas con el sistema de siembra por transplante en la subcuenca, debido a que tiene un impacto positivo en la protección del suelo y la producción del hato ganadero.

Así mismo fomentar el uso de cratylia por cualquiera de los sistemas de siembra, debido a que mostró que resiste sequía prolongada de hasta seis meses.

Estos resultados son válidos para la parte media de la subcuenca ubicada entre 700 y 1000 msnm, por lo que sería importante ver el comportamiento las tecnologías en otras altitudes de la subcuenca.

### 3.5 Literatura citada

- Alvarado, A; Arriojas, L; Chacon, E; Rodríguez, S; Chacin, F. 1990. Estudios sobre henificación de pasto barrera (*Brachiaria decumbens* Staff) en condiciones de sabanas del piedemonte Barines. Producción y valor nutritivo de la materia seca. *Zootecnia tropical* 8 (1 y 2): 17-36.
- Alegre, J; Meza, A; Arévalo, L. 2000. Establecimiento de barbechos con leguminosas. *Agroforesteria en las Américas* 7 (27): 31-36.
- Argel, P; González, J; Lobo, M, Acuna, V; Jiménez, C. 2001. Cultivar Veraniega (*Cratylia argentea* (Desv. O Kuntze). Una leguminosa arbustiva para la ganadería de América Latina Tropical. Boletín técnico. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG). 26 p.
- \_\_\_\_\_, P; Lascano, C. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas húmedas tropicales. *Pasturas Tropicales* 20 (1): 37-43.
- Cuadrado, H; Torregroza, I; Jiménez, N. 2000. Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *brachiaria*. Consultado 13 ago. 2006. Disponible [http://www.turipana.org.co/compara\\_pastoreo.htm](http://www.turipana.org.co/compara_pastoreo.htm)
- Dean, D; Clavero, T. 1992. Características de crecimiento del pasto elefante enano (*Pennisetum purpureum* cv Mott). *Revista de agronomía (LUZ)* 9: 25-34.

- Enríquez, J; Hernández, A; Pérez, J; Quero, A; Moreno, G. 2003. Densidad de siembra y frecuencia de corte en el rendimiento de *Cratylia Argentea* (Desvaux) O. Kuntze en el sur de Veracruz. Técnico Pecuario de México 41 (1): 75-84.
- Franco, M. 1997. Evaluación de la calidad nutricional de *Cratylia argentea* como suplemento en el sistema de producción doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 74 p.
- Fujisaka, F; Peters, M; Schmidt, A; White, D; Burgos, C; Ordoñez, J; Mena, M; Posas, M; Cruz, H; Davis, C; Hincapié, B. (2003). Estrategias para minimizar la escasez de forrajes en zonas con sequías prolongadas en Honduras y Nicaragua. Pasturas Tropicales 27 (2): 73-92.
- Harvey, C; Ibrahim, M. 2003. Diseño y manejo de la cobertura arbórea en fincas ganaderas para mejorar las funciones productivas y brindar servicios ecológicos. Agroforestería en las Américas 10 (39-40): 4-5.
- Hernández, M; Urbina F. 2003. Producción de Biomasa de *Cratylia argentea* bajo diferentes densidades de siembra y frecuencia de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Nicaragua, UNA. 55 p.
- Lascano, C; Rincón, A; Plazas, C; Ávila, P; Bueno, G; Argel, P. 2002. Cultivar veranera (*Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze). Leguminosa arbustiva de usos múltiples para zonas con periodos prolongados de sequía en Colombia. Corporación Colombiana de investigación agropecuaria. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, CO. 28 p.
- \_\_\_\_\_, C; Toro, P; Ávila, P. 2001. Evaluación de sistemas de uso de *Cratylia argentea* para la producción de leche. In Holman, F; Lascano, C. Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. CIAT. ILRI. Cali, CO. 109 p.
- Morales, J. 2003. Metodología de planificación ambiental participativa para formular el Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC) de la subcuenca de la Subcuenca del Río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 221 p.
- Muñoz, D. 2003. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. Agroforestería en las Américas 10 (39-40): 61-68.
- Peña, S; Velásquez, E; Rojas, J; Olvera, F; Arias, A. *s.f.* Efecto del tamaño de partícula de la ración sobre la producción de leche y comportamiento alimenticio en ganado bovino lechero. Consultado 7 de oct. 2006. Disponible <http://www.congresocbta.unam.mx/PA04.htm>
- Pizarro, E; Carvalho, M; Ramos, A. 1995. Introducción y Evaluación de Leguminosas Forrajeras Arbustivas en el Cerrado Brasileño In Pizarro, E; Coradin, L. Potencial del género *cratylia* como leguminosa forrajera. Brasilia, Brasil. 117 p.

- Plaza, C. 2006. Experiencias en el establecimiento de *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis* cv. Mulato CIAT 36061 como alternativa para rehabilitar pasturas degradadas. *Pasturas Tropicales* 28 (1): s.p.
- Reyes, N. 2006. *Moringa oleifera* and *Cratylia argentea*: Potential Fodder Species for Ruminants in Nicaragua. Ph.D.Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. 50 p.
- Ríos, J. 2005. Comportamiento hidrológico de sistemas de producción ganadera convencional y silvopastoril en la zona de recarga hídrica de la subcuenca del Río Jabonal, cuenca del Río Barranca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 116 p.
- Rincón, A. 2005. Ceba de bovinos en pasturas de *Brachiaria decumbens* suplementados con cana de azúcar y *Cratylia argentea*. *Pasturas Tropicales* 27 (1): 2-12.
- Rodríguez, J; Aviles, L. 1997. Pastoreo intensivo y tradicional: su influencia sobre el sistema suelo-planta- animal en el sureste de México. *Producción animal* 5(1): 72-75.
- Rojas (2005). Secuestro de carbono y uso de agua en sistemas silvopastoriles con especies maderables nativas en el trópico seco de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 71 p.
- Sanabria, D; Farinas, J; Manrique, U; Flores, Z; Reina, Y. 1995. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en un paisaje de Mesa del estado de Bolívar, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 13(3): 63-67.
- Stadtmuller, T. 1994. Impacto hidrológico del Manejo forestal en bosques naturales tropicales: medidas para mitigarlo. CATIE, Turrialba CR. 62 p.
- Steel, R y Torrie, J. 1988. Bioestadística: Principios y procedimiento. Segunda edición. Juárez, Mex. 622 p.
- Schaller, M. 2001. Quantification and management of root interactions between fast-growing timber tree species and coffee in plantations en Central America. Ph.D. Thesis. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 112p.
- Urbina, L. 2003. Sistematización de las metodologías de ejecución en las instituciones, organizaciones y proyectos que inciden en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 196 p.
- Xavier, D; Carvalho, M. 1995. Avaliação Agronomica de *Cratylia argentea* na Zona de Mata de Minas Gerais. In Pizarro, E; Coradin, L. Potencial del género *cratylia* como leguminosa forrajera. Brasilia, BR. 117 p.

### 3.6 Anexos

#### Anexo 1. Formulario para el registro de datos de la variable número de tallos y número de macollas de las pasturas

Fecha de medición: \_\_\_\_\_

Bloque/ repetición/ tratamiento	Número de tallos/ macolla																No. de macolla	% de cobertura		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		1	2	3
B1R1T1																				
B1R1T2																				
B1R1T3																				
B1R1T4																				
B1R1T5																				
B2R1T1																				
B2R1T2																				
B2R1T3																				
B2R1T4																				
B2R1T5																				
B1R2T2																				
B1R2T3																				
...																				
B3R3T5																				

**Anexo 2. Formulario para el registro de datos de las variables profundidad de raíces, volumen radicular y producción de forraje de pasturas**

Fecha de recolección de datos:

Bloque/ repetición/ tratamiento	Profundidad de raíces (cm)		Volumen radicular (ml)		Peso de forraje verde (g)
	1	2	1	2	
B1R1T1					
B1R1T2					
B1R1T3					
B1R1T4					
B1R1T5					
B2R1T1					
B2R1T2					
B2R1T3					
B2R1T4					
B2R1T5					
B3R1T1					
B3R1T2					
B3R1T3					
B3R1T4					
B3R1T5					
B1R2T1					
B1R2T2					
B1R2T3					
B1R2T4					
...					
B3R3T5					

**Anexo 3. Formulario para el registro de datos de la variable altura de plantas de *C. argentea***

Fecha de recolección de datos: \_\_\_\_\_

Tratamiento/ bloque/ repetición	Altura de las plantas (cm)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B1 R1 T1															
B1 R1 T2															
B1 R2 T1															
B1 R2 T2															
B1 R3 T1															
B1 R3 T2															
B2 R1 T1															
B2 R1 T2															
B2 R2 T1															
B2 R2 T2															
B2 R3 T1															
B2 R3 T2															
B3 R1 T1															
B3 R1 T2															
B3 R2 T1															
B3 R2 T2															
B3 R3 T1															
B3 R3 T2															



**Anexo 4. Formulario para el registro de datos de las variables altura de la planta, diámetro del tallo y número de ramas de *C. argentea***

Fecha de recolección de datos: \_\_\_\_\_

Tratamiento/ bloque/ repetición	Variables de crecimiento	Número de plantas														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B1 R1 T1	altura															
	diámetro															
	no ramas															
B1 R1 T2	altura															
	diámetro															
	no ramas															
B1 R2 T1	altura															
	diámetro															
	no ramas															
B1 R2 T2	altura															
	diámetro															
	no ramas															
B1 R3 T1	altura															
	diámetro															
	no ramas															
B1 R3 T2	altura															
	diámetro															
	no ramas															
...	altura															
	diámetro															
	no ramas															
B3 R3 T2	altura															

**Anexo 5. Formulario para el registro de datos de las variables peso del forraje verde y profundidad de raíces de *C. argentea***

Fecha de recolección de datos: \_\_\_\_\_

Bloque/ tratamiento/repetición	Peso de forraje verde (g)	Profundidad de raíces (cm)	
		1	2
B1 R1 T1			
B1 R1 T2			
B1 R2 T1			
B1 R2 T2			
B1 R3 T1			
B1 R3 T2			
B2 R1 T1			
B2 R1 T2			
B2 R2 T1			
B2 R2 T2			
B2 R3 T1			
B2 R3 T2			
B3 R1 T1			
B3 R1 T2			
B3 R2 T1			
B3 R2 T2			
B3 R3 T1			
B3 R3 T2			

**Anexo 6. Formulario para el registro de datos de la variable consumo las dietas evaluadas**

Cuadrado 1

Dia	V1T1								V2T2								V3T3			
	Cratyliya				Taiwan				Cratyliya				Taiwan				Taiwan			
	O <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	C <sup>3</sup>	20% <sup>4</sup>	O	R	C	20%	O	R	C	20%	O	R	C	20%	O	R	C	20%
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				

Cuadrado 2

Dia	V4T2								V5T3				V6T1							
	Cratyliya				Taiwan				Taiwan				Cratyliya				Taiwan			
	O	R	C	20%	O	R	C	20%	O	R	C	20%	O	R	C	20%	O	R	C	20%
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				

Cuadrado 3

Dia	V7T3				V8T2								V9T1							
	Taiwan				Cratyliya				Taiwan				Cratyliya				Taiwan			
	O	R	C	20%	O	R	C	20%	O	R	C	20%	O	R	C	20%	O	R	C	20%
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				

<sup>1</sup> O=forraje ofrecido

<sup>2</sup> R= forraje rechazado

<sup>3</sup> C= forraje consumido

<sup>4</sup> 20%= porcentaje de forraje incrementado con respecto al consumo del día anterior

**Anexo 7. Formulario para el registro de datos de la variable rendimiento de leche según las dietas evaluadas**

Fecha de recolección de datos: \_\_\_\_\_

Cuadrado/Vaca/ Tratamiento/ Periodo		Periodo I					Periodo II					Periodo III						
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
<b>C 1<sup>1</sup></b>	V1 <sup>2</sup> T1 <sup>3</sup>						V1T3						V1T2					
	V2T2						V2T1						V2T3					
	V3T3						V3T2						V3T1					
<b>C 2</b>	V4T2						V4T3						V4T1					
	V5T3						V5T1						V5T2					
	V6T1						V6T2						V6T3					
<b>C 3</b>	V7T3						V7T1						V7T2					
	V8T2						V8T3						V8T1					
	V9T1						V9T2						V9T3					

<sup>1</sup>C= cuadrado, <sup>2</sup>V= vaca, <sup>3</sup>T= tratamiento

**Anexo 8. Comportamiento fisiológico de pasturas en la comunidad de Jucuapa Centro, de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Especies/ mediciones	Variables			
	Número de macollas		Número de tallos	
	Siembra directa	Siembra transplante	Siembra directa	Siembra transplante
<i>H. rufa</i>				
1ra	3,11±0,78		14,85±2,88	
2da	3,56±0,68		19,44±3,53	
3ra	4,11±1,22		39,50±3,57	
4ta	3,44±0,78		40,26±6,69	
5ta	4,11±1,09		61,34±2,17	
<i>B. brizantha</i>				
1ra	4,78±1,06	13,44±0,48	22,73±5,76	14,51±2,01
2da	6,11±1,56	14,44±0,59	23,34±3,99	15,34±0,81
3ra	5,33±1,02	15,11±0,40	47,37±12,99	26,48±1,81
4ta	5,22±1,18	16,00±0,19	46,01±14,81	24,75± 3,35
5ta	4,89±1,44	15,78±0,40	47,96±12,87	27,51± 1,45
<i>B. brizantha x B. ruziziensis</i>				
1ra	3,44±0,29	11,00±1,07	31,16±4,13	16,12±0,63
2da	4,22±0,48	12,33±1,15	38,10±3,79	19,29±1,61
3ra	3,56±0,40	12,44±1,39	75,72±7,91	32,82±1,82
4ta	3,67±0,67	14,00±1,45	66,25±5,91	26,70±0,23
5ta	3,44±0,22	12,67±1,20	81,10±15,37	31,96±1,69

## 4. ARTÍCULO 2

**Payán, A. 2006.** Evaluación participativa de tecnologías forrajeras novedosas y su posible impacto en los recursos naturales de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua.

### Resumen

Se evaluaron de forma participativa con productores ganaderos y funcionarios de las instituciones el efecto de los forrajes mejorados en los sistemas de siembra directa y por transplante durante el periodo seco y lluvioso, utilizando las metodologías de parcelas de difusión, días de campo, entrevistas y un taller participativo. Ambos tipos de actores coinciden, en que a través del sistema de siembra por transplante se obtienen mejores resultados de los forrajes, en relación a aspectos de producción y conservación, ellos consideran que este último aspecto puede contribuir a largo plazo al mejoramiento del paisaje de la subcuenca durante la época crítica. Los productores ganaderos mostraron un gran interés en continuar con el establecimiento de *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis* y *Brachiaria brizantha* y un menor interés con el establecimiento de *Cratylia argentea*. Por ello, es necesario realizar acciones conjuntas entre áreas de investigación y extensión que faciliten a los productores información para la difusión de esta leguminosa. Así mismo, brindar ayuda económica para facilitar el proceso de adopción de ambos forrajes.

**Palabras clave:** *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha*, *Cratylia argentea*, forrajes mejorados, metodología participativa, recursos naturales.

**Payán, A. 2006.** Participative evaluation of novel forage technologies and their possible impact on the natural resources in the Jucuapa river subwatershed, Matagalpa, Nicaragua.

#### Abstract

This study evaluated, using a participative form with farmers and institutional officials, the effect of improved forages in direct and transplant planting systems during the dry and rainy seasons using diffusion plot methodology, field days, interviews and a participative workshop. Both types of actors coincide in that using the transplant planting system they obtained better results for forages in aspects related to production and conservation. They believe that conservation could contribute in the long-term to improving the landscape in the subwatershed during the critical period. The farmers were highly interested in continuing with the establishment of *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziencis* and *Brachiaria brizantha* and were less interested in establishing *Cratylia argentea*. Therefore, it is necessary to take actions jointly between research and extension areas which provide information to the farmers for diffusing this legume and to offer economic help to facilitate the adoption process of both forage species.

**Key words:** *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziencis*, *Brachiaria brizantha*, *Cratylia argentea*, improved forages, participative methodology, natural resources.

#### 4.1 Introducción

El 30,4 % de las fincas de los productores de la subcuenca del río Jucuapa, en Nicaragua limitan con fuentes de agua para consumo humano; ellos combinan el uso de sus tierras con granos básicos, café y pasturas (Baltodano 2005) y se les llama sistemas mixtos (Haan *et al.* 1997). Este tipo de sistema cerrado ofrece incentivos positivos que compensan los efectos ambientales negativos, demandando menos productos externos y ofreciendo más beneficio a la base de los recursos naturales. El reto está en identificar tecnologías que permitan la sostenibilidad y reducir la degradación.

Ante esta circunstancia, tecnologías como forrajes mejorados que tengan características potenciales para adaptarse a la zona agroclimática de la subcuenca, representan una alternativa para fortalecer este tipo de sistema de producción y responder a la poca difusión e implantación de sistemas agrosilvopastoriles que se da a pesar que la subcuenca de es vocación forestal y ganadera (Mendoza 2005). Algunas de las ventajas de los sistemas agrosilvopastoriles son explicadas por Rojas (2005) quien indica que las pasturas mejoradas asociadas con árboles almacenan más carbono que las pasturas naturales asociadas con los mismos árboles. Ríos (2005) reporta que las pasturas mejoradas asociadas con árboles tienen mayor capacidad de infiltración de agua y por ende menores niveles de escorrentía que las pasturas naturales asociadas con los mismos árboles. Los forrajes mejorados son una opción viable para disminuir gases de efecto invernadero (metano), debido a que animales alimentados con forraje de alta calidad reducen la producción de metano de un 18 a un 7% y en la mayoría de los casos los productores que integran forrajes mejorados es sus sistemas de producción pueden incrementar sus ingresos por el mejoramiento de la respuesta animal (Montenegro *et al.* 2000).

En la subcuenca del río Jucuapa existe un antecedente positivo de adopción de tecnologías de OCSA principalmente, el cual está representado por un 57% (Mendoza 2005). Una alternativa para acelerar la adopción de leguminosas y gramíneas por parte de los productores es demostrar sus ventajas mediante pruebas en fincas (Lascano *et al.* 1997), a través de metodologías participativas que permitan retroinformar a la investigación a través del análisis que hacen los productores cuando opinan frente a tecnologías en prueba (Ashby 1997). El objetivo de este estudio fue evaluar forrajes mejorados en un marco de investigación-acción donde se busca obtener la percepción de los productores ganaderos y técnicos sobre el comportamiento de estas especies y sus potencialidades de adopción como parte de la innovación tecnológica en sus sistemas de producción.



## 4.2 Metodología

### 4.2.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en la subcuenca del río de Jucuapa, tributario del río Grande de Matagalpa, en el departamento de Matagalpa, Nicaragua (Figura 19). La subcuenca limita al Norte con el municipio de Matagalpa, al Sur con el municipio de Matagalpa y Sébaco, al Este con el municipio de Sébaco y al Oeste con el municipio de Matagalpa y San Ramón. Geográficamente está comprendida entre las coordenadas  $86^{\circ}02'30''$  y  $85^{\circ}53'38''$  de Longitud Oeste y  $12^{\circ}50'06''$  y  $12^{\circ}53'35''$  de Latitud Norte. Tiene una superficie de  $40,6 \text{ km}^2$ .



**Figura 19. Localización de la subcuenca del río Jucuapa en Matagalpa, Nicaragua**

Fuente: Morales (2003).

## **4.2.2 Descripción del área de estudio**

### **4.2.2.1 Aspectos biofísicos**

Los principales aspectos biofísicos que caracterizan a la subcuenca en donde se llevo a cabo el estudio son: rangos de alturas entre los 500 y 1400 msnm, pendientes del 15 al 30%, temperaturas medias desde 22 °C a 26 °C. La precipitación media es de 1164 mm, sin embargo en la parte media y en la totalidad de la parte baja de la subcuenca, ocurren precipitaciones menores de 800 mm anuales. Los tipos de suelo que se observan con mayor frecuencia son los de la clase entisoles. La subcuenca presenta una forma de patrón de drenaje dentrítica con corrientes de cuarto orden (Morales 2003).

Existen dos períodos bien definidos de la distribución anual de las lluvias, cada uno con una duración teórica de seis meses; el lluvioso que se extiende de mayo a octubre y en el cual ocurre el 85,6% de la precipitación y el periodo seco que va de noviembre a abril, y en el cual ocurre el 14,4% de la precipitación (Morales 2003). El período lluvioso presenta un patrón bimodal de precipitación, es decir se presentan dos máximos, que generalmente ocurren en los meses de junio y septiembre, separados por un fuerte descenso de las lluvias (por debajo de la evapotranspiración media), que ocasiona un marcado déficit hídrico en los suelos. Este descenso es conocido como período canicular (Morales 2003).

La distribución de los tipos de fuentes de agua en la subcuenca son principalmente pozos naturales (43,5%), mini acueductos (30,4%) y pozos mejorados. Las fuentes con menor protección y por tanto, mayormente vulnerables, se concentran en la parte baja de la subcuenca, incluyendo aquí el río Jucuapa.

En la parte media, se concentran fuentes sin protección y con cultivos, llegando a ser esta una de las razones por la cuales el nivel freático de las fuentes este disminuyendo. En la parte alta, las fuentes se encuentran protegidas en su mayoría y en algunos casos están rodeadas con cultivos (Baltodano 2005). De acuerdo a la distribución del uso actual de la subcuenca, el 26% del área esta ocupada por pastos y malezas, el 11% corresponde a pasto natural y el 20% es de cultivos anuales y pasto; el resto se distribuye entre: café sin sombra y con sombra (22%), huertos y cultivos anuales (21%) (Morales 2003).

### **4.2.2.2 Aspectos socioeconómicos**

La población es de 3700 habitantes, de la cual, el 83,5% se encuentra concentrada en la parte media de la subcuenca (Morales 2003). Las potencialidades se enmarcan en la diversificación de la

producción agropecuaria. El capital social se ve fortalecido a través de una buena base organizacional para la producción, lo que se ve reflejado en las cooperativas presentes en la subcuenca. Así mismo, esta área cuenta con un comité gestor de cuencas, un plan rector para la producción y conservación, estudios de riesgos a desastres naturales, estudios de calidad de agua, caracterización y diagnóstico de la subcuenca e información básica, para la planificación operativa y toma de decisiones (Focuecas 2004).

Un alto porcentaje de los productores (60%) sabe leer y escribir. La mayoría han aprobado hasta cuarto grado de educación primaria e inclusive el 4% han concluido los primeros años de secundaria, el 30% de los productores no sabe leer y un 7% ha sido alfabetizado (solo saben colocar su firma y leen un poco) (Mendoza 2005). De acuerdo al estudio realizado por Baltodano (2005), el área promedio de terreno que poseen los productores es de 0,7 a 3,5 hectáreas. Los tipos de tenencias de la tierra predominantes son: propia, alquilada y mediería, la forma de tenencia que más predomina es la propia; de los productores que tienen este tipo de tenencia, algunos alquilan tierra para disponer de mayor área de siembra y otros trabajan utilizando la mediería (Mendoza 2005).

La mano de obra utilizada con mayor frecuencia para realizar las actividades agropecuarias es la familiar, debido a su buena disponibilidad, ya que el promedio de los miembros de la familia es de siete personas y de éstos, la mayoría son jóvenes que ayudan en las labores productivas. En la zona alta y media de la subcuenca se aprovecha el agua para regar cultivos de parra con equipos de riego; en la zona baja también se aprovecha el agua del río, conducida por gravedad, para regar los cultivos en la época seca. En la zona media y baja el agua se aprovecha para actividades ganaderas ya que es donde hay mayor concentración de esta actividad (Mendoza 2005).

Los sistemas de producción de cultivos están basados principalmente en granos básicos, maíz, frijol y sorgo; de ellos el que se utiliza en mayor escala para la comercialización es el frijol, los demás cultivos son utilizados para autoconsumo. También existe ganado menor, mayor y cultivo de hortalizas a pequeña escala y baja frecuencia (Morales 2003). Con respecto al tipo de cobertura de pastos que se encuentran con mayor frecuencia están: *H. rufa* (pasto jaragua), *C. nlemfuencis* (zacate estrella), *P. purpuremi* x *P. typhoides* (king Grass), *B. mutica* (zacate pará) y *P. purpureum* (taiwán). La tenencia promedio de animales es de tres a cinco cabezas de ganado por familia y la carga animal de los pastos nativos es de tres a cinco animales por 0,76 ha (donde existe disponibilidad de pasturas). Otra forma de manejo es el pastoreo libre en residuos de cosecha. La actividad productiva tiene un fin de doble propósito: leche y carne (Morales 2003).

Los niveles de adopción de tecnologías son mayores en la zona alta y media de la subcuenca; se utilizan tecnologías de conservación de suelo, específicamente barreras muertas e incorporación de rastrojos. En la parte media se han adoptado tecnologías de manejo pecuario (vitaminación, desparasitación y vacunación). En la zona baja se ha observado menos adopción, debido a que las comunidades tienen menor tiempo de haberse organizado y por ende no han recibido capacitación y asistencia técnica. Los principales problemas que se presentan en la subcuenca son: contaminación focalizada del río por aguas servidas y percolación de residuos de agroquímicos y actividades pecuarias, deforestación, quemas agropecuarias, baja productividad de la tierra y degradación de pasturas (Morales 2003), aumento de la densidad poblacional y mayor demanda de los recursos naturales, que afectan la sostenibilidad de los ecosistemas y agroecosistemas de la subcuenca.

#### **4.2.3 Etapas de la realización de la investigación**

El estudio se organizó mediante las siguientes etapas:

- Revisión y análisis de información secundaria
- Identificación del grupo meta y colaboración institucional
- Caracterización de los productores ganaderos
- Determinación de la percepción de los productores ganaderos y de los técnicos sobre los forrajes estudiados, en los sistemas de siembra directa y por transplante.

#### **4.2.4 Revisión y análisis de información secundaria**

Se hizo una revisión y análisis de los estudios que se han realizado en la subcuenca, con el fin de conocer el ámbito biofísico, social, económico e institucional de la misma. Entre los documentos consultados están:

- Metodología de planificación ambiental participativa para formular el Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC) de la subcuenca del río Jucuapa (Morales 2003).
- Sistematización de las metodologías de ejecución en las instituciones, organizaciones y proyectos que inciden en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua (Urbina 2003).
- Valoración económica del servicio ambiental hídrico en las subcuencas de los ríos Jucuapa y Calico (Baltodano 2005).
- Tecnologías utilizadas en los actuales sistemas de producción y conservación en la subcuenca del río Jucuapa (Mendoza 2005).

#### 4.2.5 Identificación del grupo meta y colaboración institucional

A través de un taller realizado en mayo del 2005, en la comunidad de Jucuapa Centro, se presentó la propuesta de investigar los forrajes *B. brizantha* x *B. ruziencis* y *C. argentea* en el sistemas de siembra directa y pos trasplante. Cinco de los productores ganaderos que participaron en este taller aceptaron establecer en el mes de junio del 2005, parcelas de *B. brizantha* x *B. ruziencis* y *C. argentea*, en ambos sistemas de siembra, cuyas dimensiones fueron 1000 m<sup>2</sup> y 500 m<sup>2</sup>, respectivamente.

Así mismo se utilizó una parcela ubicada en la misma comunidad que contenía además de *B. brizantha* x *B. ruziencis*, otra pastura mejorada como *B. brizantha* (con ambos sistemas de siembra) e *H. rufa* (solamente bajo el sistema de siembra directa), esta última pastura se incluyó como parcelas de referencia, ya que ha sido utilizado por mucho tiempo en la zona, razón que los ganaderos tienen un amplio conocimiento sobre el comportamiento ecológico y productivo de la misma. En el caso de *B. brizantha*, es una pastura que se ha introducido recientemente, pero algunos ganaderos tienen también algún conocimiento sobre la misma.

El fin de haber establecido estas parcelas fue obtener la opinión de 20 actores locales de la subcuenca del río Jucuapa, quienes pertenecen a la parte alta, media y baja de la subcuenca, sobre aspectos como crecimiento de los forrajes bajo dos sistemas de siembra, su impacto productivo y los posibles efectos en los recursos naturales de la subcuenca del río Jucuapa en la época seca y en la época de lluviosa.

Durante el establecimiento de las parcelas se contó con la colaboración de los extensionistas José Ruiz y Evelia Centeno del INTA (Oficina de Extensión de Matagalpa) y de los ganaderos Pedro Payán, Gerardo Rodríguez, Álvaro Dávila, José Valle, Juan Aguilar y Pedro Martínez. La fase de evaluación se realizó con colaboración de los seis productores ganaderos mencionados anteriormente y el apoyo de la oficina de extensión Matagalpa y el área de investigación de CEVAS del INTA, en las personas del jefe de oficina, Neftaly Aráuz y los extensionistas Róger Mendoza, Jhony Montalbán y José Ramón Jarquín, quienes atienden los tres pisos altitudinales de la subcuenca del río Jucuapa: parte alta, media y baja, respectivamente y del investigador Agustín Torres, especialista en ganadería y forrajes de CEVAS.

#### **4.2.6 Caracterización de los productores ganaderos**

Se realizó a través de entrevistas dirigidas a los productores ganaderos que participaron durante el proceso de la investigación-acción realizada, esta con el fin de obtener información previa que se consideró importante para la realización del presente estudio (Anexo 10).

#### **4.2.7 Determinación de la percepción de los productores ganaderos y de los técnicos sobre los forrajes estudiados, en los sistemas de siembra directa y por transplante**

Con el fin de que los actores locales y productores ganaderos de la subcuenca observaran la interacción del desarrollo de los forrajes con los dos sistemas de siembra, en la época de sequía y lluviosa, se realizaron cinco días de campo. Así mismo se realizaron entrevistas dirigidas a los productores ganaderos (Anexo 10 y 11) y representantes de instituciones (Anexo 12). Las entrevistas dirigidas a los siete representantes de las instituciones tuvieron como principal objetivo conocer la percepción que ellos tuvieron sobre la introducción de los forrajes y conocer las perspectivas de las instituciones sobre los forrajes evaluados. Con base en las entrevistas dirigidas a los 19 productores que representaban la parte alta, media y baja de la subcuenca en estudio, se construyó la caracterización de los productores ganaderos participantes en el proceso de investigación y se conoció la percepción de ellos sobre los forrajes evaluados. A partir de los resultados se realizó un análisis descriptivo de la información obtenida.

La validación de los resultados de las dos actividades (días de campo y entrevistas), se realizó con un taller participativo, al cual asistieron 20 actores de la subcuenca. La metodología aplicada en el taller fue la técnica de diálogo, observación y dinámica de aplicación general: lluvia de ideas (Geilfus 2000). Se realizó una breve descripción del proceso de evaluación participativa de los forrajes para el manejo sostenible de los recursos naturales en la subcuenca del río Jucuapa, luego se introdujo la siguiente pregunta abierta: ¿Al introducir pastos como *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y leguminosas como *C. argentea* qué tipo de cambios positivos y negativos se lograrían obtener a nivel de su: familia-finca y la comunidad-subcuenca del río Jucuapa? Las respuestas fueron descritas por subgrupos (compuestos de dos personas), y recolectadas en tarjetas que fueron pegadas en la pared, para discutir la información obtenida y triangular la información con las entrevistas y días de campo realizados.

### **4.3 Resultados y discusión**

#### **4.3.1 Caracterización de los productores ganaderos**

Se realizaron entrevistas a los 19 productores ganaderos, que pertenecer a la parte alta, media y baja de la subcuenca. De acuerdo a los resultados de las entrevistas realizadas el 63% de los

productores tienen como fuente principal de ingresos la ganadería, seguida por frijol o café, de acuerdo al piso altitudinal al cual pertenecen. Así mismo, se dedican a cultivar maíz, sorgo, frutales y hortalizas en menor escala. Estos resultados concuerdan con el uso del suelo descrito por Baltodano (2005), quien menciona que el 26,3% del uso del suelo de la subcuenca del río Jucuapa corresponde a granos básicos, café, hortalizas y pasturas. Esta tipología de productores descrita obedece al sistema que integran la agricultura y la ganadería en la misma finca, que de acuerdo a Haan *et al.* (1997) es probablemente uno de los sistemas de producción más benignos para el ambiente porque es un sistema cerrado, debido a que los residuos de la agricultura son aprovechados por el ganado y los desechos del ganado (estiércol) son incorporados al suelo en donde se practica la agricultura. Esto provee muchas oportunidades de reciclaje y fincas orgánicas y también representa un paisaje más atractivo; este tipo es el sistema favorito de muchos agricultores y ambientalistas.

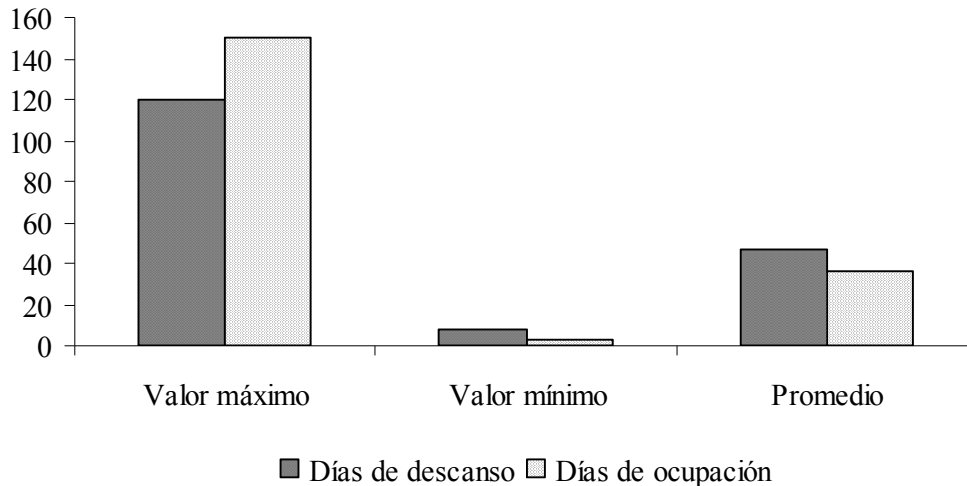
Los productores que pertenecen a esta tipología tienen un promedio de 26 años de dedicarse a la actividad ganadera, distribuidos con máximo de 50 años y un mínimo de 3 años de haber iniciado esta actividad en la subcuenca en estudio. Así mismo estos ganaderos tienen en promedio 17,8 unidades animales (UA), que se distribuyen con un máximo de 86 UA y un mínimo de 2 UA, siendo el valor de una UA de 400 kg de peso vivo/animal. Los rendimientos de producción en la época seca oscilan en 3,3 kg/vaca/día y estos incrementan el doble en invierno (6,6 kg/vaca/día), esto concuerda con lo reportado por Baltodano (2005).

Los ganaderos se han dedicado a esta actividad, ya que es un sistema de ahorro, es rentable, el capital de inversión es seguro, es una fuente de autoconsumo, requiere de menos desgaste físico y el excedente de ingresos se puede utilizar para llevar a cabo otras actividades agrícolas. Los productores tienen en promedio 4,5 divisiones de potrero que da lugar a apartos de 4 ha cada uno. El máximo de divisiones es de 18 y el mínimo de una sola división; el área de los apartos varía de un máximo de 10,5 ha/división a un mínimo de 0,4 ha/división. El promedio de los días de ocupación de estas áreas es de 35 días, pero los productores reportan que en ciertos casos se llegan a ocupar hasta por 150 días los potreros y el valor mínimo de ocupación reportado corresponde a 3 días. El periodo de descanso que estos mismos productores dan a sus potreros corresponde en promedio a 47 días, con máximo de 120 días de descanso y mínimos de 8 días (Figura 20).

El 16 % de los entrevistados, dicen alquilar potrero en época de lluvia; de ellos, el 5% alquilan en la época lluviosa con el objetivo de sembrar las pasturas y el restante 11% menciona que alquilan debido que las áreas están ocupadas por cultivo. La razón por la que el 21% alquila potreros durante la época seca es por que los potreros no tienen forraje y otros los dejan de reserva para la entrada de la época de lluvia, que según mencionan, es la época más crítica en términos de la baja disponibilidad

alimenticia para el ganado. El resto, que corresponde al 63% no alquila potreros en ninguna época, más bien utilizan los rastrojos de sus huertas en las épocas críticas.

Los ganaderos proporcionan un uso intensivo a sus potreros (Figura 20), de manera que al introducir especies mejoradas como las brachiarias, los productores tienen que utilizar otras estrategias de manejo sobre todo en los días de ocupación y descanso, para lograr la sostenibilidad del sistema de producción.



**Figura 20. Días de ocupación y descanso de áreas de pasturas reportada por los ganaderos de los tres pisos altitudinales de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Todos los productores ganaderos tienen la pastura *H. rufa*, y en menor proporción tienen el *Cynodon* sp. y *P. purpureum* (Cuadro 12), este último se utiliza como barreras vivas en las parcelas de granos básicos y otros lo utilizan como banco de corte, estos comentarios coinciden con lo mencionado por Mendoza (2005), quien indica que algunas de las tecnologías adoptadas por los pobladores de la subcuenca corresponden a usar barreras vivas de pasto taiwán debido a que sirve para alimentar el ganado.

El grado de utilización de agroquímicos utilizados para el control de malezas en pasturas es mínimo (5%), ya que la mayoría de ellos realizan control mecánico de malezas, esta decisión puede estar asociada con el costo de utilizar algún tipo de insumo externo.



**Cuadro 12. Frecuencia de tenencia de pasturas de los productores entrevistados de los tres pisos altitudinales de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Nombre científico	Nombre común	Frecuencia
<i>H. rufa</i>	Jaragua	19
<i>Cynodon</i> sp.	Estrella	7
<i>Andropogon gayanus</i>	Gamba	1
<i>Panicum</i> sp.	Guinea	3
<i>Ischaeum ciliare</i>	Retana	1
<i>Cynodon Dactylon</i>	Gramma	3
<i>B. brizantha</i>	Marandu	3
<i>B. brizantha</i>	Toledo	1
<i>P. purpureum</i>	Taiwan	5
<i>Saccharum officinarum</i>	Cana de azúcar	1

\* Frecuencia: se refiere al número de productores que tienen las especies de pasturas en sus fincas (n=19).

Las alternativas que utilizan con mayor frecuencia en la época de crisis para suplir las necesidades del ganado bovino están en base al uso de frutos y follajes de diversos árboles (Cuadro 13), y el uso de residuos de cosechas (Cuadro 14), en menor escala; banco energético y concentrado comercial.

Es importante ver como los productores utilizan con mayor frecuencia los insumos producidos en las mismas fincas y con menor frecuencia aquellos insumos externos. El uso de las alternativas mencionadas tienen estrecha relación con la época de sequía, en la cual hay necesidad de alimentación de ganado y para suplir estas necesidades aprovechan el forraje de los árboles que tienen en sus fincas (conocimiento local). Así mismo Martínez (2003) en Nicaragua identificó que los productores ganaderos tenían un amplio conocimiento sobre las especies arbóreas y sus características, además reporta que los productores manejan diferentes sistemas de clasificación para las especies arbóreas, de acuerdo a uso e interacciones entre ganado, pasto, suelo y biodiversidad.

**Cuadro 13. Diferentes especies forrajes utilizadas por productores ganaderos durante la época seca en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Nombre científico	Especie	Partes que el ganado consume	Frecuencia*
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Frutos	6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Follaje	9
<i>Mimosa farnesiana</i>	Aromo	Fruto	1
<i>Albizia saman</i>	Genízaro	Fruto	2
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	Follaje	5
<i>Senna atomaria</i>	Vainillo	Fruto	1
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Fruto y follaje	1
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Follaje	1
<i>Cajanus cajan</i>	Gandul	Follaje	1
<i>Mucuna deeringiana</i>	Frijol terciopelo	Follaje	1

\* Frecuencia: se refiere al número de productores que tienen las especies de árboles en sus fincas (n=19).

**Cuadro 14. Alternativas de suplementación de ganado bovino en las época seca en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

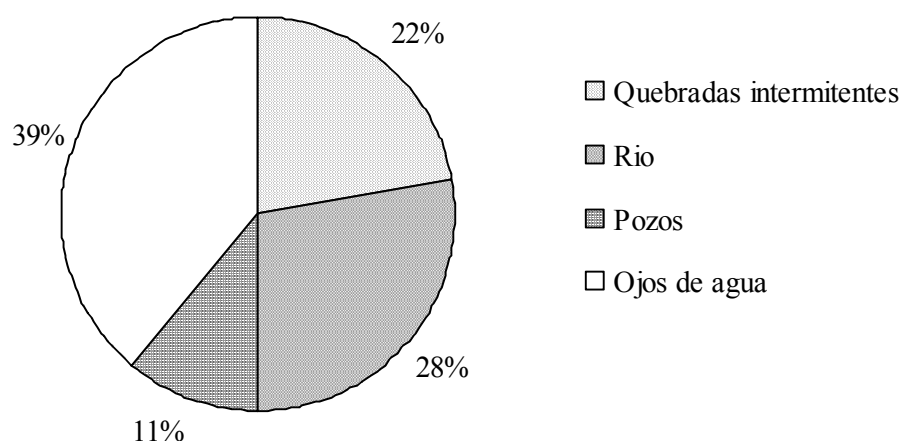
Nombre científico	Nombre común	Parte que el ganado consume	Frecuencia*
<i>Zeas mays</i>	Maíz	Rastrojos de maíz	9
<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frijol	Rastrojos de frijol	11
<i>Pennisetum purpureum</i>	Taiwán	Follaje	7
<i>Saccharum officinarum</i>	Caña de azúcar	Follaje	2
-	Melaza	Suplemento líquido	1
-	Concentrado comercial	Suplemento sólido	1

\* Frecuencia: se refiere al número de productores que usan las diferentes alternativas de suplementación sus fincas (n=19).

#### 4.3.1.1 Relación entre existencia de fuentes de agua dentro de las fincas y sus usos

Estos resultados provienen de 11 entrevistas realizadas a los productores ganaderos que asistieron más de tres veces a los días de campo. De ellos 10 productores poseen fuentes de agua dentro de sus fincas, en total suman 18 fuentes de aguas, las cuales se encuentran distribuidas en ojos

de agua (7), quebradas intermitentes (4), pozos (2) y ríos (5) (Figura 21). Estos datos coincide con los resultados del estudio de Baltodano (2005), quien menciona que el 30,4% de los productores poseen fincas que limitan con fuentes de agua de consumo humano y combinan el uso de sus tierras con granos básicos, café y pasturas. Sin embargo si el sistema de producción no contempla acciones de manejo adecuadas para la protección de fuentes de agua estas poseen alta vulnerabilidad de ser contaminadas, así lo menciona Auquilla (2005) en un estudio realizado en la subcuenca del río Jabonal en Costa Rica, que a la contaminación del agua estuvo directamente relacionada con el uso del suelo por potreros, establos y asentamientos humanos.



**Figura 21. Distintos tipos de fuentes de agua ubicadas en las fincas de los productores ganaderos de los tres pisos altitudinales de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

El uso principal que los productores ganaderos le dan a las fuentes de agua que tienen en sus propiedades corresponde 100% para proporcionar agua a sus animales. El 40% utiliza el agua para consumo humano y el resto de los participantes consumen de abastecimientos comunales; esta misma cantidad de ganaderos utilizan las fuentes para riego de hortalizas, pastos y frutales. El 55% utilizan las fuentes de agua para uso doméstico.

#### 4.3.1.2 Conocimientos sobre almacenamiento de forraje

A pesar de que el 91% de los productores tienen problemas con la alimentación de sus animales en el época de sequía, mencionan no haber recibido antes capacitaciones sobre los temas de almacenamiento de forrajes y el 9% menciona haber recibido capacitación sobre el método de amonificación de rastrojos a través del organismo no gubernamental CARE, aunque la técnica no ha sido utilizada debido a que los animales no consumieron el forraje.

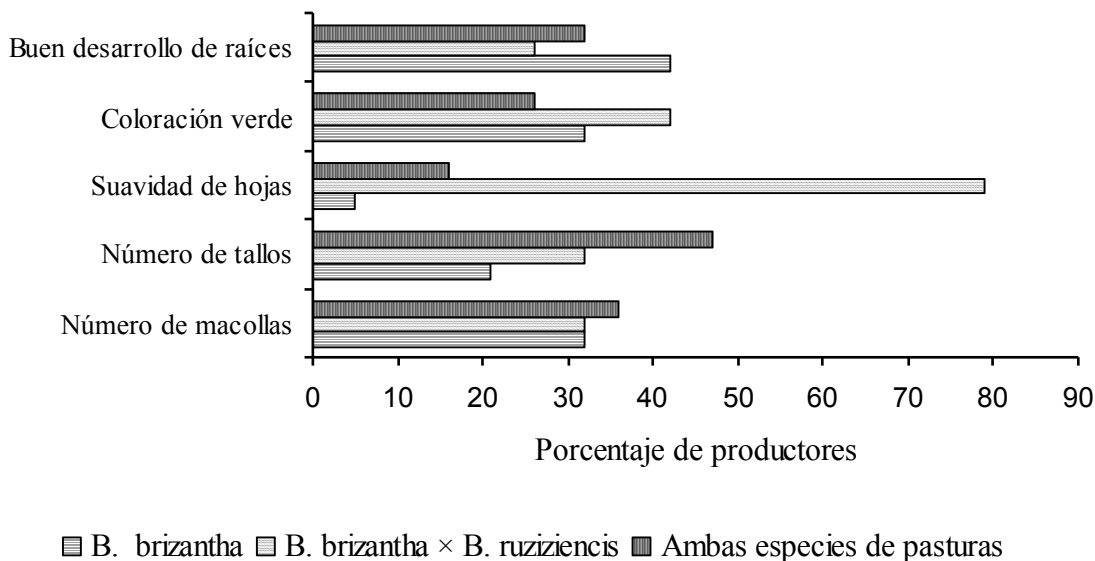
### **4.3.2 Percepción de los productores ganaderos y técnicos de las instituciones sobre efectos ambientales y socioeconómicos de la implementación de los forrajes mejorados en la subcuenca del río Jucuapa**

#### **4.3.2.1 Percepción de los productores ganaderos sobre el desarrollo de las pasturas *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis*, *Brachiaria brizantha* e *Hyparrhenia rufa***

Los productores ganaderos al opinar sobre *B. brizantha* mencionaron que tuvo un mejor crecimiento de raíces seguido por *B. brizantha* x *B. ruziziensis* (Figura 22) esta característica hace que estas gramíneas compitan de forma eficiente con malezas, debido a que la mayoría de las plantas consideradas como malezas exploran horizontes de suelos similares a estas, así mismo hacen que estas pasturas sean más resistentes al pisoteo, contrario del pasto *H. rufa* que presentó raíces en menos cantidad y más débiles, lo que favorece a que esta pastura se pierda con más facilidad. Con respecto a la interacción de estas pasturas con la cobertura arbórea ellos mencionaron que estos pastos permiten el crecimiento de estos, posiblemente porque el estrato de suelo que exploran las gramíneas difiere de las capas de suelo exploradas por las especies arbóreas.

Así mismo, los productores revelan que un mejor desarrollo de raíces, implica un aumento en la cantidad de follaje, debido a que raíces más profundas y en mayor cantidad, son capaces de absorber más cantidad de agua y nutrientes, que permitan desarrollar al tallo más cantidad de hojas. Estos resultados sugieren el grado de aceptación por parte de los productores ganaderos sobre las pasturas mejoradas que se han estudiado en conjunto con ellos. Sin embargo estos mismos productores manifestaron preocupación sobre el empobrecimiento del suelo provocado por las pasturas mejoradas debido a que son pastos vigorosos que extraen muchos nutrientes del suelo, lo que significa que es un riesgo en el caso de que no se realice ningún tipo de fertilización, como opción, algunos productores manifestaron que necesitarían utilizar fertilizantes, preferiblemente serían orgánicos, debido a que este tipo de productos son los que se encuentran en sus fincas y no tendrían que incurrir en costos adicionales.

Los productores al opinar sobre la suavidad de tallos en la etapa adulta de las pasturas mejoradas, mencionaron que las pasturas mejoradas en esta etapa poseen tallos más suaves, que la pastura *H. rufa*, esta característica esta correlacionada de forma positiva con el consumo de las gramíneas mejorada, debido a que esta suavidad de los tallos influye de forma positiva en el consumo.



**Figura 22. Percepción de productores ganaderos (%) sobre diferentes características de las pasturas mejoradas (*B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha*) evaluadas en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

#### **4.3.2.2 Percepción de los productores ganaderos sobre la efectividad de los sistemas de siembra en las pasturas evaluadas**

El 63% de los productores ganaderos opinan que las pasturas mejoradas presentan un buen desarrollo a través del sistema de siembra de transplante, así mismo, mencionan que este sistema de siembra es más rentable (89%) debido a que es más eficiente, puesto que se utiliza y se pierde menor cantidad de semilla, aunque en este sistema de siembra se utiliza más mano de obra (Cuadro 15). Este punto de vista de los productores ganaderos sobre los sistemas de siembra, sugiere que ellos utilizarían para establecer nuevas áreas de pasturas, predominante el sistema de siembra por transplante.

Para los productores ganaderos el sistema de siembra por transplante les permite establecer con un mes de anticipación a la entrada de la época de lluvia los bancos de forrajes, con ello los productores perciben que el crecimiento de la plantación al momento en que entran las primeras lluvias este en un estado avanzado, así mismo mencionan que esta ventaja que proporciona este tipo de sistema de siembra garantiza un buen establecimiento de estas praderas durante el resto de este periodo.

**Cuadro 15. Porcentaje de percepción de los productores ganaderos sobre el efecto de los sistemas de siembra de las pasturas mejoradas en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Variables	Sistemas de siembra		
	Siembra de transplante	Siembra directa	Ambos
Mejor desarrollo de las pasturas	63	11	26
Se utiliza más semilla	-	89	11
Se pierde mayor cantidad de semilla	-	95	5
Se utiliza más mano de obra	100	-	-
Es más rentable	89	11	-

#### 4.3.2.3 Percepción de los productores ganaderos sobre el efecto que tienen los forrajes bajo dos sistemas de siembra en la conservación de agua y suelos

El 46% los ganaderos opinan que ambas pasturas brindan este servicio, el 39% consideran que este servicio lo brinda *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y el 15% que es *B. brizantha*. Así mismo, el 75% considera que las pasturas mejoradas establecidas a través del sistema de siembra de transplante permiten retener mayor cantidad de agua y suelo principalmente en la entrada de la época de lluvia.

De acuerdo al 100% de los productores ganaderos, las pasturas mejoradas son capaces de producir forraje durante la época seca, ellos mencionan que este sería un incentivo para dejar en protección las áreas de la finca donde se produce agua, algunas de las actividades que estarían dispuestos a realizar para proteger las fuentes son reforestación con cultivos como café, guineo, frutales y cercar el área de las fuentes. Otros comentaron que continuar con la siembra de árboles y terminar de cercar las fuentes, así como limpiar las áreas. Esta percepción del efecto de las pasturas mejoradas sobre el estado de los recursos naturales corresponde a lo mencionado por Holman (1999), quien manifiesta que el mejoramiento de las pasturas en Perú, Costa Rica y Nicaragua permitiría reducir el pastoreo en áreas escarpadas y la presión sobre el bosque.

#### 4.3.2.4 Percepción de los productores ganaderos sobre los efectos socioeconómicos de la implementación de los forrajes mejorados

La economía de la familia se puede mejorar porque se tienen más ingresos, esta percepción puede ser explicada por el aumento de la producción de leche y carne del ganado bovino doble propósito al incluir pasturas mejoradas en los sistemas de producción. Así mismo las parcelas ubicadas en la subcuenca permiten que otros productores pudieran establecer parcelas de forrajes mejorados en

sus fincas, al ver el comportamiento de crecimiento y desarrollo de la pastura en condiciones similares a las de sus fincas. Algunos de los productores ganaderos que participaron en el proceso de investigación manifestaron que con la inclusión de estas pasturas en sus fincas no existen cambios negativos, lo que ofrece buena potencialidad de adopción por ellos.

Los aspectos desfavorables identificados por los productores ganaderos sobre esta mismas pasturas están relacionados al costo de la semilla que es alto, esto es importante en la zona de estudio debido a que la mayoría de los productores ganaderos pertenecen a la categoría de pobres, por lo que no poseen suficiente capital para realizar inversiones relativamente fuertes. Así mismo algunos mencionaron no saber dónde pueden conseguir la semilla de buena calidad, los productores saben que la semilla es cara y en muchos de los casos manifestaron deseos de adquirirla, pero necesitan tener opciones de lugares de donde poder adquirirla a precios módicos y que a su vez sea de buena calidad, ya que debido a razones económicas descritas anteriormente, tienen que utilizar su dinero eficientemente.

Algunos de los riesgos que han identificado relacionado a conocer la tecnología y no ponerlas en práctica, lo que significa que conocen como mejorar sus sistemas de forrajes, pero debido a distintos factores, como el económico, no les permita concretar lo que hasta ahora han conocido. Así mismo la Implementación tardía de las plantaciones es otro riesgo, debido a que los productores además de dedicarse a la ganadería, la mayoría se dedican a las actividades agrícolas, por lo que ellos consideran que la combinación de ambas actividades, pueden impedirles el establecimiento de pasturas en un momento adecuado.

#### **4.3.2.5 Percepción de los productores ganaderos sobre aspectos generales de *Cratylia argentea***

Los productores ganaderos al opinar sobre la leguminosa *C. argentea*, mencionaron que este forraje presenta los siguientes aspectos positivos:

- Es un tipo de ayuda económica porque contribuye a producir más leche y al mantenimiento del ganado, lo que a su vez podría mejorar la calidad de vida de los miembros de su familia.
- Es un tipo de reforestación, ya que por las características de esta leguminosa, tales como semiarbustiva y perenne, ellos consideran que sería un tipo de reforestación, que ofrece cobertura ya sea para épocas críticas cumpliendo el papel de retención de agua para esta época, o para épocas de lluvia reduciendo pérdidas de suelo por escorrentía.
- Se adapta al clima de la zona, esto a partir de distintas características que ellos identificaron como producción de ramas con facilidad, tanto en la época seca como en la de lluvia; esta podría ser una característica por la cual esta planta permita obtener más cantidad de hojas que

otro tipo de leguminosas arbustivas de ciclo corto, en ambas épocas. Así mismo, manifestaron que tiene buen rebrote de follaje en ambas épocas; el conjunto de estos parámetros identifica a esta leguminosa como resistente a la sequía.

- El sistema de siembra influye en la cantidad de forraje producido y que bajo el sistema de siembra de transplante se obtiene mayor cantidad de forraje, ya que en este sistema de siembra se tienen la opción de escoger una mejor calidad de suelo para llenar las bolsas del almácigo, la siembra es eficiente y segura, esto permite obtener plantas más vigorosa que producen más forraje, esta percepción de los productores ganaderos contrasta con lo mencionado por Plazas *et al.* (2004) y Payán (2006) quienes mencionan que el sistema de siembra de transplante representó un alto costo por el uso de mano de obra y que no existe diferencia entre el desarrollo de las plantas sembrada de transplante y de siembra directa.
- A través del sistema de siembra de transplante es medio de protección del suelo durante las primeras lluvias.
- El sistema de siembra de transplante es más rentable, aunque este sea el que demande mayor cantidad de mano de obra, debido a que ellos suplen el gasto adicional por el mejor desarrollo de las plantas y la seguridad que brinda este sistema de siembra sobre el establecimiento de las parcelas (Cuadro 16).
- Se puede cortar en el periodo de lluvia y ensilar para utilizar en época seca, ello considerado como una alternativa de poder utilizar el excedente de forraje que no es utilizado en época de lluvia, pero tan necesario para épocas de sequía.
- Sirve de ornamental por su floración, consideran que además de servir como una planta forrajera, también puede ser utilizada para proporcionar belleza escénica dentro sus fincas y por lo tanto, podría mejorar el paisaje de la subcuenca siempre y cuando sea utilizada en escalas mayores.
- Tiene mejor nutriente que los pastos, este criterio puede estar basado en la cantidad de proteína que contienen las leguminosas con respecto a las gramíneas.

Los aspectos desfavorables identificados por los productores ganaderos fueron los siguientes:

- Es mucho trabajo para alimentar el ganado, visto por ejemplo en el sistema de corte y acarreo de la leguminosa.
- El almacenamiento es más costoso; para ellos, la inversión empleada en el ensilaje tiene un costo elevado, de manera que este puede ser un factor que afecte la adopción de este sistema de almacenamiento, por parte de los productores.
- Cuesta el manejo, referido a las labores que se realizan durante la época temprana de *C. argentea*, debido a que el desarrollo es algo lento durante la etapa de crecimiento, según lo



mencionado por los productores. Otro aspecto desfavorable identificado por los ganaderos durante esta etapa es la necesidad de realizar fertilizaciones para favorecer el crecimiento de esta leguminosa durante esta etapa fenológica.

- Algunos productores manifestaron que no les gustó el bejuco que desarrolla porque en ellos no crecen muchas hojas, este puede ser un factor de crecimiento que se puede mejorar realizando podas de uniformización durante las épocas temprana de las plantaciones, para evitar este tipo de afectaciones y permitir la mayor producción de forraje, en el supuesto caso que se desee para este fin.

**Cuadro 16. Percepción de los productores ganaderos sobre la interacción del sistema de siembra las variables de desarrollo de *Cratylia argentea* y rentabilidad de la misma, en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

Variables	Porcentaje de opiniones de acuerdo al sistema de siembra		
	Transplante	Siembra directa	Ambos
Se utiliza más mano de obra	90	5	5
Más rentable	58	42	-
Mejor desarrollo	57	32	11
Más plantas por área	90	5	5
Más cantidad de ramas por planta	47	32	21
Más hojas por planta	53	26	21
Más altura de la planta	42	42	16
Más grosor del tallo	42	32	26
Más cantidad de plantas de <i>cratylia</i> /área	82	9	-
Retención de humedad en el suelo en la época seca	91	8	-
Producción de forraje en época seca	82	-	-

#### **4.3.2.5 Percepción de los productores ganaderos sobre diferentes alternativas de alimentación en época seca**

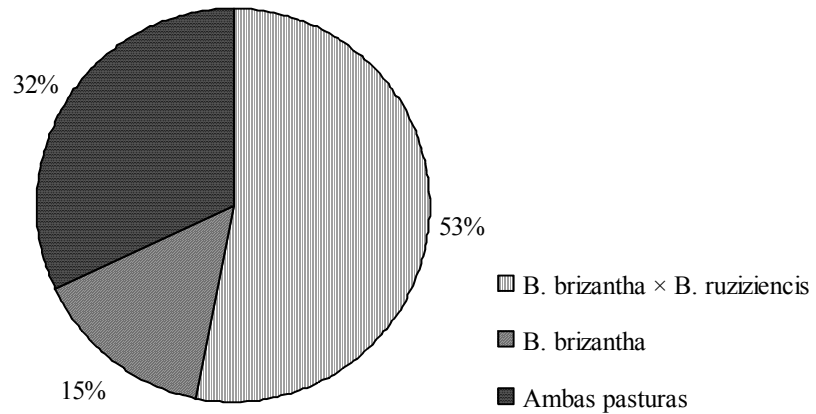
Se presentaron tres alternativas de alimentación para la época seca:

1. Pastoreo en *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y suplementación de *C. argentea* fresca más *P. purpureum*
2. Pastoreo en *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y suplementación de *C. argentea* ensilada más *P. purpureum*
3. Pastoreo en *H. rufa* y suplementación con *P. purpureum*

El 82% de los productores ganaderos opinaron que el pastoreo en *B. brizantha* x *B. ruziziensis* más la suplementación de *C. argentea* de forma fresca y *P. purpureum* es la opción que estarían dispuestos a utilizar en sus fincas, así mismo, el restante 18% mencionaron que estarían de acuerdo en utilizar la *C. argentea*, tanto fresca como ensilada. Algunas de las razones por las cuales estarían dispuestos a utilizar estas alternativas son las siguientes: porque tienen el material establecido (seis productores), porque brindan resultados positivos como aumento de la leche y mantenimiento del ganado, en comparación con la alternativa dos, la primera alternativa (*C. argentea* de forma fresca), implica menos costos, es más fácil y rápida en comparación con el uso de *C. argentea* de forma ensilada, que es más riesgosa y más costosa.

#### **4.3.2.6 Percepción de los productores ganaderos de continuar con el establecimiento de nuevas áreas de los forrajes evaluados**

Todos los productores ganaderos están dispuestos a establecer pasturas mejoradas, de ellos el 53% están dispuestos a establecer *B. brizantha* x *B. ruziziensis*, el 15% *B. brizantha* y el 32 % respondió que cualquiera de los dos pasturas mejoradas (Figura 23). El 91% de los productores ganaderos manifestaron estar dispuestos a establecer *C. argentea* en sus fincas. Esta conducta sobre las gramíneas y leguminosas corresponde a lo mencionado por Argel (2000), quien menciona que los productores adoptan mucho más fácilmente una gramínea que una leguminosa forrajera.



**Figura 23. Percepción de los productores ganaderos (%) de continuar con el establecimiento de nuevas áreas de pasturas mejoradas en sus fincas**

Los productores manifestaron que necesitarían ayuda para poder continuar el estableciendo de estas áreas. Al respecto 36% de los productores manifestaron que necesitan ayuda tanto técnica como económica y el 64% que necesitarían ayuda financiera, debido a que la parte técnica la han adquirido en el proceso de investigación-acción. La ayuda financiera consistiría en insumos para establecer otras áreas.

#### **4.3.2.7 Percepción de los técnicos de las instituciones sobre la metodología utilizada y el impacto de las tecnologías evaluadas y sus implicaciones sobre acciones futuras**

De acuerdo a la experiencia de los actores locales sobre el proceso de investigación, mencionan que la importancia de la metodología de investigación participativa se sustenta en que los productores son actores de sus propias investigaciones, lo que hace que ellos se sientan motivados a participar en los eventos que al mismo tiempo generan conocimientos y son capaces de transmitir hacia otros productores.

Algunas de las interacciones entre sistema de siembra y beneficios ambientales que ellos identificaron corresponden a que el sistema de siembra de transplante es más seguro, se cubre más terreno y por ende se protege más el suelo en comparación con el sistema de siembra directa, por lo tanto con el sistema de siembra adecuado se disminuye la posibilidad de erosión hídrica. Otro aspecto que consideraron importante fue la resistencia de los forrajes a la época de sequía, lo que permite regular la temperatura del suelo, ayuda a fijar de nitrógeno y materia orgánica en los suelos por el residuo vegetal de las mismas especies, lo que implicaría una menor dependencia de fertilizantes (insumos externos) que a su vez evita la contaminación por el uso de abonos. Además mencionan

haber adquirido conocimientos sobre el sistema radicular de los forrajes mejorados y su efecto en la protección del suelo.

Ellos manifestaron que los forrajes evaluados responden a la necesidad de los productores ganaderos, debido que responden a la problemática de alimentación de bovinos en épocas críticas y a las pasturas degradadas de bajo rendimiento, también durante este tiempo que muchos no tienen acceso al agua para realizar riegos de sus forrajes. Algunas de las ventajas que ellos percibe que los productores obtienen se basa en que estos pueden producir leche y carne en épocas críticas, además, muchos de los productores tienen áreas pequeñas, que con forrajes más nutritivos y buen manejo se puede obtener más rentabilidad.

Finalmente consideran que la implementación de los forrajes evaluados responde a un cambio al nivel de finca, el cual afecta el estado de la subcuenca, lo que implicaría a largo plazo contribuir a mejorar el paisaje de la subcuenca del río Jucuapa. Entre las acciones que están dispuestos a realizar después de haber participado en este proceso de investigación es darle seguimiento a las parcelas existentes y establecer nuevas parcelas, demostraciones prácticas de uso y manejo de estos forrajes y colaborar en un banco de semilla comunitario.

#### **4.4 Conclusiones y recomendaciones**

##### **4.4.1 Conclusiones**

Los productores ganaderos que participaron en el proceso de investigación pertenecen a la clasificación de productores mixtos, los que se dedican a la ganadería, agricultura y en menor proporción hortalizas.

De acuerdo a la percepción de los productores ganaderos, *B. brizantha* x *B. ruziziensis* fue la pastura que presentó mejores características físicas de su follaje (color y suavidad), mientras que *B. brizantha* obtuvo mejor desarrollo de raíces.

Para los productores ganaderos, *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha*, a través del sistema de transplante brinda servicios ambientales, tales como retención de agua y producción de forraje durante la época seca, así mismo, estos forrajes permiten proteger el suelo de la escorrentía durante las primeras lluvias.

La leguminosa se mantuvo verde, conserva sus hojas y crecen sus ramas, lo que permite concluir que *C. argentea* resiste las condiciones de sequía de la zona. Así mismo, opinaron que *C.*

*argentea* es un medio de protección del suelo durante las primeras lluvias, ya que logra cubrir y proteger mejor el suelo.

El sistema de siembra que es más favorable por su eficiencia y que les permitió obtener más producción de forraje a los productores fue el sistema de siembra por transplante.

Los productores ganaderos presentaron más interés por la suplementación de *C. argentea* de forma fresca más pasto taiwán y el pastoreo en *B. brizantha* x *B. ruziziensis* y *B. brizantha* como una alternativa de alimentación durante la época seca.

Los productores y técnicos indicaron que la inclusión de los forrajes evaluados mejoran la respuesta productiva del hato ganadero e incrementan los ingresos.

Los productores y técnicos opinan que la introducción de forrajes mejorados en la finca contribuyen al buen manejo de la subcuenca, pero se debe de generalizar la difusión de estos forrajes para tener un mayor impacto en su paisaje principalmente en la época seca.

El conjunto de estas conclusiones nos permiten rechazar la tercera hipótesis y concluir que los productores ganaderos y técnicos perciben efectos beneficiosos para las familias productoras, la finca y la cuenca, al introducir forrajes mejorados.

#### **4.4.2 Recomendaciones**

Es necesario realizar investigaciones que evalúen el impacto de estos forrajes mejorados en el régimen hídrico, a través de diferentes metodologías (por ejemplo, parcelas de escorrentía).

Así mismo sería importante investigar la regeneración de árboles en pasturas mejoradas, ambas investigaciones con el objetivo de validar la percepción de los productores ganaderos y de los actores locales en la presente investigación.

Utilizar las parcelas establecidas como parcelas de difusión de tecnologías, para evaluar el impacto sobre el régimen hidrológico y como punto de referencia para analizar la adopción de los forrajes evaluados en la subcuenca.

Apoyar a productores que tienen el entusiasmo de establecer nuevas parcelas de forrajes mejorados con el fin de continuar con la difusión de los resultados de la investigación y contribuir con la adopción de los materiales que se estudiaron.

Se debe de tener en cuenta una estrategia especial para promover la adopción de *C. argentea*, debido a que los productores mostraron menos interés de seguir con la implementación de esta leguminosa.

El comité de la subcuenca debería liderar la promoción de los resultados positivos de la investigación, potencializando el nivel de cogestión en la subcuenca.

#### 4.5 Literatura citada

- Argel, P. 2000. Opciones forrajeras para el desarrollo de una ganadería más productiva en el trópico Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. Editorial Nuestra Tierra. San José, CR. 249 p.
- Ashby, J; García, T; Hernández, L. 1997. La investigación participativa con productores: Una metodología orientada a la vinculación temprana y activa de los destinatarios potenciales de las tecnologías. *In* Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción Animal de doble propósito. CIAT. Consorcio Tropicoleche. 285 p.
- Auquilla, R. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 123 p.
- Baltodano, M. 2005. Valoración económica del servicio ambiental hídrico en las subcuencas de los ríos Jucuapa y Calico, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 87 p.
- Bastiaensen, J. *s.f.* Crédito para el desarrollo rural en Nicaragua. Un enfoque institucional sobre la experiencia del fondo de desarrollo local. NITLAPLAN, Instituto de políticas de gestión del desarrollo. Universidad de Amberea, Bélgica. UCA. Nicaragua. *s.p.*
- FOCUENCAS (Innovación, aprendizaje y comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas). 2004. Propuesta para una segunda fase: presentada a la ASDI (Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional). Turrialba, CR. 12 p.
- Gelfius, F. 2000. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. IICA-GTZ, San Salvador, SV. 208 p.
- Haan, C; Steinfeld, H.; Blackburn, H. 1997. Livestock and the environment: finding a balance. World Bank. Luxemburgo, BE. 115 p.
- Holman, F. 1999. Ex ante analysis of new forage alternatives for farms with dual-purpose cattle in Peru, Costa Rica, Nicaragua. Consultado 26 ago. Disponible <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd11/3/hol113.htm>
- Lascano, C; Ávila, P; Ramírez, G; Amézquita, C (eds). 1997. Fuentes de variación en la producción y composición de la leche de vacas en un sistema de pastoreo secuencial. *In* Conceptos y

- metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. CIAT. Consorcio Tropicoleche. 285 p.
- Martínez, J. 2003. Conocimiento local de productores ganaderos sobre cobertura arbórea en la parte baja de la cuenca del río Bulbul en Matiguas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 176 p.
- Mendoza, K. 2005. Tecnologías utilizadas en los actuales sistemas de producción y conservación en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 128 p.
- Montenegro, J; Abarca, S. 2000. Fijación de carbono, emisión de metano y óxido nitroso en sistemas de producción bovina en Costa Rica. In Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. Intensificación de la ganadería en Centroamérica: Beneficios económicos y ambientales. Editorial Nuestra tierra. San José, CR. 249 p.
- Morales, J. 2003. Metodología de planificación ambiental participativa para formular el Plan Rector de Producción y Conservación (PRPC) de la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 221 p.
- Payán, A. 2006. Evaluación participativa de forrajes mejorados para el manejo sostenible de los recursos naturales en la subcuenca del río Jucuapa Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 90 p.
- Plazas, C; Lascano C. 2004. Utilidad de *Cratylia argentea* en ganadería de doble propósito del piedemonte de los Llanos orientales de Colombia. Pasturas Tropicales 27 (2): 65-72.
- Urbina, L. 2003. Sistematización de las metodologías de ejecución en las instituciones, organizaciones y proyectos que inciden en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 196 p.

#### 4.6 Anexos

#### **Anexo 9. Entrevista sobre los forrajes evaluados en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

##### **Información base**

1. ¿Cuál es su principal fuente de ingreso? \_\_\_\_\_
  2. ¿Desde cuando usted tienen ganado? \_\_\_\_\_
  3. ¿Cuántas cabezas de ganado tiene en total? \_\_\_\_\_
  4. ¿Qué cantidad de leche produce su ganado? \_\_\_\_\_
  5. ¿Cuál es la razón principal por la que usted tienen ganado y no se ha dedicado a otra actividad? \_\_\_\_\_
  6. ¿Cuántos potreros tiene usted? \_\_\_\_\_
- Ej: 2 potreros

7.¿Cuánto mide cada potrero? \_\_\_\_\_

Ej: 1 (0.5mz) 2 (2mz)

8.¿Alquila potreros? ¿En que época? \_\_\_\_\_

9.¿Cuales son las razones por las cuales usted ha tomado esta decisión? \_\_\_\_\_

10.¿Cuántos días usted tiene el ganado pastoreando en cada potrero? Ej: potrero 1(3 días 7 animales)  
potrero 2 (27 días 7 animales) \_\_\_\_\_

11.¿Cuántos días de descanso le da a cada potrero? Ej: potrero 1 (27 días) potrero 2 (3 días)

12.¿Qué insumos utiliza para limpiar los potreros y en que época? Ej: machete, quema, herbecida, otros. \_\_\_\_\_

13.¿Qué especies de pasto usted utiliza? Ej: estrella, jaragua, grama, otros \_\_\_\_\_

14.¿Qué tipo de actividad usted realiza para que exista mayor cantidad de pasto en sus potreros? Ej: descanso ¿Cuantos días? utiliza resiembra ¿Cómo y en qué época? otros \_\_\_\_\_

15.¿Qué alternativas de alimentación utiliza en la época seca principalmente en abril y mayo? Ej: uso de residuos de cosecha de maíz, frijol, otros. \_\_\_\_\_

### **Pasturas**

16.¿Cuál es su opinión sobre el pasto *Brachiaria brizantha x Brachiaria ruziziensis* (*B. brizantha x B. ruziziensis*)? \_\_\_\_\_

17.¿Qué opina del desarrollo del follaje de *Brachiaria brizantha x Brachiaria ruziziensis* (*B. brizantha x B. ruziziensis*)? \_\_\_\_\_

18.¿Cuál de los dos materiales: Mulato (*Brachiaria brizantha x Brachiaria ruziziensis*), Marandu (*Brachiaria brizantha*) a usted le gustaría implementar en sus parcelas? ¿Por qué? \_\_\_\_\_

19.¿Qué diferencias observó entre las variedades de pastos en el día de campo y la que usted utiliza en sus potreros? Ej: cantidad de hojas, cantidad de tallos, grosor de hojas, cobertura del suelo, otros. \_\_\_\_\_

20.¿Con cuál de los tipos de pastos usted observo mayor número de macollas? \_\_\_\_\_

21.¿En que variedad usted observó mayor cantidad de tallos por macolla? \_\_\_\_\_

22.¿En cuál de los pastos usted observo mejor desarrollo: suavidad de hojas, coloración de hojas y producción de hojas por área? \_\_\_\_\_

23.¿Cuál de los pastos usted ha observado color más verde? \_\_\_\_\_

24.¿En cuál pastura usted observo un mejor desarrollo de raíces? \_\_\_\_\_

25.¿Usted considera que esto tiene que ver con la cantidad de follaje producido? ¿Por qué? \_\_\_\_\_

26.¿Con cuál de los dos métodos de siembra usted observó un mejor establecimiento? \_\_\_\_\_

27.¿Con qué tipo de siembra usted observó un mejor desarrollo de la pastura? \_\_\_\_\_

28.¿Con qué tipo de siembra usted cree que se utilizó más semilla? \_\_\_\_\_

29.¿Con qué tipo de siembra usted cree que se perdió mayor cantidad de semilla? \_\_\_\_\_

30.¿En cuál de los dos sistemas de siembra considera que se utilizó más manos de obra? \_\_\_\_\_

31.¿Cuál de los dos métodos de siembra desde el punto de vista económico considera que es mejor? \_\_\_\_\_



- 32.¿Con cuál de los dos métodos de establecimiento usted observo mejor desarrollo de la pastura? ¿Por qué? \_\_\_\_\_
- 33.¿Con cuál de los dos sistemas de siembra considera que se han obtenido mejores resultados? ¿Por qué? \_\_\_\_\_
- 34.¿En cuál parcela usted observo mayor humedad en el suelo? \_\_\_\_\_

### **Leguminosa**

- 35.¿Cuál es su opinión general sobre la leguminosa cratyliá? \_\_\_\_\_
- 36.¿Que opina sobre el crecimiento? Describa elementos que mas le ha gustado y cuáles no ¿Por qué? \_\_\_\_\_
- 37.¿En cuál de los dos sistemas de siembra cree que se utilizó más manos de obra? \_\_\_\_\_
- 38.¿Cuál de los dos métodos de siembra desde el punto de vista económico para usted es mejor? \_\_\_\_\_
- 39.¿Con cuál de los dos métodos de establecimiento usted observó mejor desarrollo de la leguminosa? \_\_\_\_\_
- 40.¿Con qué tipo de siembra cree que se obtuvo mayor cantidad de plantas por área? \_\_\_\_\_
- 41.¿Con cuál de los tipos de siembra usted observó mayor cantidad de ramas en las plantas? \_\_\_\_\_
- 42.¿Con cuál sistema de siembra usted cree que se obtienen mayor cantidad de hojas producida por planta? \_\_\_\_\_
- 43.¿Con cuál de los sistemas de siembra observó una mayor altura por planta? \_\_\_\_\_
- 44.¿Con qué sistema de siembra observó un mayor grosor por tallo de las planta? \_\_\_\_\_
- 45.¿Usted ha utilizado antes el follaje de otras leguminosas para alimentar a su ganado? \_\_\_\_\_
- 46.¿En qué época del año usted a utilizado este follaje? \_\_\_\_\_
- 47.¿Qué tipo de plantas a utilizado y cuáles son las razones que lo han motivado hacer uso de ellas? \_\_\_\_\_
- 48.¿Cómo fue la forma en que ha dado el forraje? \_\_\_\_\_

### **Anexo 10. Entrevista del comportamiento de pastos y forrajes en dos épocas distintas en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua**

#### Fase de evaluación de pastos y forraje durante la época de sequía

De acuerdo al día de campo o la experiencia obtenida durante la época de sequía:

1. ¿Cuál fue el comportamiento de cratyliá?

Se mantuvo verde  Conservó las hojas  Crecieron sus ramas

- Otras observaciones: \_\_\_\_\_
2. ¿En qué tipo de sistema de siembra (directo/ transplante) obtuvo mayor cantidad de plantas de cratyliya por área? \_\_\_\_\_
3. Si con el sistema de siembra \_\_\_\_\_ usted obtuvo mayor cantidad de plantas de cratyliya por área ¿Qué tipo de beneficio recibió?  
 Retención de humedad en el suelo durante la época seca   
 Protección del suelo durante las primeras lluvias  Producción de forraje en época crítica   
 Otros beneficios \_\_\_\_\_
- 
4. ¿Usted considera que el sistema de siembra (directo/ transplante) influye en la cantidad de forraje producido de Cratyliya? Sí  No
5. Si la respuesta es si ¿Bajo qué sistema de siembra se produce mayor cantidad de forraje?  
 Sistema de siembra directo  Sistema de siembra de transplante
6. Enumere algunas razones por las que usted considera que este tipo de este sistema de siembra produce más cantidad de forraje por área:  
 1. \_\_\_\_\_  
 2. \_\_\_\_\_  
 3. \_\_\_\_\_
7. ¿Usted tiene fuentes de agua dentro de su finca? Si  No
8. Si la respuesta es si ¿Qué tipo de fuente de agua posee?  
 Ojo de agua  Quebrada intermitente  Río  Otros
9. ¿Qué uso le da al área donde se produce agua durante la época de sequía?  
 Les proporciona agua a los animales  Los animales pastorean en el área   
 Otros usos \_\_\_\_\_
10. ¿Cuáles son las razones por las que toma esta decisión?   
 Los potreros no tienen suficiente forraje porque se seca y tiene que hacer uso de estas áreas  
 El río se seca durante la época de sequía   
 Otras razones: \_\_\_\_\_
11. ¿De los forrajes y pastos que se hablo durante el día de campo o que usted observó en la época de sequía (Brachiaria brizantha, Brachiaria hibrido, jaragua) cual de ellos se mantuvo verde durante la época de sequía? \_\_\_\_\_
- 
12. De acuerdo al día de campo o a su experiencia ¿Cuál de los pastos y forraje antes mencionados tienen más capacidad de cobertura del suelo durante la época de sequía? \_\_\_\_\_
- 
13. ¿Cuál de ellos usted considera que produce mayor cantidad de forraje en la época de sequía? \_\_\_\_\_
14. Si el (los) forrajes \_\_\_\_\_ le da mayor producción de forraje en un área menor durante la época de sequía ¿Usted estaría de acuerdo en dejar en protección las áreas de su finca en donde se produce el agua? Sí  No
15. ¿Qué tipo de acciones estaría dispuesto a realizar en las áreas de su finca en donde se produce agua o bien en la rivera del río Jucuapa?  
 Reforestación  Cercado del área donde se produce agua   
 Otras acciones: \_\_\_\_\_
16. Con esta experiencia de establecimiento de mulato y cratyliya ¿Usted podría establecer solo otras áreas o necesitaría ayuda? ¿Qué clase de ayudar necesitaría? \_\_\_\_\_
- 
17. ¿Durante qué época usted tiene problemas con la alimentación de sus animales?  
 Época de lluvia  Época de sequía
18. ¿Usted ha recibido antes capacitaciones sobre métodos de almacenamiento de forraje para época de sequía? Sí  No
19. Si la respuesta es Si ¿Por parte de qué institución usted recibido capacitaciones? \_\_\_\_\_

20. ¿En qué tipo de tema ha recibido las capacitaciones? Ensilaje  Henificado  Ninguno   
Otros temas: \_\_\_\_\_

21. ¿Usted lo ha implementado la técnica en su finca? Si  No

22. ¿De las alternativas de alimentación para la época de sequía descritas en el día de campo cuál de ellas estaría dispuesto a utilizar en su finca?

1. Pastoreo en *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis* (mulato) suplementado con *Cratylia argentea* en fresco y taiwan

2. Pastoreo en *Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis* (mulato) suplementado con *Cratylia argentea* ensilada y taiwan

3. Pastoreo en *Hyparrhenia rufa* (jaragua) suplementado con taiwan

23. Enumere algunas razones que lo llevan a tomar esta decisión: \_\_\_\_\_

#### Fase de evaluación de pastos y forraje en la entrada de las primeras lluvias

De acuerdo al día de campo o la experiencia obtenida durante las primeras lluvias:

24. ¿Cuál de los potreros de los que usted observo estaba más descubierto el suelo?

Potrero de brachiaria brizantha  Potrero de brachiaria hibrido  Potrero de jaragua

25. De los pastos y forraje que observó en el día de campo ¿Cuál de ellos considera que tiene mejor recuperación del follaje?

*Cratylia*  *Brachiaria brizantha*  *Brachiaria hibrido*  jaragua

26. ¿Con qué tipo de cobertura usted considera que con estas primeras lluvias se perdió mayor cantidad de suelo por erosión?

*Cratylia*  *Brachiaria brizantha*  *Brachiaria hibrido*  jaragua

27. A largo plazo ¿Con qué tipo de cobertura los suelos serán empobrecidos más rápido por erosión?

*Cratylia*  *Brachiaria brizantha*  *Brachiaria hibrido*  jaragua

28. De los pastos y forraje que usted ha escuchado en el día de campo ¿Cuál de ellos usted estaría interesado de establecer en su finca?

*Cratylia*  *Brachiaria hibrido*  *Brachiaria brizantha*  Jaragua  Taiwan

29. Enumere algunos beneficios usted considera obtener al utilizar de estos forrajes:

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

#### **Anexo 11. Entrevista dirigida a técnicos locales de instituciones que apoyan al sector agrosilvopastoril en la subcuenca del río Jucuapa**

**Nombre del entrevistado (a):** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

1. ¿Después de haber realizado esta serie de eventos en conjunto con los productores que experiencia adquirió durante el proceso de investigación?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. ¿Usted considera que las tecnologías evaluadas durante el proceso de investigación responden a las necesidades de los productores?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Desde su punto de vista ¿Qué efectos ambientales y socioeconómicos perciben los productores al haber establecido las pasturas y forraje?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---

4. ¿Usted considera que estos efectos ambientales afectan el estado de la subcuenca del río Jucuapa?  
¿De qué forma? Explique

---

5. La institución a la cual representa ¿Qué tipo de acciones están dispuestos a realizar, después de esta experiencia de investigación?

---