

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

**Análisis de productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles  
en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica**

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

*Magíster Scientiae* en Agroforestería Tropical

Por

Genaro Lemus de Jesús

Turrialba, Costa Rica, 2008

Esta tesis 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 Comité Consejero del estudiante como requisito para optar por el grado de:

***Magister Scientiae en Agroforestería Tropical***

**FIRMANTES:**

---

Muhammad Ibrahim, Ph.D.  
**Consejero Principal**

---

Andreas Nienwenhuyse, Ph.D.  
**Miembro del Comité Consejero**

---

Cristóbal Villanueva Najarro, Ms.C.  
**Miembro del Comité Consejero**

---

Francisco Casasola Coto, Ms.C.  
**Miembro del Comité Consejero**

---

Glenn Galloway, Ph.D.  
**Decano de la Escuela de Posgrado**

---

Genaro Lemus de Jesús  
**Candidato**

## **DEDICATORIA**

*A mi madre y padre... por sus sacrificios y por enseñarme el amor al estudio*

*A mis hermanos...por su fraternidad.*

*A la vida.... Por lo aprendido y aprehendido*

*A mi México....lindo y querido*

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su enorme esfuerzo, apoyo y confianza depositada en mí para culminar esta etapa importante de mi vida profesional.

A la Ford Foundation, por brindarme la oportunidad para la realización de mis estudios de maestría a través de una beca

Al Instituto Internacional de Educación (IIE) México, en la persona de Blanca, Victoria y Xochitl por el apoyo logístico para mi ingreso a CATIE, consejos y asistencia durante mi estancia en CATIE.

Al CIESAS en la persona del Dr. David Navarrete, Trinidad Romero y Marina Cadaval, por todo el apoyo recibido.

Al CATIE, la Escuela de Posgrado y sus autoridades, por el apoyo brindado en mis estudios de maestría.

Al proyecto regional “Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas” en la persona del Dr. Muhammad Ibrahim, líder del proyecto.

Al Dr. Muhammad Ibrahim, profesor consejero y asesor principal del presente trabajo.

Al Dr. Andreas Nieuwenhuyse, al MSc. Cristóbal Villanueva Najarro y al MSc. Francisco Casasola miembros del comité, por su apoyo en esta investigación.

A los señores propietarios de las fincas en las cuales se realizó el estudio en Esparza: Héctor Zamora Granados, Pedro Venegas Porras, Hermanos Castro, Fernando Barrantes Hidalgo, Ronald Hidalgo Alvarado y al Sr. Miguel Rodríguez.

Al personal técnico del proyecto “Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas” en Esparza, MSc. Francisco Casasola por facilitarme las bases de datos, Don Rigo y Jorge por su apoyo en campo.

A Gustavo López y Fernando Casanoves por todo el apoyo en la parte estadística.

A la comunidad Mexicana en CATIE, que durante mi estadía viví y compartí muchas cosas agradables con mis paisanos.

A mis amigos en CATIE, Israel, Oscar, Martha, Osmita, Carlitos y Henry

Y muy especialmente a Gesine por todo su apoyo, paciencia, por todo lo vivido y compartido juntos.

## CONTENIDO

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
CONTENIDO .....	V
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT.....	XI
ÍNDICE DE CUADROS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XV
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XVI
1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1 Objetivos del estudio .....	19
1.1.1 Objetivo General.....	19
1.1.2 Objetivos específicos .....	19
1.2 Hipótesis del estudio.....	19
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	20
2.1 Situación de la ganadería en la región de Centroamérica.....	20
2.1.1 <i>La Ganadería en Costa Rica</i> .....	20
2.1.2 <i>Región Pacifico Central</i> .....	23
2.2 Conceptos y factores relacionados a la calidad de pasturas.....	24
2.2.1 <i>Condición de una Pradera</i> .....	24
2.2.2 <i>Influencia de los herbívoros en las pasturas</i> .....	24
2.2.3 <i>Valor nutritivo del forraje</i> .....	25
2.2.4 <i>Consumo Voluntario</i> .....	25
2.2.5 <i>Carga Animal</i> .....	26
2.3 Tipos de pasturas y sus características.....	26
2.3.1 <i>Pasturas naturales</i> .....	26
2.3.2 <i>Pasturas naturalizadas</i> .....	27
2.3.3 <i>Pasturas Mejoradas</i> .....	27

2.4	Componente arbóreo en potreros.....	28
2.4.1	<i>Árboles dispersos en potreros.....</i>	28
2.5	Degradación de pasturas .....	29
2.5.1	<i>Conceptos y definiciones de degradación de pasturas .....</i>	29
2.6	Impacto de degradación de pasturas sobre la rentabilidad de sistemas ganaderos .	31
2.7	Simulación de la producción de pasturas mediante modelos .....	32
2.7.1	<i>Modelo LIFE SIM .....</i>	32
2.8	Análisis financiero .....	33
2.8.1	<i>Flujo de caja .....</i>	33
2.8.2	<i>Presupuesto parcial .....</i>	33
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	34
3.1	Localización del área de estudio.....	34
3.2	Clima.....	34
3.3	Descripción de la zona de estudio.....	35
3.3.1	<i>Geomorfología de suelos .....</i>	36
3.3.2	<i>Usos de la tierra .....</i>	36
3.3.3	<i>Sistemas de producción ganadera .....</i>	36
3.3.4	<i>Pasturas, uso y manejo .....</i>	37
3.3.5	<i>Características socioeconómicas .....</i>	37
3.4	Metodología de fase de campo .....	38
3.4.1	<i>Criterios de selección de pasturas.....</i>	38
3.4.1.1	<i>Selección de sitios de evaluación.....</i>	38
3.4.1.2	<i>Unidades de muestreo.....</i>	40
3.4.2	<i>Caracterización arbórea en potreros .....</i>	40
3.4.2.1	<i>Inventario de árboles dispersos .....</i>	40
3.4.2.2	<i>Cobertura arbórea .....</i>	41
3.4.3	<i>Medición de disponibilidad de forraje y composición botánica en pasturas .....</i>	43
3.4.3.1	<i>Medición de disponibilidad de MS bajo copas .....</i>	44
3.4.4	<i>Evaluación de condiciones de degradación de las pasturas .....</i>	45
3.4.5	<i>Carga animal y manejo de potreros .....</i>	46
3.4.6	<i>Recolección de datos productivos y socioeconómicos .....</i>	47
3.5	Laboratorio.....	47

3.5.1 <i>Determinación de la calidad nutritiva de las pasturas</i> .....	47
3.6 Análisis de datos .....	47
3.6.1 <i>Elaboración de base de datos</i> .....	47
3.6.2 <i>Cálculos de disponibilidad de biomasa forrajera</i> .....	48
3.6.3 <i>Cálculo de reducción en la disponibilidad de MS ha<sup>-1</sup> por efecto de cobertura arbórea</i> .....	48
3.6.4 <i>Cálculo de reducción de la carga animal por disminución de la disponibilidad de MS ha<sup>-1</sup> por efecto de cobertura arbórea</i> .....	49
3.7 Análisis estadístico .....	49
3.7.1 <i>Diseño del experimento</i> .....	49
3.7.2 <i>Análisis de covarianza</i> .....	50
3.7.3 <i>Análisis de varianza</i> .....	51
3.8 Revisión de literatura sobre disponibilidad de forraje en el pacifico de Costa Rica	51
3.8.1 Disponibilidad de forraje Kg MS ha <sup>-1</sup> y calidad de pasturas mejoradas y naturalizadas .....	51
3.8.2 Estimación de disponibilidad promedio de forraje en pasturas mejoradas y naturalizadas en Esparza .....	56
3.8.3 Estimaciones de disponibilidad de forraje en pasturas mejoradas y naturalizadas para cada nivel de degradación.....	56
3.9 Potencial de productividad de pasturas mejoradas y naturalizadas, estimada mediante el programa de simulación LIFE-SIM .....	61
3.9.1 <i>Supuestos en el modelo de LIFE- SIM</i> .....	62
3.10 Análisis financiero .....	65
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	69
4.1. Disponibilidad de biomasa forrajera en pasturas mejoradas y naturalizadas en época seca y lluviosa.....	69
4.1.1. <i>Disponibilidad de forraje palatable</i> .....	69
4.1.2. <i>Disponibilidad de forraje poco palatable</i> .....	72
4.2 Composición botánica y la cobertura vegetal en pasturas mejoradas y naturales ....	73
4.3 Coberturas y suelo desnudo en pasturas .....	79
4.3.1 <i>Cobertura vegetal</i> .....	79
4.3.2 <i>Senescencia-mantillo</i> .....	79

4.3.3 <i>Suelo desnudo</i> .....	79
4.4 Manejo de pasturas .....	80
4.5 Disponibilidad de biomasa forrajera bajo y fuera de copa .....	81
4.6 Niveles de degradación de pasturas mejoradas y naturalizadas .....	83
4.7 Productividad en carne de pasturas mejoradas y naturales mediante simulación con LIFE SIM .....	90
4.8 Análisis de rentabilidad de un sistema de engorde de novillos bajo un sistema con una pastura naturalizada versus una pastura mejorada .....	94
5. CONCLUSIONES .....	101
6. RECOMENDACIONES .....	102
7. BIBLIOGRAFÍA .....	103
ANEXOS .....	114



**Lemus de Jesús, G. 2008.** Análisis de productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza, Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 126 p.

Palabras clave: pasturas mejoradas, pasturas naturalizadas, disponibilidad de biomasa forrajera, degradación de pasturas, productividad animal, LIFE SIM, *Brachiaria brizantha*, *Hypparrhenia rufa*, región pacífico central.

## RESUMEN

En este estudio se evaluó el potencial de productividad de carne  $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  de pasturas mejoradas (*B. brizantha*) y naturalizadas (*H. rufa*) en diferentes niveles de degradación en fincas ganaderas en Esparza, Costa Rica. Las pasturas se encontraron en potreros con pendientes promedio de 23,4% ( $\pm 11.4$ ) y 24,0% ( $\pm 10.2$ ) y las coberturas arbóreas fueron de 8,8% ( $\pm 4,8$ ) y 11,5% ( $\pm 6,0$ ) para mejoradas y naturalizadas respectivamente. Se midió la disponibilidad de materia seca (MS) en  $\text{Kg ha}^{-1}$  en 22 potreros en dos meses de época seca y dos de época lluviosa, por medio del método de rendimiento comparativo (BOTANAL). La disponibilidad promedio de MS en pasturas mejoradas en época seca fue de  $868 \text{ Kg ha}^{-1} \text{mes}^{-1}$  y de  $89 \text{ Kg ha}^{-1} \text{mes}^{-1}$  en pasturas naturalizadas. Para la época lluviosa, la disponibilidad promedio de MS fue de  $2448 \text{ Kg ha}^{-1} \text{mes}^{-1}$  en mejoradas y de  $721 \text{ Kg ha}^{-1} \text{mes}^{-1}$  en naturalizadas. Los potreros se estratificaron por niveles de degradación con base a la valoración de siete criterios de evaluación de la condición de las pasturas. Las pasturas mejoradas presentaron niveles sin degradación, degradación leve y degradación moderada; mientras que las naturalizadas presentaron niveles de degradación moderada, degradación severa y degradación muy severa. El impacto de cada nivel de degradación sobre la productividad en  $\text{Kg de carne ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  de las pasturas, se simuló a través del programa LIFE-SIM con tres escenarios de suplementación: 12 meses con  $4,0 \text{ Kg de pollinaza animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en sequía y  $1,7 \text{ Kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en lluvias, 5 meses con  $4,0 \text{ Kg de pollinaza animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en sequía y sin suplementación. En los escenarios donde la alimentación se basó solo en pasturas mejoradas en los tres niveles de degradación, las ganancias fueron de 212,5, 164,5 y 125,7  $\text{Kg carne ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  respectivamente. Los ingresos netos por  $\text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  estimados para pasturas mejoradas sin suplementación correspondieron a US\$ 147,8, US\$ 100,8 y US\$ 56,9 en los niveles sin degradación, degradación leve y degradación moderada, respectivamente. En pasturas naturalizadas en los estados actuales de degradación, los ingresos netos fueron

muy bajos en comparación con los obtenidos en pasturas mejoradas, así en un nivel de degradación moderada se obtienen ingresos netos solo con 12 y 5 meses de suplementación, mientras que en una degradación severa solo la estrategia con 12 meses de suplementación genera un ingreso de US\$ 11,0 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Las simulaciones sugieren que en pasturas naturalizadas las bajas disponibilidades de MS y la calidad no son suficientes para generar ingresos netos positivos. Las simulaciones para ambas pasturas mostraron que la cobertura arbórea no afecta significativamente la producción ni la rentabilidad, debido a que la reducción de MS en pasto *B. brizantha* es de solo 2 a 3% y en *H. rufa* de 5 a 6%. El costo de producir un Kg de carne en pasturas mejoradas sin uso de suplemento es de US\$ 0,69, disminuyendo a US\$ 0,55 con 5 meses de suplementación. Conforme aumenta el nivel de degradación, el costo de producir un Kg de carne se incrementa de US\$ 0.71 a US\$ 0.87 en niveles de degradación leve y moderada respectivamente. Se concluye que bajo las condiciones de las pasturas naturalizadas en Esparza, una alimentación basada exclusivamente en estas pasturas no es una actividad económicamente rentable. Se debe considerar la renovación de pasturas naturalizadas, continuar con el cambio a mejoradas y estrategias de suplementación en época seca ya que se aumenta la rentabilidad de los sistemas de engorde en Esparza.

**Lemus de Jesús, G. 2008.** Analysis of the productivity of pasture in silvopastoral systems of cattle dual purpose farms in Esparza, Costa Rica. Thesis Mg. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 126 p.

Keywords: natural and improved pasture, dry matter availability, animal productivity, LIFE SIM, *B. Brizantha*, *Hyparrehnia rufa*, central pacific region.

## ABSTRACT

The study evaluated the meat productivity potential of improved pastures (*B. brizantha*) and natural pastures (*H. rufa*) with different levels of degradation in cattle farms in Esparza, Costa Rica. The terrain of selected plots presented average slopes of 23,4% ( $\pm 11,4$ ) and 24,0% ( $\pm 10,2$ ) and the average tree cover was 8,8% ( $\pm 4,8$ ) and 11,5% ( $\pm 6,0$ ) for improved and natural pastures, respectively. The dry material (DM) availability in Kg ha<sup>-1</sup> has been measured in 22 plots during two month of the dry and two month of the rainy season. The average DM availability of improved pastures during the dry season was 868 Kg ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup> and 89 Kg ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup> for natural pastures. With regard to the rainy season, the average DM availability was 2448 Kg ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup> for improved and 721 Kg ha<sup>-1</sup> month<sup>-1</sup> for natural pastures. The plots have been classified according to their level of degradation using seven different criteria for the evaluation of pasture degradation. The degradation levels which have been determined for improved pastures were no degradation, slight and advanced degradation. The natural pastures presented moderate, severe and very severe degradation. The impact of each level of degradation on the meat production potential of each pasture was simulated using the program LIFE-SIM. For each level of degradation, three scenarios have been created with regard to the supplement feeding strategy: use of chicken litter during 12 month (4,0 Kg de chicken litter animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> during dry season and 1,7 Kg animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> during rainy season), 5 month (4,0 Kg chicken litter animal<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup> during dry season) and no supplementation. With regard to the scenarios where no supplement has been given, meat production of 212,5, 164,5 and 125,7 Kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> has been simulated for improved pasture with no degradation, slight and moderate degradation, and the corresponding net incomes were US\$ 147,8, US\$ 100,8 and US\$ 56,9 ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. The net incomes for natural pastures under the present levels of degradation were low compared to incomes obtained from improved pastures. Pastures with a moderate level of degradation generated a positive net

income with supplementation during 12 and 5 month, while in pastures with severe degradation only in the scenario with 12 month of supplementation a net income of US\$ 11,0 ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> was obtained. Low net incomes were the result of low DM availability and poor pasture quality. Comparing the net incomes of both pastures with tree and without tree cover, it has been found that the tree cover has no significant impact on the meat production and the income from meat sales since the tree cover reduces the DM availability of *B. brizantha* by 2-3% and the availability of *H. rufa* by 5-6%. The cost of producing 1 Kg of meat in improved pastures without the use of a supplement is US\$ 0,69 and US\$ 0,55 for a scenario of 5 month of supplementing with chicken litter. An increase of pasture degradation results in an increase of costs of meat production of US\$ 0,71 in case of slight pasture degradation and of US\$ 0,87 where pastures presented a level of moderate degradation. Considering the results of this study, it has been concluded that a feeding strategy which is solely based on natural pastures is financially not viable. To generate positive net incomes with meat production on farms in Esparza, the management of natural pastures has to be improved or they have to be replaced by improved pastures, and an adequate supplementation strategy has to be added especially during the dry season.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficie agrícola y de praderas y pastos en Centroamérica en el año 2003.....	20
Cuadro 2. Indicadores de carga animal, composición del hato y áreas promedio de las fincas por sistemas de producción de carne de bovino, según regiones de desarrollo .....	23
Cuadro 3. Dinámica en los cambios en los usos de la tierra (%) en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica, durante el período 2003–2005.....	37
Cuadro 4. Descripción de características y manejo (promedios) de pasturas mejoradas y naturalizadas en Esparza, Costa Rica. ....	40
Cuadro 5. Lista de especies arbóreas encontradas en potreros evaluados con pasturas mejoradas y naturalizadas .....	42
Cuadro 6. Descripción de los niveles de degradación considerados y las escalas de evaluación .....	46
Cuadro 7. Disponibilidades de forraje Kg MS ha <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup> y calidad de <i>B. brizantha</i> en la zona pacífico central de Costa Rica, reportados por diferentes estudios. ....	52
Cuadro 8. Disponibilidades de forraje Kg MS ha <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup> y calidad de <i>H. rufa</i> en la zona pacífico central de Costa Rica, reportados por diferentes estudios. ....	53
Cuadro 9. Disponibilidad de biomasa forrajera Kg MS ha <sup>-1</sup> mes <sup>-1</sup> sin cobertura arbórea en un ecosistema de trópico seco en Cañas, Guanacaste, Costa Rica. ....	54
Cuadro 10. Estimación de disponibilidad promedio de forraje para pasturas mejoradas y naturalizadas con cobertura arbórea en Esparza, Costa Rica. ....	57
Cuadro 11. Estimación de disponibilidad mensual de forraje en pasturas mejoradas con 8,8% de cobertura en los diferentes niveles de degradación presentes en potreros de Esparza .....	59
Cuadro 12. Estimación de disponibilidad mensual de forraje en pasturas naturalizadas con 11,5% de cobertura en los diferentes niveles de degradación presentes en potreros de Esparza .....	60
Cuadro 13. Supuestos e insumos usados en los escenarios simulados con LIFE-SIM para determinar la producción de carne Kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> en pasturas mejoradas con cobertura arbórea. ....	63
Cuadro 14. Supuestos e insumos usados en los escenarios simulados con LIFE SIM para determinar la producción de carne Kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> en pasturas naturalizadas con cobertura arbórea.....	64
Cuadro 15. Costos de insumos y mano de obra en el establecimiento y mantenimiento de pasturas mejoradas a nivel de hectárea para un año .....	67

Cuadro 16. Costos de insumos y mano de obra en el establecimiento y mantenimiento de pasturas naturalizadas a nivel de hectárea para un año.....	68
Cuadro 17. Composición botánica, senescencia-mantillo y suelo desnudo encontradas en potreros con pasturas mejoradas y naturalizadas en fincas de Esparza. ....	75
Cuadro 18. Disponibilidad de materia seca (g MS/m <sup>2</sup> ) fuera y bajo copas de 3 especies de árboles aislados. ....	82
Cuadro 19. Estados de degradación de potreros con pasturas mejoradas evaluados en ambas épocas en Esparza.....	84
Cuadro 20. Estados de degradación de potreros con pasturas naturalizadas evaluados en ambas épocas en Esparza.....	85
Cuadro 21. Productividad de carne (Kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) en pasturas mejoradas con 8,8% de cobertura arbórea .....	90
Cuadro 22. Productividad de carne (Kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) en pasturas mejoradas sin cobertura arbórea .....	91
Cuadro 23. Productividad de carne (Kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) en pasturas naturalizadas con 11,5% de cobertura arbórea. ....	91
Cuadro 24. Productividad de carne (Kg ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> ) en pasturas naturalizadas sin cobertura arbórea. ....	92
Cuadro 25. Ingresos netos anuales obtenidos para los diferentes niveles de degradación con 3 escenarios de suplementación en pasturas mejoradas con 8,8% de cobertura arbórea.....	95
Cuadro 26. Ingresos netos anuales obtenidos para los diferentes niveles de degradación con 3 escenarios de estrategia en suplementación en pasturas mejoradas sin cobertura arbórea.....	95
Cuadro 27. Ingresos netos anuales obtenidos para los diferentes niveles de degradación con 3 escenarios de estrategia en suplementación en pasturas naturalizadas (con 11,5% de cobertura arbórea).....	97
Cuadro 28. Ingresos netos anuales obtenidos para los diferentes niveles de degradación con 3 escenarios de estrategia en suplementación en pasturas naturalizadas (sin cobertura arbórea).....	98

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del hato costarricense (millones de cabezas). Periodo 1973-2005.....	21
Figura 2. Distribución del área de pastos, fincas y cabezas de ganado por sistemas de producción en Costa Rica. ....	22
Figura 3. Mapa de de ubicación del área de estudio en Esparza, Provincia de Puntarenas, Costa Rica.....	34
Figura 4. Precipitaciones (mm) y temperaturas (°C) promedio mensuales de 2005 a 2007 en Esparza.....	35
Figura 5. Esquema de calificación de los criterios de evaluación para determinar degradación de pasturas. ....	45
Figura 6. Curva de disponibilidad de MS Kg ha <sup>-1</sup> mes <sup>-1</sup> de <i>B. brizantha</i> a lo largo del año en Esparza. ....	58
Figura 7. Curva de disponibilidad de MS Kg ha <sup>-1</sup> mes <sup>-1</sup> de <i>H. rufa</i> a lo largo del año en Esparza. ....	58
Figura 8. Disponibilidad de MS en kg ha <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup> de biomasa forrajera palatable en pasturas mejoradas y naturalizadas. ....	70
Figura 9. Disponibilidad de MS en Kg ha <sup>-1</sup> ciclo <sup>-1</sup> de biomasa forrajera poco palatable en pasturas mejoradas y naturalizadas. ....	73
Figura 10. Distribución de cobertura vegetal en pasturas mejoradas y naturalizadas en época seca.....	74
Figura 11. Distribución de cobertura vegetal en pasturas mejoradas y naturalizadas en época lluviosa.....	74
Figura 12. Distribución de cobertura vegetal, senescencia-mantillo y suelo desnudo en pasturas mejoradas y naturalizadas en época seca.....	78
Figura 13. Distribución de diferentes coberturas vegetales, senescencia-mantillo y suelo desnudo en pasturas mejoradas y naturalizadas en época lluviosa.....	78
Figura. 14. Interacción pastura x época en las variables senescencia-mantillo y suelo desnudo.....	80
Figura 15. Relación entre la condición de degradación y la disponibilidad de forraje palatable y poco palatable (Kg MS ha <sup>-1</sup> época <sup>-1</sup> ) en pasturas mejoradas .....	87
Figura 16. Relación entre el nivel de degradación con la disponibilidad de forraje palatable y poco palatable (Kg MS ha <sup>-1</sup> época <sup>-1</sup> ) en pasturas naturalizadas.....	87

## LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

CA	: Carga Animal
CATIE	: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CORFOGA	: Corporación de Fomento Ganadero
dap	: diámetro a la altura del pecho (a 1.3 m)
DD	: Días de Descanso
DO	: Días de Ocupación
ESIME	: Enfoques Silvopastoriles para el Manejo Integrado de Ecosistemas
FU	: Factor de Uso
LIFE SIM	: Livestock Feeding Strategies Simulation Model
MAG	: Ministerio de Agricultura y Ganadería
PD	: Pastura Degradada: con menos del 50% de pastos deseables quizás con evidencia de erosión (ESIME 2003)
PM	: Pastura Mejorada: contiene una cobertura vegetal de 70% con especies de pastos con alto vigor productivo (ESIME 2003)
PN	: Pastura Natural: caracterizada por pastos nativos de baja productividad (ESIME 2003)
RIEP	: Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales
SSP	: Sistemas Silvopastoriles
UA	: Unidad Animal (1 UA equivale a 400 kg PV)



## 1. INTRODUCCIÓN

A la ganadería se le ha considerado como una de las principales causantes de la deforestación de los bosques en el mundo, ocasionando cambios en los paisajes rurales hasta llegar a una escala continental con enormes repercusiones ambientales y sociales (Bennett y Hoffmann 1992, Steinfeld 2000, Kaimowitz y Angelsen 2001, Sánchez 2002, IICA 2005).

La actividad ganadera aun se basa en el pastoreo extensivo como principal recurso alimenticio con uso de especies nativas y naturalizadas de bajo valor nutritivo que permiten cargas animales inferiores a  $0.7 \text{ UA ha}^{-1}$  (González 1996, Szott et ál. 2000, Lobo 2004, Pirela 2005). Esto ocasiona problemas de sobrepastoreo, erosión, pérdida de capacidad productiva de biomasa, lo que conlleva al incremento de pasturas degradadas (Botero 1998, CATIE 2002, Pomareda y Stenfield 2000).

Se considera que en Centroamérica las pasturas están degradadas en un 30% (Szott et ál. 2000). Mientras que la tasa de degradación de pasturas es del 12%, la tasa anual de renovación de pasturas es apenas del 5%, esto ocasiona grandes pérdidas económicas a los ganaderos (CATIE 2002, Holmann et ál. 2004, Betancourt 2006).

En Costa Rica, los sistemas de producción se han caracterizado por ser explotaciones con un uso de suelo de tipo extensivo, donde la producción y la calidad de los forrajes disponibles son bajas por unidad de superficie, lo que ocasiona deficiencia nutricional y problemas sanitarios. Esta situación implica la compra de concentrados y subproductos agroindustriales para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales (Orozco 1998, Lobo y Acuña 1999, Lobo 2004).

En la región pacifico central, la principal actividad ganadera que se desarrolla es la cría de ganado, evidenciando una tendencia hacia el doble propósito o leche (Orozco 1998, CORFOGA 2000). Los sistemas de producción son de tipo extensivo y el nivel de producción varía dependiendo de los genotipos usados y del manejo alimenticio (Bazill et ál. 1995 citado por Franco 1997, Pérez 2002).

Para lograr mejoras en la productividad animal y disminución de problemas ambientales ocasionados por la ganadería, es importante promover e incentivar sistemas ganaderos sostenibles y amigables con el ambiente. Las pasturas mejoradas y sistemas silvopastoriles (SSP) son mejor opción que los sistemas tradicionales desde el punto de vista de productividad, contribución a la conservación de los recursos naturales y bienestar de las familias ganaderas (Murgueitio 1999, Pomareda 2000).

Los SSP tienen el potencial de aportar a la conservación de la biodiversidad mediante la provisión de habitats y recursos alimenticios para la fauna silvestre y a la conectividad de paisajes fragmentados. Al mismo tiempo mejoran la fertilidad del suelo, conservan el agua mediante la infiltración y reducen la escorrentía superficial, capturan carbono y ofrecen beneficios económicos a las familias ganaderas mediante el aumento del ingreso por la obtención de productos como leña, frutos, madera y forraje (Harvey y Haber 1999, Beer et ál. 2003, Ríos 2006).

En este estudio se pretende determinar los estados de degradación de pasturas mejoradas<sup>1</sup> y naturalizadas<sup>2</sup> en fincas ganaderas de Esparza, a fin de estimar el potencial productivo actual en Kg carne ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> por cada nivel de degradación. Al evaluar pasturas bajo similares condiciones biofísicas nos permitirá analizar la rentabilidad de los sistemas y a la vez determinar las acciones a realizar sobre las prácticas de uso de suelo actuales, buscando reducir la degradación de los recursos naturales.

La investigación está inmersa dentro del proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas que busca promover la adopción de prácticas pecuarias sostenibles, mediante cambios de uso de suelo amigables con el ambiente como los sistemas silvopastoriles.

---

<sup>1</sup> En este estudio se considera una pastura mejorada aquella que contiene una cobertura del 70% con especies exóticas de alto vigor productivo (ESIME 2003).

<sup>2</sup> En este estudio se considera una pastura naturalizada (*H. rufa*) aquella especie introducida en su momento como mejor opción forrajera antes de las conocidas pasturas mejoradas (Romero 1998, CORFOGA 2000).

## **1.1 Objetivos del estudio**

### 1.1.1 Objetivo General

Analizar la productividad de pasturas en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de doble propósito en Esparza.

### 1.1.2 Objetivos específicos

1. Cuantificar la disponibilidad de pasto ( $\text{Kg MS ha}^{-1} \text{mes}^{-1}$ ) y evaluar la composición botánica en pasturas mejoradas y naturalizadas.
2. Determinar los niveles de degradación en la cual se encuentran las pasturas mejoradas y naturalizadas.
3. Determinar el potencial de productividad de carne e ingresos netos de pasturas mejoradas y naturalizadas con base a la disponibilidad de pasto de cada nivel de degradación de pasturas.

## **1.2 Hipótesis del estudio**

1. Bajo condiciones biofísicas similares, las diferencias en la disponibilidad de biomasa ( $\text{Kg MS ha}^{-1} \text{mes}^{-1}$ ) y la calidad de la composición botánica entre pasturas mejoradas y naturalizadas son determinadas por el tipo de pastura y por su manejo
2. Los mayores niveles de degradación se encuentran en las pasturas naturalizadas.
3. La productividad de carne en  $\text{Kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$  esta en función de cada nivel de degradación y es menor en pasturas naturalizadas, por lo tanto, la rentabilidad por  $\text{ha}^{-1}$  es mayor en pasturas mejoradas.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Situación de la ganadería en la región de Centroamérica

#### 2.1.1 La Ganadería en Costa Rica

Los sistemas de producción bovina en el trópico representan un importante aporte a la economía de los productores y sus familias. La alimentación basada en el pastoreo es la forma más eficiente y económica de convertir materia vegetal en productos útiles al hombre con valor económico (carne, leche, etc.). En América Central, el área de pastos estimado por Murgueitio e Ibrahim (2001) es alrededor de 46% (18,4 millones de ha), siendo uno de los más importantes usos de la tierra. FAOSTAT (2006) reportó que la superficie ocupada por praderas y pastos en 2003 era de 15. 647.000 hectáreas. Costa Rica ocupaba 2.340 000 hectáreas, 14,96% del total (Cuadro 1).

Cuadro 1. Superficie agrícola y de praderas y pastos en Centroamérica en el año 2003

País	Superficie agrícola (millones ha)	Superficie praderas y pastos (millones ha)
Belice	152	50
Costa Rica	2.865	2.340
El Salvador	1.704	794
Guatemala	4.652	2.602
Honduras	2.936	1.508
Nicaragua	6.976	4.815
Panamá	2.230	1.535
<b>Total</b>	<b>23.518</b>	<b>15.647</b>

Fuente: FAOSTAT 2006. Tomado de Pérez , 2006

En 1988 la extensión forrajera de Costa Rica abarcaba 2,4 millones de hectáreas (48% del territorio nacional), que representaban tres veces la superficie dedicada a otros cultivos agrícolas. Para 1992 el área de pastos era de 1,65 millones de hectáreas; en el Censo 2000 se define un área de pastos cercana a los 1,35 millones de hectáreas, confirmando un descenso en la superficie dedicada a la producción ganadera (CORFOGA 2000). Esta tendencia es difícil de revertir, por un lado debido a la necesidad de liberar áreas por la presión ejercida por el crecimiento urbano, y por otro lado por la necesidad de mantener las áreas destinadas a la conservación de recursos naturales (UNA 2007).

Dentro de las áreas ocupadas actualmente por la ganadería existen importantes problemas de malezas en porcentajes variables, donde cerca del 7,6 % del área están cubiertas por malezas arbustivas y aproximadamente 1 millón de hectáreas requieren de un mejor manejo de malezas (Herrera et ál. 2004).

El hato ganadero en Centroamérica se ha incrementado en los últimos cinco años en más del 10%, pasando de 11.360.100 cabezas en el 2000 a 12.539.935 en el año 2005 (FAOSTAT 2006). La situación de Costa Rica ha sido diferente, se afirma que asociado al descenso en las áreas de pastoreo ha ocurrido un deterioro del hato nacional a una tasa aproximada de un 3 % por año (CNP 2002), debido a que el número de cabezas ha disminuido de 1.358.200 en el año 2000 a 1.080.900 en el 2005.

Los últimos censos ganaderos han mostrado una tendencia a la reducción (Figura 1) tanto del número de cabezas como del número de unidades de producción (Montenegro y Abarca 1998, CORFOGA 2000, FAOSTAT 2006).

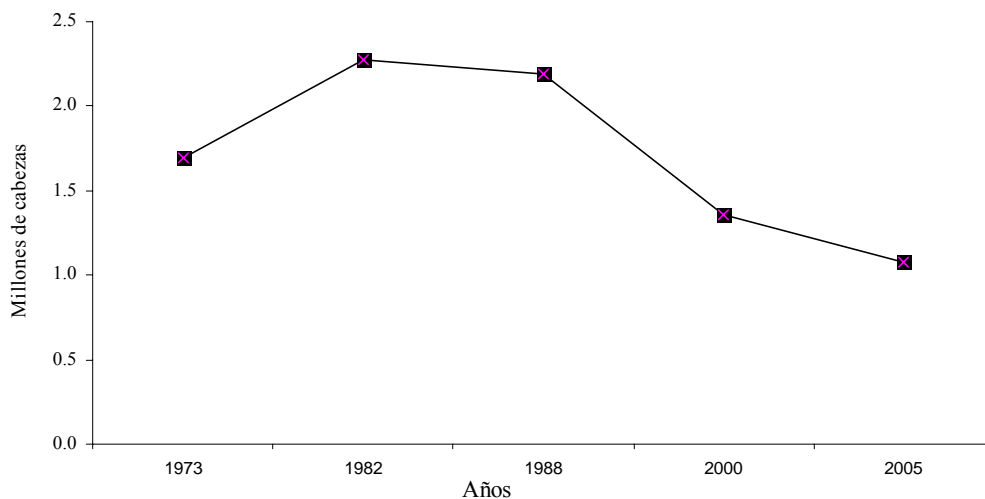


Figura 1. Evolución del hato costarricense (millones de cabezas). Periodo 1973-2005. Adaptado de Protecnet sf y Pérez 2006.

La ganadería en el año 2000 se basaba en 1,35 millones de hectáreas de pastos para los tres sistemas de producción existentes, de los cuales el sistema de carne utiliza un 72%, seguido del doble propósito con un 19,9 % y un 8,2 % para el lechero. El número de

cabezas de ganado y fincas se distribuyen en el mismo orden (Figura 2) (CORFOGA 2000). Los animales que predominan son los cruzados de razas cebuinas con criollas (SIDE 2005).

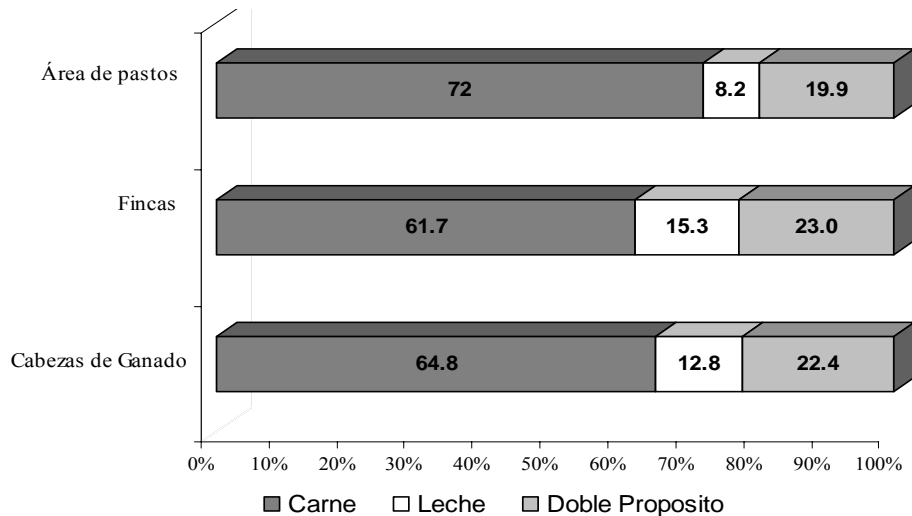


Figura 2. Distribución del área de pastos, fincas y cabezas de ganado por sistemas de producción en Costa Rica. Tomado de Censo Ganadero 2000

Los principales mercados para las exportaciones han sido Estados Unidos y Puerto Rico, a pesar que en los últimos años han disminuido las exportaciones totales y la proporción de las mismas hacia estos países. Para el 2002, Costa Rica exporta a mercados centroamericanos, sobre todo a El Salvador, Guatemala y Nicaragua (SIDE 2005). La producción de carne disminuyó de 74,104 toneladas métricas en el año 2004 a 68,700 toneladas métricas en el 2005 (FAOSTAT 2006). La ganadería de carne de vacuno y la industria de la matanza y transformación de la carne representaron el 1,5% del PIB de Costa Rica durante el periodo comprendido entre 1996 y 2001 (SEPSA 2005).

La producción lechera ha constituido una actividad económica de marcada importancia por su contribución al bienestar económico y social de la población tanto en ámbitos rurales como urbanos (Steinfeld 2000). Los mercados para la leche son la empresa Productores de Monteverde S.A. (PROMONSA) y las cooperativas Dos Pinos R. L. y Coopeleche R.L. El nivel tecnológico de la ganadería especializada de leche puede considerarse como alto, debido a que la carga animal promedio es de 5 unidades animal por

hectárea y la producción de leche en muchas fincas supera los 100 Kg ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (Infoagro 2007).

Las principales regiones del país que se dedican a la actividad de carne son Huetar Norte y Chorotega, las cuales en el Censo 2000 registraron el 54,2% del número total de cabezas de ganado a nivel nacional bajo el sistema de ganadería de carne y de doble propósito. En el Cuadro 2, se muestra la descripción de carga animal, composición del hato y área promedio de las fincas en las regiones del país para los dos sistemas en mención (CORFOGA 2000).

Cuadro 2. Indicadores de carga animal, composición del hato y áreas promedio de las fincas por sistemas de producción de carne de bovino, según regiones de desarrollo

Regiones	Carga Animal (UA ha <sup>-1</sup> )			Composición del Hato (Rel. Hembras: Macho)		Área promedio Fincas (ha <sup>-1</sup> )	
	Carne	Doble Propósito	Carne + DP	Ganadería de Carne	Doble Propósito	Ganadería de Carne	Doble Propósito
Huetar Atlántica.	0,84	1,14	0,87	1,82	3,70	32	20
Huetar Norte	0,73	0,93	0,80	1,30	3,85	45	28
Pacífico Central	0,69	0,83	0,71	2,04	3,13	52	53
Central	0,68	0,77	0,70	1,30	3,13	24	15
Chorotega	0,65	0,72	0,66	1,82	3,23	61	52
Brunca	0,63	0,84	0,65	2,33	3,03	33	25
<b>Total País</b>	<b>0,70</b>	<b>0,85</b>	<b>0,73</b>	<b>1,72</b>	<b>3,45</b>	<b>42</b>	<b>31</b>

Fuente: Censo Ganadero 2000. MAG – CORFOGA – Programa de Erradicación del Gusano Barrenador.

### 2.1.2 Región Pacífico Central

Existen problemas de baja productividad (leche y carne), bajos índices reproductivos, uso de pasturas no adaptadas a las diferentes condiciones edafoclimáticas y mal manejo de los recursos forrajeros. Estos factores causan la degradación de los pastos con aumento en la intensidad de malezas y causan pérdida de fertilidad en los suelos por erosión (Pérez 2002, Orozco 2002, Lobo 2004).

La base alimenticia forrajera donde se ha desarrollado la ganadería ha sido dependiente de las fluctuaciones en cantidad y calidad de los forrajes naturalizados, principalmente jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y pastos naturales (*Paspalum notatum*, *Paspalum centrale*, *Axonopus compressus*, *Sporobolus poiretti*, *Eleusine indica*, *Panicum trichoides*, *Digitaria ciliaris*, *Cyperaceae*, entre otros) con bajas producciones de biomasa (Alagón 1990 citado por Franco 1997, Lobo y Acuña 1999, Pérez 2002, Ramos 2003)

El sistema de manejo del hato es extensivo donde las pasturas están divididas en apartos (potreros) de área variable. Se realiza la rotación de animales hasta que la disponibilidad de forraje es mínima (CORFOGA 2000). La presencia de malezas se controla con machete (chapia) y herbicidas (Fujisaka et ál. sf), existe poco uso de los fertilizantes.

## **2.2 Conceptos y factores relacionados a la calidad de pasturas**

La calidad de las pasturas se puede medir con respecto a la producción de Kg carne animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y producción de leche Kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> (Gutiérrez 1996, Ibrahim 2006).

### *2.2.1 Condición de una Pradera*

La condición de la pradera, es la suma de varios parámetros tales como la composición botánica, reducción de la cobertura vegetal, disminución de la fertilidad del suelo, pérdida de especies deseables y aparición de especies indeseables con relación a un óptimo económico o ambiental (Gutiérrez 1996).

### *2.2.2 Influencia de los herbívoros en las pasturas*

La influencia de los herbívoros mayores sobre la estructura de la vegetación en pastizales es compleja, ya que cosechan una gran proporción de la biomasa aérea. Producen efectos directos como pisoteo, orina, defecación y desecho de material vegetal; e indirectos sobre la dispersión, el establecimiento, el crecimiento y la reproducción de las plantas (Collins 1987). La reacción de las plantas a la defoliación se refleja en cambios a nivel de su composición química, cantidad de biomasa producida e incluso en su morfología (Skarpe 1991).



También existen algunas relaciones generales entre las características del hábitat y los patrones de pastoreo, por ejemplo, los factores abióticos tales como la pendiente y la distancia a fuentes de agua que pueden forzar el pastoreo de algunas áreas y el no uso de otras. Los factores bióticos tales como la composición de especies, la morfología de las plantas, su disponibilidad y calidad forrajera, también pueden afectar la distribución de los animales en pastoreo (Senft et ál. 1987).

### *2.2.3 Valor nutritivo del forraje*

La importancia de las especies que sirven para la alimentación de los animales domésticos se expresa en el valor nutritivo que esta dado por su composición química, digestibilidad, factores ambientales, rendimiento vegetal, consumo voluntario y la interacción entre las pasturas, el animal y el ambiente.

Entre los factores que afectan el valor nutritivo están los que son propios de la planta (especie, edad, morfología, etc.), factores ambientales (temperatura, radiación solar, precipitación, fertilidad y tipo de suelo), factores bióticos (plantas arvenses, plagas y enfermedades) y factores de manejo (selección de la semilla, siembra, manejo, fertilización, enfermedades, frecuencia y altura de pastoreo, carga animal y tiempo de ocupación) que el hombre ejerce sobre la pastura (Bernal 2003, Pirela 2005).

### *2.2.4 Consumo Voluntario*

En las condiciones normales de trópico es factible que el CV varié entre 0,9 y 3,0% de consumo diario en materia seca, basado en el peso vivo del animal, considerando los extremos de un pasto malo y uno excelente. Para pastos tropicales medianamente manejados es factible encontrar consumos entre 1,8 y 2,5% (Gutiérrez 1996). La selectividad tiene dos dimensiones, una corresponde a la definición de cuáles plantas o qué partes de las plantas pueden ser seleccionadas de acuerdo con el orden de disponibilidad inmediata (selección de la dieta). El segundo está relacionado en el como puedan moverse los animales a través de la comunidad, es decir, la selección de los sitios de alimentación (Pyke et ál. 1984 citado por Velásquez 2005).

### 2.2.5 *Carga Animal*

La carga animal determina la utilización eficiente de los pastos y la producción por unidad animal y por unidad de superficie. La elección de la carga animal en un área se determina por el nivel de producción animal, sostenibilidad de la pastura e ingreso de la finca y se debe adaptar a la capacidad natural que tiene el sistema de soportar animales que puede estar determinado por el clima y la entrada natural de nutrientes (González 1996, Gutiérrez 1996, Ibrahim 2006).

## 2.3 Tipos de pasturas y sus características

### 2.3.1 *Pasturas naturales*

Los pastizales son áreas en las que predominan las gramíneas (miembros de la familia Poaceae con exclusión del bambú) o plantas de tipo gramíneo con un componente leñoso menor al 26% de la cobertura. Los pastizales naturales son propios de zonas con tres características principales: sequías estacionales, incendios y pastoreo de herbívoros grandes (UNESCO 1976 modificado por Driscoll et ál. 1983 y 1984 citado por Ospina 2005). Según Huss et ál. (1986) se considera un pastizal natural a cualquier área que produce forraje, ya sea éste en forma de gramíneas, arbustos ramoneables, herbáceas o mezcla de éstas. Las pasturas naturales ofrecen en general un panorama con preponderancia de especies crecientes calificadas de ordinarias, como resultado del manejo pastoril abusivo e irracional al que han sido expuestas (Pereira 2003).

Los pastizales naturales o semi-naturales son una fuente de forraje que bien manejada cumple una función productiva importante en los sistemas ganaderos de bajos insumos. Son un adicional a las pasturas sembradas ya que brindan una oferta forrajera variada (Provenza 1996) y por su diversidad funcional y de especies pueden amortiguar la producción ante eventos extremos (Tilman et ál. 1996). El rendimiento de las pasturas nativas varía en función de la especie, unidades fisiográficas y época del año. Sin embargo, el valor nutritivo esta en función de la composición química y la digestibilidad que varían en función de la época, edad del rebrote, especie y parte de la planta (Tejos 2005).

### 2.3.2 Pasturas naturalizadas

Las pasturas naturalizadas, son pastos que fueron introducidos a ecosistemas con pastos naturales como mejor opción forrajera mucho antes de las conocidas pasturas mejoradas. Algunos ejemplos de ellas son jaragua, estrella africana, kikuyo, guinea de castilla, elefantes o gigantes, imperial, alemán, pará, janeiro, capín (Romero 1998, CORFOGA 2000). Existen ecosistemas donde todavía son las mejores alternativas.

La característica del pasto jaragua es que se desarrolla bien a nivel del mar hasta los 1200 msnm, con temperaturas que varían entre los 18 y 35 °C y con precipitaciones entre los 1000 y 3000 mm. No tolera la sombra, crece muy bien bajo sol, es una de las primeras especies en rebrotar cuando empieza la lluvia, puede alcanzar 2 ó mas metros de altura. Su contenido promedio de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca a los 30 días de rebrote es de aproximadamente 8 y 56%, respectivamente. La producción promedio diaria de forrajes es de 35 Kg MS ha<sup>-1</sup>. Su tasa de recuperación es moderada desde el pastoreo (45 a 50 días). Es un pasto que resiste el pisoteo, llegando a mantener bajo pastoreo rotacional hasta 3 UA ha<sup>-1</sup> durante 5 meses de periodo lluvioso ya que en sequía el pasto se seca y pierde casi todo su valor nutricional y es susceptible al fuego (Lobo y Díaz 2001, Lacy 2007).

### 2.3.3 Pasturas Mejoradas

Las pasturas del género *Brachiaria* tienen una importancia en la alimentación animal ya que han permitido lograr sustanciales incrementos de la productividad ganadera en muchos países de la región (Holmann et ál. 2004). Tan solo en Brasil se han establecido entre 30 y 70 millones de hectáreas (Miles et ál. 1998).

En América Latina, la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT) ha trabajado para desarrollar nuevas tecnologías de pasturas que posibiliten el incremento de la productividad de los tradicionales sistemas extensivos de producción ganadera (Toledo 1982). Durante 20 años 11 variedades de gramíneas se han liberado como cultivares comerciales, la mayoría de ellas del género *Brachiaria*, junto con 16 variedades

de leguminosas, ambas adaptadas a las difíciles condiciones edáficas y ambientales del trópico (CIAT 2003 citado por Holmann et ál. 2004).

Diversos estudios en Costa Rica, han determinado mejoras en la productividad animal mediante el uso de pasturas mejoradas (*B. brizantha*, *E. berteriana*, *B. decumbens*) asociadas con leguminosas (*A. pintoï*) con aumentos de un 8% de biomasa y un 15% de contenido proteico que se reflejan en un 9 a 11,4% mas leche que con pastos sin asociar (Jansen et ál. 1997, Romero y González 1998).

Evaluaciones de pasturas mejoradas en el trópico Colombiano han presentado buenos rendimientos como la *Brachiaria decumbens* (6 y 10 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) con una producción de carne entre 225 y 402 Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; *Brachiaria brizantha* la libertad (8 y 20 t de MS ha<sup>-1</sup> al año) con rendimientos de 150 a 200 Kg animal<sup>-1</sup> y 300 a 500 Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; *B. brizantha* cv Toledo (hasta 30 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de MS) con cargas superiores a 2.5 UA ha<sup>-1</sup> con un periodo de descanso entre 21 y 28 días; *B. humidicola* cv. pasto dulce que soporta alta carga animal (> 2 UA ha<sup>-1</sup>) permitiendo ganancias de peso de 82 Kg animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y 180 Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Pérez sf).

## **2.4 Componente arbóreo en potreros**

### *2.4.1 Árboles dispersos en potreros*

La presencia de árboles dentro de los sistemas pecuarios es una práctica tradicional en muchos sistemas ganaderos en el trópico. Los árboles influyen en la intercepción de la luz, en la producción y calidad forrajera de las gramíneas nativas e introducidas, sobre la composición botánica del pastizal, en el contenido de nitrógeno y en la fertilidad del suelo (Anderson et ál. 1980, Díaz 1992 citados por Díaz 2003, Acciaresi et ál. 1994, Andrade 1999).

Los árboles proveen sombra que es un factor que puede contribuir a mejorar la calidad de los pastos (Zelada 1996), aunque la calidad parece estar mediado por cambios anatómicos o morfológicos en las plantas (Pezo e Ibrahim 1999), el aporte de mejores condiciones para el bienestar de los animales mejorando el microclima, (Carvalho et ál. sf,

Souza de Abreu et ál. 1999, Restrepo 2002, Díaz 2003, Betancourt et ál. 2005), proveen sombra, frutos y forraje durante la época seca (Casasola et ál. 2001), provisión de madera y leña que benefician al productor (Kaimowitz 2001, Jiménez et ál. 2002), contribución al secuestro de carbono (Chacón et ál. 2006), protección contra la erosión del suelo, disminución de la degradación y a la conservación de la biodiversidad (Harvey et ál. 1999).

En Cañas, Costa Rica, un 90 % de las fincas presentan árboles dispersos en potreros (Restrepo 2002). En la zona del pacífico de Centroamérica las especies más frecuentes en los potreros son genízaro (*Samán pithecellobium*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y roble de sabana (*Tabebuia rosea*) (Agroforestería Pecuaria sf). Villanueva et ál. (2007) reportan para Esparza las especies coyol (*Acrocomia aculeata*), roble (*Tabebuia rosea*), guacimo (*Guazuma ulmifolia*), laurel (*Cordia alliodora*), guayaba (*Psidium guajava*), cedro amargo (*Cedrela odorata*) y guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) como las especies mas abundantes en potreros.

## **2.5 Degradación de pasturas**

### *2.5.1 Conceptos y definiciones de degradación de pasturas*

Una pastura degradada se define como un área utilizada en ganadería generalmente con una cobertura de gramíneas o ciperáceas con grados de enmalezamiento, con compactación de suelo y erosión que resultan en una disminución de la calidad de la pastura y por tanto en la productividad animal (Spain y Gualdron 1988, Argel 2000).

Murgueito et ál. (2003), definen a una pastura degradada como toda pastura con menos del 50% de cobertura de forraje de pastos deseables. Las pasturas de especies de *Brachiarias* suelen degradarse con el tiempo, de manera que su productividad disminuye y las malezas las invaden (Fisher y Kerridge 1998). Para pasturas naturales en proceso de degradación se ha utilizado el término abandonada o erodada (Nichols et ál. 2001 citado por Betancourt 2006).

En pasturas degradadas existe una reducción de nutrientes y de materia orgánica del suelo, y una disminución en la capacidad de transporte y retención de agua en el perfil del suelo causada por varias razones, como la introducción de especies forrajeras no adaptadas a las condiciones de una determinada región, el mal manejo de las pasturas, la compactación del suelo, la erosión (Spain y Gualdrón 1988, Giraldo y Bolívar 1999).

Los estados de degradación de las pasturas en el trópico forman parte de dos ciclos, el primero de un periodo que va entre los 10 y 15 años, siendo buena la productividad en los tres primeros años, sin embargo, luego se inicia una gradual y rápida reducción, acompañada por un incremento en la presencia de malezas hasta alcanzar avanzados estados de degradación alrededor de los cinco o siete años. El segundo ciclo (crecimiento de bosque secundario) se presenta cuando la pastura degradada es abandonada (Serrao y Toledo 1992).

Factores que causan la degradación de pasturas:

- *Tecnológicos*: selección y uso de germoplasma no adaptado, fallas en el establecimiento, sobrepastoreo, compactación del suelo, uso nulo o muy escaso de fertilizantes, prácticas de labranza inapropiadas, carencia de métodos de conservación de suelos y ausencia de leguminosas;
- *Ambientales*: reducción en la fertilidad del suelo, alta presión de patógenos, estrés de humedad (exceso o déficit), agresividad de plantas invasoras, inundaciones, quemas accidentales, etc.);
- *Socioeconómicos*: falta de políticas conducentes al desarrollo ganadero sostenible (ausencia de créditos, incentivos), especulación de tierras, relaciones desfavorables de precios de insumos y productos, apoyo reducido a la generación y transferencia de tecnología (Serrao y Toledo 1990, Pezo e Ibrahim 1996, Pezo 2006).

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 que permiten una carga animal inferior al 40% en relación a pasturas que reciben un manejo apropiado (CATIE 2002). La erosión de laderas es debida al sobrepastoreo y a la

incapacidad de las pasturas naturales de mantener adecuadas producciones de biomasa en épocas secas, y en general bajo los sistemas de manejo comúnmente practicados ocasiona que las pasturas se degraden entre 5-7 años después de establecidas (Pezo 1992, Pezo 2006).

La tasa anual de renovación de pasturas es del 5,0% mientras que la tasa de degradación es 12,0%, explicando así el por qué del aumento progresivo de las áreas degradadas en Centroamérica (CATIE 2002, citado por Holmann et ál. 2004). Estudios llevados a cabo por el proyecto CATIE/NORUEGA-PD en Muy Muy (Nicaragua), Juncal (Honduras) y El Chal (Guatemala), han encontrado que las tasas de recuperación anual son de 4,8, 10,6 y 12,4%, mientras que la tasa de degradación anual es de 16,0, 14,0 y 16,0% respectivamente (Pezo 2006).

En El Chal, Guatemala, un 35% del área en pasturas presenta una cobertura de gramíneas forrajeras menor al 60% y un 48% del área en pasturas presenta una cobertura de malezas mayor al 30% (Pezo 2006). En Costa Rica, dentro de las áreas ocupadas por la ganadería, se dice que cerca del 7,6% del área esta cubierta por malezas arbustivas y que aproximadamente un millón de hectáreas requieren de un mejor manejo de malezas (Herrera et ál. 2004). La degradación de pasturas tiene repercusiones graves desde el punto de vista económico debido a que ocasiona grandes pérdidas a los ganaderos (Holmann et ál. 2004, Betancourt 2006).

## **2.6 Impacto de degradación de pasturas sobre la rentabilidad de sistemas ganaderos**

La rentabilidad de pasturas se puede determinar mediante el ingreso neto por litro de leche o Kg de carne vendidos (Jansen et ál. 1997, Vera 2003). Los ingresos de la finca por la actividad ganadera pueden incrementarse por aumento de su productividad, ya sea por un aumento en el nivel de producción por vaca o por un incremento en el tamaño del rebaño, como también a través de una disminución real de los costos, siendo esto último determinante en los resultados económicos (Vera 2003).

En Centroamérica, existen pocos estudios que han evaluado el impacto de la degradación de pasturas sobre la rentabilidad. Por ejemplo, Betancourt (2006), estudio en Guatemala el vínculo entre la degradación de las pasturas y los ingresos que percibe el productor ganadero a nivel de finca, encontrando que la productividad animal tendió a declinar linealmente a medida que se incrementó el nivel de degradación de la pastura, existiendo una disminución del ingreso neto cuando se considera la producción (leche y ganancia de peso) en estados muy severos de degradación de pasturas.

Holmann et ál. (2004), evaluaron el proceso de degradación de las pasturas en Honduras a través de una valoración de establecimiento de cuatro niveles de degradación, concluyendo que las pérdidas económicas en sistemas ganaderos son producto de la degradación y la baja eficiencia productiva de pastos, que se traduce en una disminución de la producción animal y un aumento de los costos de mantenimiento por unidad de superficie.

Hernández (2001), cuantifico los parámetros de pasturas degradadas en diferentes estados de degradación según el conocimiento de los productores en Calzada, Mopan, Guatemala, concluyendo que las técnicas de manejo (quemadas, chapias y aplicación de herbicidas para renovación de pasturas, la alta carga animal y el sobrepastoreo) de los sistemas de producción son las principales causantes de la degradación.

## **2.7 Simulación de la producción de pasturas mediante modelos**

### *2.7.1 Modelo LIFE SIM*

El software livestock Feeding Strategies Simulation Models, LIFE-SIM fue desarrollado por la División de Manejo de Recursos Naturales del Centro Internacional de la papa (CIP). La modelación y la simulación se deben considerar como una técnica que permite visualizar escenarios diferentes de un sistema con un rango de precisión cercano al valor real (León-Velarde et ál. 2006).

El modelo LIFE-SIM contiene seis módulos de entradas: animal, pastura y forraje, suplementación, condiciones ambientales, estrategias de suplementación y costos. El



modelo LIFE SIM permite predecir los cambios en producción animal a lo largo del año en función de las variaciones en las estrategias de alimentación aplicadas. La simulación permite analizar escenarios resultantes de cambios en características de los animales o de los alimentos utilizados (en cantidad y calidad) a lo largo de un ciclo productivo que tiene el límite de un año (León Velarde et ál. 2006).

## **2.8 Análisis financiero**

El análisis financiero examina los costos y beneficios a precios de mercado y determina sus relaciones en términos de indicadores. Es además una caracterización analítica del rendimiento de una inversión que arroja cierta información acerca de la viabilidad (rentabilidad) de la misma. Proporciona información sobre cuándo se necesitarán fondos y cuándo se esperan percibir los ingresos (Brown 1981, Gittinger 1982, Gobbi 2006).

### *2.8.1 Flujo de caja*

De acuerdo a Platen y Kopsell (1997), el flujo de caja es un criterio de gran importancia para los productores, debido a que considera los costos y beneficios que implican dinero en efectivo y se omiten aquellos que no conllevan pagos.

### *2.8.2 Presupuesto parcial*

Se utiliza para estimar la rentabilidad de efectuar cambios comparativamente pequeños en una organización existente, es la forma más sencilla de análisis presupuestario. Es una forma de análisis marginal diseñada para mostrar, no las utilidades o pérdidas de la finca en su conjunto, sino más bien el incremento o decremento del ingreso neto de la finca como consecuencia de los cambios propuestos (Brown 1981).

Los presupuestos parciales se pueden utilizar cuando se considera la conveniencia de introducir o no nuevos insumos, rubros de producción o prácticas agrícolas, de sustituir un insumo o rubro de producción, de cambiar prácticas agrícolas o mecanismos de comercialización (Brown 1981).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área de estudio

El presente estudio se desarrollo entre febrero y agosto de 2007 en fincas ganaderas con sistemas de producción de doble propósito que forman parte del proyecto CATIE-GEF-BANCO MUNDIAL “Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas”, ubicadas en el Cantón de Esparza, que se encuentra entre las coordenadas geográficas 09° 59' 56” latitud norte y 84° 40' 45” longitud oeste (Guíascostarica 2007). Se ubica en la región pacifico central de Costa Rica, limita al Norte con Montes de Oro y San Ramón, al Sur con San Mateo, Orotina, Garabito y Océano Pacífico, al Este con San Ramón y San Mateo y al Oeste con Montes de Oro y Puntarenas (Figura 3) perteneciente a la provincia de Puntarenas, (Muniesparza 2007).

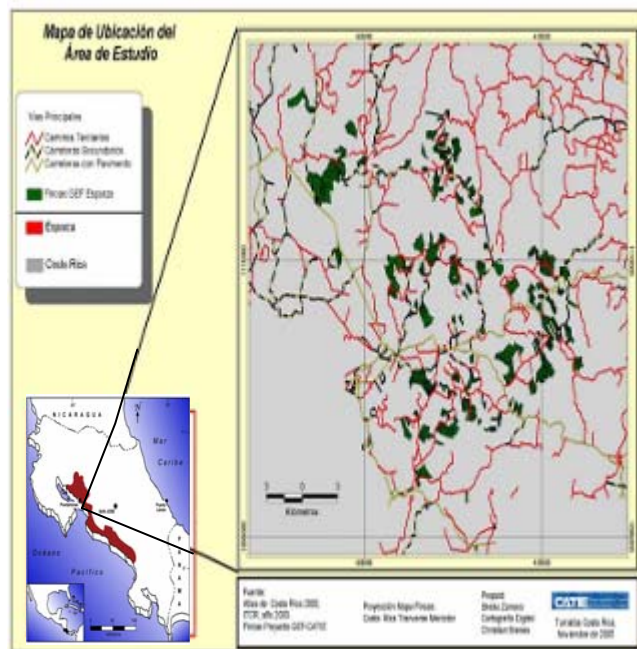


Figura 3. Mapa de de ubicación del área de estudio en Esparza, Provincia de Puntarenas, Costa Rica. Tomado de Zamora-López 2006 y Sánchez 2007.

#### 3.2 Clima

La zona de estudio se encuentra según la clasificación de Holdridge en el bosque subhúmedo tropical y presenta las siguientes zonas de vida: parte alta, bosque muy húmedo

montano bajo (bmh-MB), la parte media, bosque muy húmedo premontano (bmh-P) y la parte baja, bosque muy húmedo premontano transición a basal (bmh-P6) y bosque húmedo tropical transición a perhúmedo (bh-T2). En la zona se presentan dos épocas bien marcadas, la época lluviosa (mayo a noviembre) y la seca (diciembre a abril) con una temperatura promedio anual de 27,2 °C y precipitaciones que varían entre 1500 y 2000 mm (Figura 4) con un promedio de 2040 mm y una humedad relativa de 65–80%. La altitud de la región va desde los 50 a los 1000 msnm (Chinchilla 1987, Casasola et ál. 2004, Auquilla 2005, Ríos 2006, INM 2007).

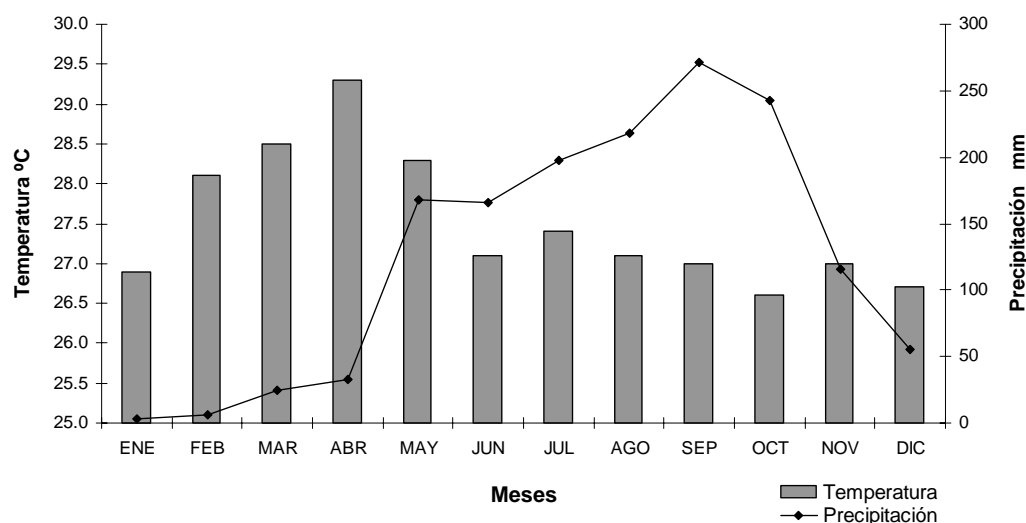


Figura 4. Precipitaciones (mm) y temperaturas (°C) promedio mensuales de 2005 a 2007 en Esparza. Fuente: Estación meteorológica Guadalupe, Esparza 2007, IMN 2007.

### 3.3 Descripción de la zona de estudio

La región Pacífico Central tiene un área de 3.910.58 kilómetros cuadrados, que equivalen a 391.058 hectáreas, de las cuales el 64% del área es de vocación forestal, mientras que entre 35 a 36% del total del área tiene vocación agropecuaria que están dedicadas a la ganadería (80% carne, 18% doble propósito y 2% leche) (Estudio de zonificación agropecuaria 1994 citado por Orozco 2002, Infoagro 2007). El área de influencia del proyecto ESIME esta entre 0 y 600 msnm (Auquilla 2005). El uso ganadero que domina la zona se ha extendido a zonas de alta vulnerabilidad hacia la cordillera, con terrenos con fuertes pendientes y suelos superficiales, compactados y arcillosos

(CORFOGA 2000, Auquilla 2005). Las fincas en estudio se encuentran entre 150 y 500 msnm con topografía irregular en terrenos ondulados a pendientes pronunciadas que van de 6,0 a 42,2%.

### *3.3.1 Geomorfología de suelos*

El cantón de Esparza presenta dos unidades geomórficas denominadas de sedimentación aluvial y de origen volcánico. La unidad de sedimentación aluvial se divide en cinco subunidades llamadas terraza de Esparza y Orotina; restos de superficies planas originadas por corrientes de lodo abanico aluvial del río Barranca; planicie aluvial del río Jesús María y marismas. La unidad de origen volcánico, se divide en dos subunidades denominadas lomeríos de fuerte pendiente en sierra minera de Tilarán y cerros y valles del Aguacate (Guiascostarica 2007).

Los suelos predominantes pertenecen a los órdenes Alfisoles, Inseptisoles y Ultisoles (Guiascostarica 2007) y los suelos de estudio correspondieron al orden de los Alfisoles y Ultisoles (Niewenhuyse com. per.).

### *3.3.2 Usos de la tierra*

Los usos de la tierra identificados en las fincas que participan en el proyecto ESIME corresponden a 28 usos, donde las pasturas representan un 65% (32% pasturas naturales, 17,8% pasturas mejoradas y 15,2% degradadas) del total del área de fincas que participan en el proyecto. Los bosques secundarios en diferentes etapas de desarrollo (charrales, tacotales y bosques maduros) representan un 9% de los usos, bosques de galería o riberinos 20% y en un 6% los cultivos de ciclos cortos -granos básicos y tubérculos- y perennes como plátano, caña y café (CATIE-GEF 2004, Zamora-López 2006).

### *3.3.3 Sistemas de producción ganadera*

Los productores ganaderos tienen 31,4 cabezas en promedio por finca en los cantones de Esparza, Montes De Oro y Miramar. Del total de cabezas, un 76,0% es de carne, 7,6% de leche y 15,5% doble propósito (Censo agropecuario de 2004 citado por Holguín 2004).

### 3.3.4 Pasturas, uso y manejo

En el 63% de las fincas tiene escasez de pasto durante el año, 50% suplementa el ganado y más de un 50% tiene pastos mejorados (Camargo 1999, Holguín et ál. 2003, Casasola et ál. 2007). La distribución de pasturas en Esparza entre 2003 y 2006 se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Dinámica en los cambios en los usos de la tierra (%) en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica, durante el período 2003–2005

AÑO	PD	PN s/Árb	PM s/Árb	PN c/Árb	PM c/Árb	Bancos forrajeros	Bosques	Otros
2006	4,9	0,1	0,5	14,0	44,3	0,6	30,6	5,0
2003	17,9	8,1	2,0	29,1	7,9	0,4	29,7	4,9
DIFERENCIA	-13,0	-8,0	-1,5	-15,1	36,4	0,2	0,9	0,1

Bosques: incluyen los parches de bosques primarios, bosques secundarios, tacotales y los bosques riparios. Bancos forrajeros: incluyen de gramíneas para corte, bancos de leñosas para corte, bancos diversificados para corte y sistemas silvopastoriles intensivos. Otros incluyen cultivos de ciclo corto, cultivos semiperenne, etc. Fuente: Casasola et ál. 2007.

Las prácticas de manejo de los pastos consisten en el control anual de malezas, donde un 83% de los productores combinan métodos de chapia y aplicación de herbicidas, principalmente en fincas de mayor extensión o cuando la mano de obra es escasa. El 53% de los productores contratan mano de obra para control de malezas, arreglo de cercas y suplementación al ganado.

### 3.3.5 Características socioecómicas

El 86,1% de los productores tienen como principal ocupación el trabajo de la finca. El 13,9% restante realizan otras actividades fuera de la finca (como obrero agrícola, albañilería, comercio, negocio propio, etc.). Entre el 52,1 y 57,0% de los productores pertenecen a diferentes organizaciones agrícolas, tal como la Unión de Pequeños Agricultores (UPA), Centro Agrícola Cantonal de Esparza, Coopeleche, entre otras. Estas dos últimas asociaciones facilitan la adquisición de insumos y constituyen enlaces importantes para comercializar la producción agropecuaria (La Roche 2006, Sánchez 2007).

El trabajo se dividió en dos partes: una fase de campo (ver punto 3.4) y una fase de revisión de fuentes secundarias para determinar la calidad y la estimación de disponibilidad de biomasa forrajera mensual en la zona pacífico de Costa Rica (ver punto 3.8).

### ***3.4 Metodología de fase de campo***

#### *3.4.1 Criterios de selección de pasturas*

Los criterios que se utilizaron para seleccionar las pasturas a estudiar fueron:

- El interés de comparar y determinar la productividad actual de diferentes pasturas con base a su disponibilidad de biomasa forrajera, para ello se eligió pasturas mejoradas dominadas por *B. brizantha* y pasturas naturalizadas con presencia de *H. rufa*.
- Los pastos elegidos fueron mejorados (*B. brizantha*) y pastos naturalizados (*H. rufa*) como especies de interés por su utilización en la alimentación del ganado en fincas de Esparza.
- Debido a que un alto porcentaje de los potreros presentan cobertura arbórea, se busco evaluar su efecto sobre la disponibilidad de biomasa palatable en pasturas mejoradas.

Se consulto la base de datos del proyecto ESIME, y se preselecciono aquellas fincas que al año 2006 tuvieron pasturas mejoradas y naturalizadas. El número de fincas que presentaron esta característica fueron 37, las cuales se recorrieron con personal del proyecto entre finales del mes de enero hasta principios de marzo (2,5 meses), buscando que ambas pasturas se encontraran en similares condiciones fisiográficas.

##### *3.4.1.1 Selección de sitios de evaluación*

Los criterios para considerar una pastura adecuada en este estudio fueron los siguientes:

- Los tratamientos presentaron similares condiciones fisiográficas con un rango de diferencia entre 5- 6% (unidades porcentuales), criterio del técnico, es decir, por cada

repetición en ambas pasturas debían encontrarse en suelo y pendiente casi similar para eliminar en el estudio estos efectos

- Se considero como pastura naturalizada solo la cobertura de *H. rufa*, pasto con mayor palatabilidad según observaciones en campo. Las coberturas oscilaron entre 15-50% (criterio del técnico) y es de uso para alimentación del ganado
- Las pasturas mejoradas tuvieron un porcentaje de cobertura palatable mayor a 70%,
- Las pasturas mejoradas tuvieran una edad mínima de 2 años y las naturalizadas > a 10 años
- Las pasturas presentaron una cobertura arbórea media a baja (< de 20%)
- Las pasturas presentaron manejo en carga animal, días de ocupación y descanso similar en verano: semiabiertos y abiertos (pastoreo continuo) y con rotación en invierno
- Las condiciones de fertilización son similares (sin fertilización), para evitar alteración a las condiciones de una u otra pastura
- El uso anterior de las pasturas mejoradas fue pasturas naturalizadas y el de las naturalizadas ha sido el mismo anteriormente

Para localizar estas pasturas, se utilizaron los mapas de cada finca, la hoja de campo<sup>3</sup> y GPS con el fin de localizar los potreros adecuados. Se recopiló información sobre manejo de potreros con los productores. La selección fue de acuerdo a las observaciones biofísicas realizadas en campo, manejo y ubicación de las pasturas.

Del total de fincas recorridas se seleccionaron 22 potreros para el estudio, 11 con pasturas naturales y 11 con mejoradas. Estos potreros se encuentran ubicados en San Juan Grande (2), Juanilama (6), Artieda (6), Marañonal (2), Guadalupe (2) y Angostura (4), localidades del cantón de Esparza. Al encontrar potreros adecuados se realizó una mini calicata (de 0,50 x 0,50 x 0,50 m) para evaluar y medir las características del suelo como horizontes, profundidad efectiva, color y textura en ambas pasturas, y luego se escogieron

---

<sup>3</sup> Usados por el proyecto ESIME para levantamiento de usos de suelo en fincas.

los potreros con mayor similaridad en estas variables (Anexos 1 y 2). Entre las pasturas había una separación de 2 a 200 m por cercas vivas o quebradas.

### 3.4.1.2 Unidades de muestreo

La unidad de muestreo se estandarizó a parcelas de 1 ha, debido a la variabilidad en el tamaño de los potreros. Las parcelas de pasturas mejoradas y naturalizadas presentaron similares características de pendiente (para cada repetición en ambas pasturas), terrenos con muy poca pedregosidad (<1%) y una profundidad efectiva entre 20 y 30 cm (Cuadro 4), ver también Anexo 3.

Cuadro 4. Descripción de características y manejo (promedios) de pasturas mejoradas y naturalizadas en Esparza, Costa Rica.

CONCEPTO/DESCRIPCIÓN	TRATAMIENTOS	
	Pastura Mejorada (11 potreros)	Pastura Natural (11 potreros)
Edad (años)	3,7 ± 1,7 a	27,8 ± 6,1 b
Pendiente (%)	23,4 ± 11,4 a	24,0 ± 10,2 a
Cobertura arbórea (%)	8,8 ± 4,8 a	11,5 ± 6,0 a
Altura (msnm)	256,4 ± 113,0 a	258,6 ± 113,1 a
Profundidad horizonte A (cm)	24,2 ± 6,1 a	24,4 ± 7,0 a
Manejo verano		
CA (UA ha <sup>-1</sup> )	1,6 ± 0,4 a	1,2 ± 0,5 b*
DO (días)	20,5 ± 9,1 a **	20,6 ± 9,0 a **
DD (días)	16,9,5 ± 16,0 a	18,6 ± 17,5 a
Manejo invierno		
CA (UA ha <sup>-1</sup> )	1,9 ± 0,3 a	1,6 ± 0,4 b
DO (días)	4,2 ± 1,7 a ***	5,1 ± 2,9 a ***
DD (días)	26,9 ± 3,5 a	31,0 ± 4,2 b

Valores después de ± representan las desviaciones estándar. Letras iguales entre filas indican no diferencias significativas según prueba de Fisher (p>0.05). \*pastoreo continuo, \*\* pastoreo rotacional CA=carga animal; DO=días de ocupación; DD=días de descanso.

### 3.4.2 Caracterización arbórea en potreros

#### 3.4.2.1 Inventario de árboles dispersos

Los árboles presentes en pasturas mejoradas y naturales con un dap > a 5,0 cm fueron censados y se les tomo los siguientes datos: especie, diámetro del fuste a la altura del pecho



(a 1,3 m) -medida con una cinta diamétrica-, altura del fuste y altura del árbol -medido con un hipsómetro digital y clinómetro-. Se clasifico a los árboles presentes en ambas pasturas de acuerdo a la clasificación de copas realizada por Esquivel (2007), considerando a cada árbol como individuo solitario.

Se registraron un total de 491 árboles, 259 en naturalizadas y 232 en mejoradas, pertenecientes a 32 especies y 19 familias. La distribución de árboles de acuerdo al tipo de copa fue de 41,8% copas livianas, 46,1% medianas y 12,1% densas en mejoradas, mientras que en naturalizadas fue de 39,8% livianas, 34,7% medianas y 25,5% densas.

Los árboles en ambas pasturas se encontraron bajo un arreglo espacial no definido, en pequeños grupos en un 28% en mejoradas y 35% en naturalizadas, pero a la mayoría de forma aislada 72% en mejoradas y 65% en naturalizadas respectivamente. Las especies de árboles más abundantes y frecuentes fueron roble (*Tabebuia rosea*), guayaquil (*Pseudomona guachepele*), coyol (*Acrocomia aculeata*), laurel (*Cordia alliodora*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*), especies que proveen madera y frutos (Cuadro 5). La cobertura y densidad de árboles encontrados en este estudio fue baja (< 20%) en comparación a lo reportado por Villanueva et ál. (2007). La causa de esta diferencia podría deberse al menor tamaño de la muestra (n=22) y la representatividad del paisaje.

#### 3.4.2.2 Cobertura arbórea

Para determinar la cobertura arbórea de cada árbol o unidad arbórea se midieron las áreas que estaban bajo influencia directa de la copa de los árboles presentes en cada parcela, en dos direcciones perpendiculares. El cálculo del área de cobertura de cada copa se realizó mediante la siguiente formula:

$$AC = \pi DC_1 / 2 * DC_2 / 2$$

Donde:

AC = Área de Cobertura

DC1 = Diámetro de copa 1

DC2 = Diámetro de copa 2

$\pi$  = 3.1416

Cuadro 5. Lista de especies arbóreas encontradas en potreros evaluados con pasturas mejoradas y naturalizadas

Nombre común	Nombre científico	Familia	ABUNDANCIA			
			NATURALIZADAS		MEJORADAS	
			absoluta	relativa	absoluta	relativa
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	65	25.1	70	30.2
Guayaquil	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Fabaceae/Mimosoideae	43	16.6	51	22.0
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae/Mimosoideae	33	12.7	7	3.0
Coyol	<i>Acrocomia aculeata</i>	Arecaceae	26	10.0	18	7.8
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	21	8.1	16	6.9
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	13	5.0	9	3.9
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae	12	4.6	6	2.6
Guachipelín	<i>Myrospermum frutescens</i>	Fabaceae/papilionoideae	8	3.1	7	3.0
Cenizaro	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae/Mimosoideae	6	2.3	1	0.4
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae	6	2.3	4	1.7
Corteza	<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	5	1.9	4	1.7
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae/caesalpinioideae	4	1.5	1	0.4
Almendro de río	<i>Andira inermis</i>	Fabaceae/papilionoideae	3	1.2	2	0.9
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	2	0.8	0	0.0
Higueron	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae	2	0.8	0	0.0
Carao	<i>Cassia grandis</i>	Fabaceae/caesalpinioideae	1	0.4	0	0.0
Carboncillo	<i>Acosmium panamense</i>	Fabaceae/papilionoideae	1	0.4	0	0
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>	Fabaceae/papilionoideae	1	0.4	0	0
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae	1	0.4	0	0
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae/papilionoideae	1	0.4	9	3.9
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	1	0.4	0	0
Matapulgas	<i>Thouinidium decandrum</i>	Sapindaceae	1	0.4	0	0
Ojoche	<i>Brosimum sp.</i>	Moraceae	1	0.4	0	0
Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae	1	0.4	10	4.3
Quina	<i>Exostema sp.</i>	Rubiaceae	1	0.4	0	0
Cítrico	<i>Citrus spp</i>	Rutaceae	0	0.0	5	2.2
Fruta de pava	<i>Eugenia salamensis</i>	Myrtaceae	0	0.0	3	1.3
Papaturre	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Polygonaceae	0	0.0	3	1.3
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	0	0.0	2	0.9
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	0	0.0	1	0.4
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>	Fabaceae/papilionoideae	0	0.0	1	0.4
Lagartillo	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Rutaceae	0	0.0	1	0.4
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae	0	0.0	1	0.4

Para obtener la cobertura total de cada parcela se sumaran las áreas de cobertura de cada árbol. Con la cobertura de todos los árboles y el área del potrero se estimó la cobertura arbórea por hectárea. La cobertura se expresó en porcentaje (%).

La formula utilizada fue la siguiente:

$$\% CA = \Sigma CA/AP * 100$$

Donde:

CA = Cobertura arbórea

$\Sigma CA$  = Sumatoria de todas las copas de árboles

AP = Área Total del potrero

100 = Factor de conversión a %

### 3.4.3 Medición de disponibilidad de forraje y composición botánica en pasturas

Para la estimación de la disponibilidad de biomasa forrajera y composición botánica de las pasturas se utilizaron los métodos que componen parte del paquete del BOTANAL. La estimación de la disponibilidad de forraje se hizo por medio del método de rendimiento comparativo (Haydock y Shaw 1975) que consiste en evaluación directa y destructiva de la muestra y la composición botánica se determino mediante el método de rango de peso seco (Mannetje y Haydock 1963), utilizando un cuadrante de muestreo de 70 x 70 cm (0,49 m<sup>2</sup>) de acuerdo a lo recomendado por Gutiérrez (1996) por la característica amacollada de la *B. brizantha*.

Se caminó por cada potrero observando la distribución del forraje teniendo en cuenta los atributos: vigor, altura, densidad, y composición de las especies (Ibrahim 2006), evaluando la frecuencia de las especies contenidas dentro del cuadrante (gramíneas, leguminosas, malezas, otras coberturas y suelo desnudo) mediante evaluación visual. El numero de muestras visuales fue de 85 por hectárea, siguiendo un transecto en “equis” y en zigzag, estimando la cobertura de los diferentes componentes de la pastura y el rendimiento, usando una escala visual (1-5) (Anexo 4). Las escalas se consideraron con base al porcentaje de cobertura de pastos, a la composición botánica, al porcentaje del marco cubierto por forraje deseable, poco deseable e indeseable y al porcentaje de otras coberturas (senescencia-mantillo, suelo desnudo y piedras). Se tuvo en cuenta los efectos de borde por cercas vivas y/o muertas.

Para la medición de disponibilidad de MS ha<sup>-1</sup>, se consideró sólo la oferta antes del pastoreo. Se realizaron cuatro muestreos, dos en época seca (entre la segunda y cuarta

semana de los meses de marzo y abril, “final de la época seca”) y dos en periodo lluvioso (el primero entre mediados y finales de junio y el segundo entre la segunda semana de julio y primera de agosto), para tener representación de la disponibilidad de las pasturas en ambas épocas.

La estimación de disponibilidad de forraje se realizó tomando dos muestras reales (destructivas) de cada escala real (10 muestras/potrero) (Gutiérrez 1996). Los cortes se efectuaron entre 15 cm del suelo en las pasturas mejoradas y a 10 cm en naturalizadas (Gutiérrez 1996). Se pesaron las muestras en fresco usando una balanza con aproximación de gramos, se separó el material palatable, poco palatable y material senescente-muerto. Posteriormente se tomó una submuestra compuesta de 500-600 g (Gutiérrez 1996) de forraje palatable por parcela que se envió al laboratorio de CATIE para determinar el porcentaje de materia seca (Mannetje y Haydock 1963).

#### *3.4.3.1 Medición de disponibilidad de MS bajo copas*

Para tener un estimado del efecto de la cobertura arbórea sobre la disponibilidad de biomasa de *B. brizantha* MS/m<sup>2</sup>, se tomaron muestras bajo tres especies arbóreas en el mes de junio. La selección de las especies fue de acuerdo a las encontradas en este estudio (ver Anexo 5) y por el tipo de copas de acuerdo a la clasificación realizada por Esquivel (2007). Se tomó una especie por cada tipo de copa de acuerdo a su frecuencia en las parcelas. Se tomaron seis (6) árboles de copa liviana (*Pseudomana guachepele*), seis de copa mediana (*Tabebuia rosea*) y cinco de copa densa (*Guazuma ulmifolia*), todos ellos árboles aislados.

Se tomaron ocho muestras por árbol, cuatro bajo copa (a media copa) en dirección a los cuatro puntos cardinales y cuatro fuera de copa a una distancia igual o mayor a la altura total del árbol. Se realizó una adaptación de la metodología empleada por Esquivel (2007). Se utilizó un marco metálico 85 x 85 cm, cortando las muestras a 15 cm del suelo. El periodo de descanso de los potreros fue entre 23 y 25 días y la ocupación entre 2 y 4 días. Se pesó el material palatable y se envió al laboratorio de CATIE para determinar el porcentaje de MS (Mannetje y Haydock 1963).

### 3.4.4 Evaluación de condiciones de degradación de las pasturas

Para determinar la condición de degradación en que se encuentran las pasturas naturalizadas y mejoradas en la zona de estudio, se considero la utilización de siete indicadores para medir la degradación; 2 indicadores de erosión: laminar y en cárcavas, 3 indicadores de cobertura de plantas: gramíneas forrajeras, leguminosas forrajeras y malezas, 1 indicador del vigor de las plantas forrajeras y 1 indicador de uniformidad de uso de la pastura (CATIE/NORAD-PD 2007). En cada potrero se evaluó cada uno de los 7 indicadores con una valoración de 1 a 5, donde 1 era la peor condición y 5 la mejor (Figura 5).

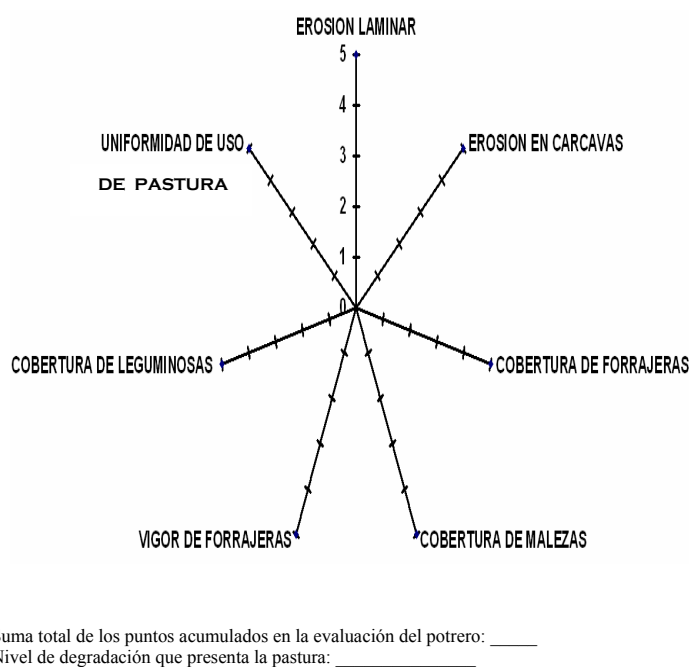


Figura 5. Esquema de calificación de los criterios de evaluación para determinar degradación de pasturas. Tomado de CATIE/NORAD-PD (2007).

La valoración para cada indicador fue acorde a las condiciones presentes en cada potrero y con base a un marco de referencia (Anexo 6) del proyecto CATIE/NORAD-PD (2007). La evaluación se realizó en marzo y entre junio y julio. La evaluación de los indicadores de cobertura vegetal se realizó antes de la entrada de los animales a los potreros y la evaluación de erosión se hizo posterior a la salida de los animales. Finalmente se

sumaron las calificaciones y de acuerdo al puntaje alcanzado se determino el nivel de degradación en la cual se encontraba cada potrero (Cuadro 6).

Cuadro 6. Descripción de los niveles de degradación considerados y las escalas de evaluación

Escala de Evaluación	EL*	EC	CF	CM	VF	CL	UU	Puntaje acumulado	Nivel de Degradación
5								30-35	(1) Ninguna
4								25-29	(2) Leve
3								20-24	(3) Moderada
2								15-19	(4) Severa
1								Menos de 15	(5) Muy Severa

Tomado de CATIE/NORAD-PD. \*EL=erosión lamina; EC=erosión carcavas; CF=cobertura forrajeras; CM=cobertura malezas; VF=vigor forrajeras; CL= cobertura leguminosas; UU=uniformidad de uso.

#### 3.4.5 Carga animal y manejo de potreros

La carga animal fue calculada con base a la información proporcionada por cada productor sobre el número de animales que pastoreaban en los potreros, el periodo de ocupación, el periodo de descanso y el área del potrero. Se obtuvo una carga promedio por potrero mediante la formula recomendada por Ibrahim (2006).

$$CA = \frac{UA * DO}{AP * DD}$$

Donde:

CA = Carga Animal

DO = Días de Ocupación

AP = Área del Potrero

DD = Días de Descanso

Para el caso de potreros que durante el verano fueron pastoreados de forma continua (potreros abiertos), el cálculo de la CA fue considerando el número de unidades animal en pastoreo entre el área total de potreros.

### *3.4.6 Recolección de datos productivos y socioeconómicos*

Para la realización de las simulaciones con el modelo LIFE SIM y los análisis de rentabilidad, se colectaron datos sobre los niveles de producción de las fincas en evaluación mediante el uso del formato de monitoreo trimestral del proyecto ESIME. Además se obtuvieron de la base de datos indicadores productivos tanto de las pasturas como del componente animal, los costos de producción, manejo y mantenimiento de las pasturas. Se actualizaron precios de materiales, equipo y medicamentos veterinarios en los establecimientos de la zona de estudio.

## **3.5 Laboratorio**

### *3.5.1 Determinación de la calidad nutritiva de las pasturas*

Las submuestras obtenidas de cada potrero se enviaron al laboratorio de CATIE, donde se determinó el contenido de materia seca de los pastos en horno a 60° C hasta obtener peso constante, así como también la digestibilidad *in vitro* de materia seca (% DIVMS) por el método de Tilley y Terry (1963) y el contenido de proteína cruda (% PC) mediante el método de Micro-Kjeldahl (Bateman 1970). Debido a la variación de resultados en la relación PC-DIVMS y por considerarlos poco confiables no se utilizaron para el objetivo de este estudio. Los resultados por potrero y por época se presentan en el Anexo 7. Los datos de calidad de pastos mejorados y naturalizados utilizados fueron de fuentes secundarias de estudios en la zona con condiciones agroecológicas similares, ver Cuadros 7 y 8.

## **3.6 Análisis de datos**

### *3.6.1 Elaboración de base de datos*

La información obtenida durante la fase de campo y los resultados obtenidos en laboratorio se capturaron en hojas de Excel de forma organizada para cada componente (pastos, componente arbóreo, socioeconómico y animal).

### 3.6.2 Cálculos de disponibilidad de biomasa forrajera

En hojas de Excel se determinaron los promedios de la disponibilidad de materia seca de cada escala real y de las cinco escalas visuales. Mediante regresión lineal se realizaron los cálculos de la biomasa forrajera presente en cada potrero (Kg MS ha<sup>-1</sup>) (Tothill et ál. 1992) mediante la formula siguiente:

$$y = x + b + (Mv - Mr) * "20,41" (CP/100)$$

Donde:

- y = es la disponibilidad de forraje (palatable y poco palatable) (Kg MS ha<sup>-1</sup>)
- x = es el peso promedio (en base seca) de las muestras reales (1-5)
- b = es el coeficiente de regresión que expresa el aumento de materia seca por cada unidad en la escala real
- Mv = es el promedio de las muestras visuales (usando la escala 1 a 5), y
- Mr = es 3, que resulta como promedio de los niveles en la escala real (1-5)
- 20,41 = es el factor de conversión de g/0.49 m<sup>2</sup> a Kg ha<sup>-1</sup>
- CP = es la cobertura de forraje (palatable y poco palatable) expresada en porcentaje (%)

### 3.6.3 Cálculo de reducción en la disponibilidad de MS ha<sup>-1</sup> por efecto de cobertura arbórea

Para calcular el efecto del dosel sobre la disponibilidad de biomasa forrajera en pasturas mejoradas, se tomo en cuenta el porcentaje de cobertura arbórea de cada potrero y el número de árboles presentes. Con los datos obtenidos en este estudio sobre la reducción en la disponibilidad de MS en pasturas *B. brizantha* bajo cada tipo de copas 12% leve, 18% media y 49% densa con respecto a áreas a pleno sol (ver punto 4.5) y las reducciones para pasturas naturales se tomo de la base de datos del proyecto ESIME (2006), copa liviana 37,6%, mediana 44,2% y densa 87,4%.

Para el cálculo de la disponibilidad de pasto considerando la cobertura arbórea, se realizó lo siguiente: El área correspondiente con cobertura arbórea (m<sup>2</sup>) se le consideró la cantidad correspondiente de MS total disponible en una hectárea. Si el área con cobertura era de 2000 m<sup>2</sup> (20%) y le correspondía 600 Kg de MS por ejemplo y el número de árboles dentro de este potrero se clasificaron por el tipo de copas (ver punto 4.5); por ejemplo un 40%



copa liviana, 35% copa media y 25% copa densa. Entonces, al área con copas livianas de los 600 Kg de MS le corresponde 240 Kg, para copas medias 210 Kg y para copas densas 150 Kg. A la cantidad de MS de cada tipo de copa se le resto el porcentaje de reducción en la disponibilidad por efecto de dosel de acuerdo a lo encontrado en el estudio en mejoradas y la reducción en naturalizadas con lo encontrado por el proyecto ESIME (ver punto 3.6.3). La reducción de MS en copas livianas es de 28,8 Kg, medianas 37,8 y densas 73,5 Kg. Así de los 600 Kg de MS en el área con cobertura arbórea se le resto 140 Kg de forraje por efecto de dosel, que resulta de la suma de la reducción en los 3 tipos de copas. Posteriormente esta cantidad se resto del total disponible en una hectárea más la cantidad de MS que se tendría en el espacio ocupado por el área basal. Finalmente, esa cantidad significo la disponibilidad de MS con efecto de cobertura arbórea.

#### *3.6.4 Cálculo de reducción de la carga animal por disminución de la disponibilidad de MS ha<sup>-1</sup> por efecto de cobertura arbórea*

Para el calculo de la carga animal debido a la reducción en el forraje disponible por efecto de cobertura arbórea, se trabajo con la cantidad “X” de forraje disponible en una hectárea sin cobertura considerando por ejemplo, que podía mantener a 1.5 UA; y que “Y” es la cantidad de forraje disminuida por efecto de copas (livianas, medias y densas). El total de MS en 1 ha corresponde al 100%, y la reducción corresponde a “Z %”, posteriormente a ese porcentaje que significa la reducción de MS, se utilizo para disminuir la carga animal.

### **3.7 Análisis estadístico**

#### *3.7.1 Diseño del experimento*

En este estudio las variables dependientes fueron la disponibilidad de MS a nivel de hectárea, la composición botánica y el efecto de la cobertura arbórea en la disponibilidad de biomasa forrajera. La disponibilidad de forraje fue definida en forraje palatable y poco palatable (Gutiérrez 1996); la composición botánica fue definida en las siguientes variables: % de cobertura vegetal total, % de especies palatables, % de especies poco palatables, % de

especies indeseables (malezas) (Gutiérrez 1996), % de senescencia-mantillo y % de suelo desnudo.

Las unidades básicas de muestreo fueron 22 parcelas, donde los tratamientos fueron las pasturas mejoradas y naturalizadas. Se utilizó un diseño completamente al azar, donde para evaluar las diferencias entre pasturas en disponibilidad de MS (palatable y poco palatable)  $\text{Kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ , composición botánica y estructura del componente arbóreo, se realizaron análisis de varianzas paramétricos con comparación de medias y análisis de correlación de Pearson para la variable degradación.

El experimento se llevó a cabo en dos épocas (seca y lluviosa) por lo cual se utilizó un modelo unifactorial con mediciones en el tiempo. Se determinó el grado de correlación entre las variables dependientes (disponibilidad de biomasa de pasto palatable ( $\text{Kg MS ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$ ), composición botánica y las variables independientes (carga animal, días de ocupación, días de descanso, edad de la pastura y pendiente) mediante un análisis de covarianza para el ajuste del modelo matemático (SAS 1994, Infostat 2007). Los modelos matemáticos utilizados fueron los siguientes:

### 3.7.2 Análisis de covarianza

$$Y_{ijk} = U + T_i + e_{k(i)} + E_j + ET_{ij} + b_1(x_1 - x_1) + b_2(x_2 - x_2) + b_3(x_3 - x_3) + e_{k(ij)}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = i-ésima respuesta del j-ésimo tratamiento

$U$  = es la media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$e_{k(i)}$  = error debido a tratamientos

$E_j$  = efecto de la época

$ET_{ij}$  = interacción tratamiento x época

$b_1(x_1 - x_1)$  = efecto de la covariable carga animal

$b_2(x_2 - x_2)$  = efecto de la covariable días de ocupación

$b_3(x_3 - x_3)$  = efecto de la covariable días de descanso

$e_{k(ij)}$  = error debido a época

### 3.7.3 Análisis de varianza

$$Y_{ijk} = U + T_i + e_{k(i)} + E_j + ET_{ij} + e_{k(ij)}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = i-ésima respuesta del j-ésimo tratamiento

$U$  = es la media general

$T_i$  = efecto del i-ésimo tratamiento

$e_{k(i)}$  = error debido a tratamientos

$E_j$  = efecto de la época

$ET_{ij}$  = interacción tratamiento x época

$e_{k(ij)}$  = error debido a época

## 3.8 Revisión de literatura sobre disponibilidad de forraje en el pacífico de Costa Rica

### 3.8.1 Disponibilidad de forraje Kg MS ha<sup>-1</sup> y calidad de pasturas mejoradas y naturalizadas

Debido a que en este estudio únicamente se contaba con mediciones de disponibilidad de forraje de 4 meses (2 en época seca y 2 en época lluviosa), se busco información de fuentes secundarias sobre disponibilidades de forraje para la zona pacífica de Costa Rica para todo el año. Dado que el programa LIFE-SIM, requiere la disponibilidad de forraje mensual de para estimar la productividad (Kg de carne ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>). No se consideró utilizar los promedios de disponibilidad por época encontrados en este estudio (ver punto 4.4.1) ya que posiblemente no representaría la situación real de la disponibilidad de MS de una pastura a lo largo del año.

Para estimar una calidad (PC y DIVMS) promedio de las pasturas mejoradas y naturalizadas en la zona de Esparza, se realizó una investigación detallada de estudios con pastos del género *Brachiaria* (*B. brizantha*) y Jaragua (*H. rufa*) realizados en la zona pacífica central de Costa Rica. En los Cuadros 7 y 8 se presentan las disponibilidades de MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> por épocas de pastos *B. brizantha* y *H. rufa*, reportados por estudios en la zona pacífica de Costa Rica.

Cuadro 7. Disponibilidades de forraje Kg MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> y calidad de *B. brizantha* en la zona pacifico central de Costa Rica, reportados por diferentes estudios.

ZONA DE ESTUDIO	Kg MS/ha		PC (%)		DIVMS (%)		CICLO (corte/pastoreo)	AUTOR(ES)
	(mín precip)	(máx precip)	(mín precip)	(máx precip)	(mín precip)	(máx precip)		
Esparza	1915	2596	9.7	10.2	55.6	53.8	-	Jiménez (2007)
	2728	2770	11.8	13.3	54.3	52.8	-	
Esparza			4.9	-	46.2		-	Casasola et ál. (2005)
Esparza	853	2404	-	-	-	-	30 días (promedio)	Este estudio
Barranca	1380	3278	-	-	-	-	-	Holguín et ál. (2002)
Barranca	-	-	-	8.7	-	58.9	-	Franco (1997)
Pacífico Central	-	4298	-	-	-	-	35 días	Lobo y Acuña 1999
Pacífico Central	-	4113	-	-	-	-	35 días	Holmann, Kerridge y Lascano (1999)
	-	4483	-	-	-	-	35 días	CIAT
Pacífico Central	-	3900	-	10.0	-	65.0	21 días	Lobo y Díaz (1999)
Pacífico Central	700	3500	4.0	9.0	35.0	55.0	-	Holmann y Estrada (1997)
Esparza	3200	2560	-	-	-	-	-	MAG (1989)
Atenas	-	1640	-	-	-	-	c / 6 semanas	RIEP (1988)
Liberia	-	-	14.6	16.1	-	-	21 días	Vázquez 1990
	-	-	8.6	9.9	-	-		
Liberia San Carlos Río Frío	620	3400	-	-	-	-	c / 6 semanas	MAG (1989)
	2460	990	-	-	-	-		
	770	-	-	-	-	-		
Río Frío	5,14 ton/ha		4.45				Prom de 3, 6, 9 y 12 semanas	
Río Frío	2350	1760	11.3	9.3	-	-	c / 6 semanas	Miranda (1991)
Río Frío		4680		4.48			Prom de 4 cortes 3, 6, 9 y 12 semanas	Córdoba (1992)
		5140		4.31				
Costa Rica	18 ton/ha/año		5.6		60.9		-	MAG (2006)

Cuadro 8. Disponibilidades de forraje Kg MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> y calidad de *H. rufa* en la zona pacifico central de Costa Rica, reportados por diferentes estudios.

ZONA DE ESTUDIO	Kg MS/ha		PC (%)		DIVMS (%)		CICLO (corte/pastoreo)	AUTOR(ES)
	(mín precip)	(máx precip)	(mín precip)	(máx precip)	(mín precip)	(máx precip)		
Pacifico Central	500	2500	3.0	8.0	30.0	45.0	-	Holmann y Estrada (1997)
Barranca	1437	3579	-	-	-	-	-	Holguín et ál. (2002)
Esparza	83	680	-	-	-	-	30 días	Este estudio
Esparza	-	-	4.5	-	40.0	-	-	Casasola et ál. (2005)
Barranca	-	-	3.9	-	33.9	-	-	Ibrahim et ál. (2001)
Barranca	-	-	4.0	10.1	33.7	46.8	-	Franco (1997)
Buenos Aires,	-	576	-	-	-	-	28 días	Chi (1993)
Puntarenas	-	658	-	-	-	-	42 días	
	-	675	-	-	-	-	56 días	
Costa Rica	10.5 ton/ha/año		9.2		70.2		-	MAG (2006)

En los estudios que se han llevado a cabo en la zona pacifica de Costa Rica, todos los autores presentan solo promedios por época de las disponibilidad de forraje en Kg MS ha<sup>-1</sup> tanto de *B. brizantha* como de *H. rufa* sin presentar datos por muestreo. Hacen en algunas ocasiones mención de cuantos cortes corresponde el promedio reportado. Los promedios reportados con respecto a los encontrados en este estudio se discuten en el punto 4.4.1.

Se encontró que Esquivel (2007), reporta disponibilidades mensuales de biomasa forrajera Kg MS ha<sup>-1</sup>, de investigaciones de Ibrahim (datos sin publicar) para la zona de Cañas, Guanacaste, Costa Rica (Cuadro 9).

Cuadro 9. Disponibilidad de biomasa forrajera Kg MS ha<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup> sin cobertura arbórea en un ecosistema de trópico seco en Cañas, Guanacaste, Costa Rica.

Mes	Materia Seca (Kg ha <sup>-1</sup> )	Proteína Cruda (g Kg <sup>-1</sup> MS)	Digestibilidad in vitro de Materia Seca (%)	Energía Metabolizable (Mcal Kg <sup>-1</sup> MS)
Enero	558	6.0	59.0	2.1
Febrero	480	5.2	58.0	2.1
Marzo	410	4.5	57.0	2.1
Abril	465	4.5	56.0	2.0
Mayo	1000	6.5	57.0	2.1
Junio	1575	7.0	59.0	2.1
Julio	1612	8.0	61.0	2.2
Agosto	1860	8.0	61.0	2.2
Septiembre	1750	9.0	63.0	2.3
Octubre	1473	9.0	63.0	2.3
Noviembre	1670	8.0	62.0	2.2
Diciembre	1480	7.0	61.0	2.2

Fuente. Esquivel 2007.

Los contenidos de PC y DIVMS son variables entre autores, esto puede deberse a varios factores como la calidad de sitios, manejo de los pastos (días de pastoreo cortos o largos), la evaluación de pastos probablemente difieren entre meses dentro de una misma época, composición botánica, entre otros.

Dávila et ál. (2005), menciona que la calidad de los pastos se va reduciendo a medida que se acerca el verano o cuando no se hace buen uso de la rotación de potreros. Otro factor que pudiera relacionarse al bajo contenido de PC, es la técnica de muestreo empleada. Núñez et ál. (2000) al evaluar dos técnicas de muestreo (simulada con consumo de animal y corte fijo) encontraron que en las gramíneas tomadas mediante muestra simulada presentaron mayor contenido de PC y menos fibra comparada con la muestra cosechada a una altura fija.

Los contenidos de PC y DIVMS reportados son más altos en pastos *B. brizantha* que en *H. rufa*. Por ello la importancia de pastos de género Brachiaria en la alimentación animal ya que logran sustanciales incrementos de la productividad ganadera (Holmann et ál. 2004).

Por el contrario en *H. rufa* presenta bajo valor nutritivo sobre todo en época de sequía pierde casi todo su valor nutricional (Lobo y Díaz 2001, Lacy 2007), según se observa en el Cuadro 11, sobre todo el valor nutritivo disminuye cuando estas pasturas se van degradando y son invadidas por especies menos o poco palatables (ver punto 4.1.2).

Según t'Manetje (sf), las pasturas nativas en las regiones tropicales no cubren los requerimientos nutricionales de los animales en pastoreo. Por su parte Argel (2000), argumenta que la característica de las pasturas nativas es el pobre valor nutritivo representado por bajos contenidos de proteína cruda (generalmente < 7%) y digestibilidades de entre 40-55%.

Según Pirela (2005), en forrajes tropicales el nivel crítico de la proteína por debajo del cual limita el consumo está establecido en 7% (base seca), este nivel está considerado como el mínimo para garantizar un balance de nitrógeno positivo. Una digestibilidad del 65% en un forraje es indicativa de un buen valor nutritivo y permite un consumo adecuado de energía en la mayoría de los animales. La baja calidad de las pasturas naturales, según Lascano (1991), hace que su digestión sea muy baja y permanezcan en el rumén una suficiente cantidad de residuos que limitan el consumo de alimentos.

Según Franco (1997), con el uso de *C. argentea* en la suplementación del ganado se puede incrementar el consumo de forrajes bajos en proteína, como *H. rufa*, porque pueden elevarse las concentraciones de amoníaco y proporcionar una fuente de energía para mantener la fermentación y maximizar el consumo y la digestibilidad de los pastos.

### *3.8.2 Estimación de disponibilidad promedio de forraje en pasturas mejoradas y naturalizadas en Esparza.*

Se estimó la disponibilidad mensual para pasturas mejoradas y naturalizadas considerando como base las disponibilidades de forraje reportadas por Esquivel (2007). Se trabajó con el supuesto de que en la zona de Esparza la disponibilidad de forraje en mejoradas y naturalizadas seguía la misma tendencia que en Cañas. Así, con las disponibilidades de febrero, marzo, junio y julio se tomó el mismo porcentaje de incremento o disminución de MS en los meses siguientes de los datos mensuales de disponibilidad presentados por Esquivel (2007). Las disponibilidades promedio estimadas se muestran en el Cuadro 10. Posteriormente, se creó una curva de tendencia de la disponibilidad a lo largo de un año (Figuras 6 y 7) para pasturas mejoradas y naturalizadas con los valores estimados de MS.

### *3.8.3 Estimaciones de disponibilidad de forraje en pasturas mejoradas y naturalizadas para cada nivel de degradación*

Las disponibilidades de MS Kg ha<sup>-1</sup> promedio mensuales (febrero, marzo, junio y julio) en pasturas mejoradas y naturalizadas clasificadas de acuerdo a niveles de degradación (ver punto 4.6), se consideraron para realizaron las estimaciones de disponibilidad de MS mensuales, siguiendo el procedimiento descrito en el punto 3.8.2. Las estimaciones MS Kg ha<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup> disponible se presentan en los Cuadros 11 y 12.



Cuadro 10. Estimación de disponibilidad promedio de forraje para pasturas mejoradas y naturalizadas con cobertura arbórea en Esparza, Costa Rica.

Disponibilidad de <i>B. brizantha</i> en Cañas, C.R. (Esquivel 2007)				Disponibilidad de <i>B. brizantha</i> en Esparza, C.R. (Este estudio)				Disponibilidad de <i>H. rufa</i> en Esparza, C.R. (Este estudio)						
MES	Kg MS/ha/mes	Diferencia (%) en la disponibilidad entre meses		Kg MS/ha/mes	MES	Kg MS/ha/mes (En muestreo)	Diferencia (%) en la disponibilidad entre meses (Esquivel 2007)		Kg MS/ha/mes (Estimado)	MES	Kg MS/ha/mes (En muestreo)	Diferencia (%) en la disponibilidad entre meses (Esquivel 2007)		Kg MS/ha/mes (Estimado)
Ene	558	+	16.3	558	Ene	-	+	16.3	1139	Ene		+	16.3	98
Feb	480	=	0.0	480	Feb	980	=	0.0	980	Feb	85	=	0.0	85
Mar	410	=	0.0	410	Mar	757	=	0.0	757	Mar	93	=	0.0	93
Abr	465	+	13.4	465	Abr	-	+	13.4	858	Abr		+	13.4	106
May	1000		115.1	1000	May	-	+	115.1	1864	May		+	115.1	227
Jun	1575	=	0.0	1575	Jun	2565	=	0.0	2565	Jun	570	=	0.0	570
Jul	1612	=	0.0	1612	Jul	2331	=	0.0	2331	Jul	872	=	0.0	872
Ago	1860	+	15.4	1860	Ago	-	+	15.4	2690	Ago		+	15.4	1007
Sep	1750	-	5.9	1750	Sep	-	-	5.9	2531	Sep		-	5.9	947
Oct	1473	-	16.0	1470	Oct	-	-	16.0	2126	Oct		-	16.0	796
Nov	1670	+	13.6	1670	Nov	-	+	13.6	2415	Nov		+	13.6	904
Dic	1480	-	11.4	1480	Dic	-	-	11.4	2140	Dic		-	11.4	801

Basado en disponibilidades de MS para *B. brizantha* por Esquivel (2007).

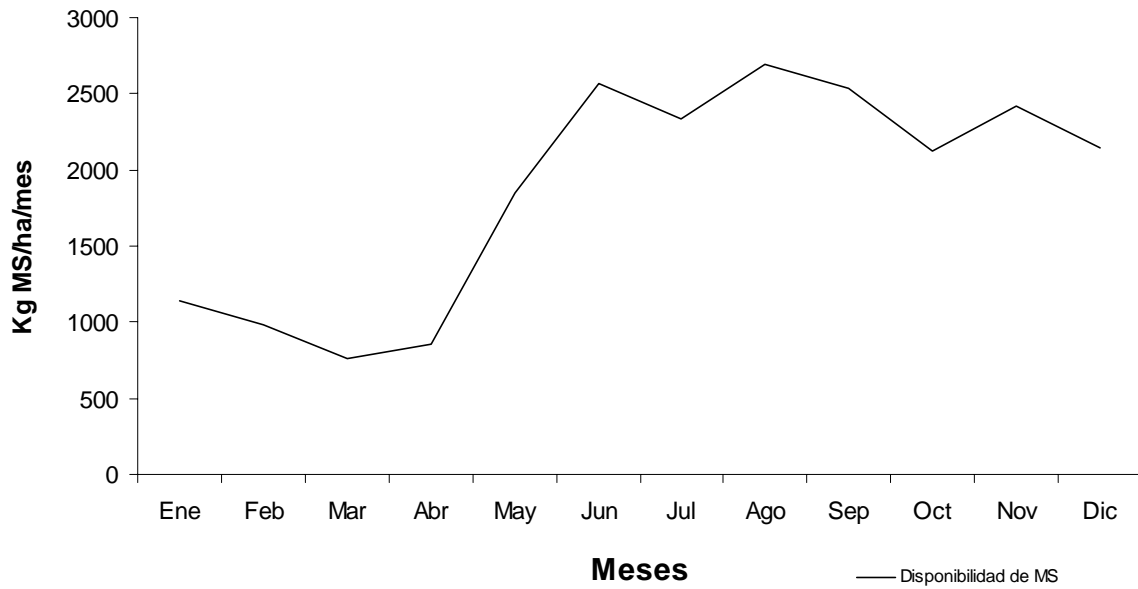


Figura 6. Curva de disponibilidad de MS  $\text{Kg ha}^{-1} \text{mes}^{-1}$  de *B. brizantha* a lo largo del año en Esparza. Estimada con disponibilidades de Esquivel (2007).

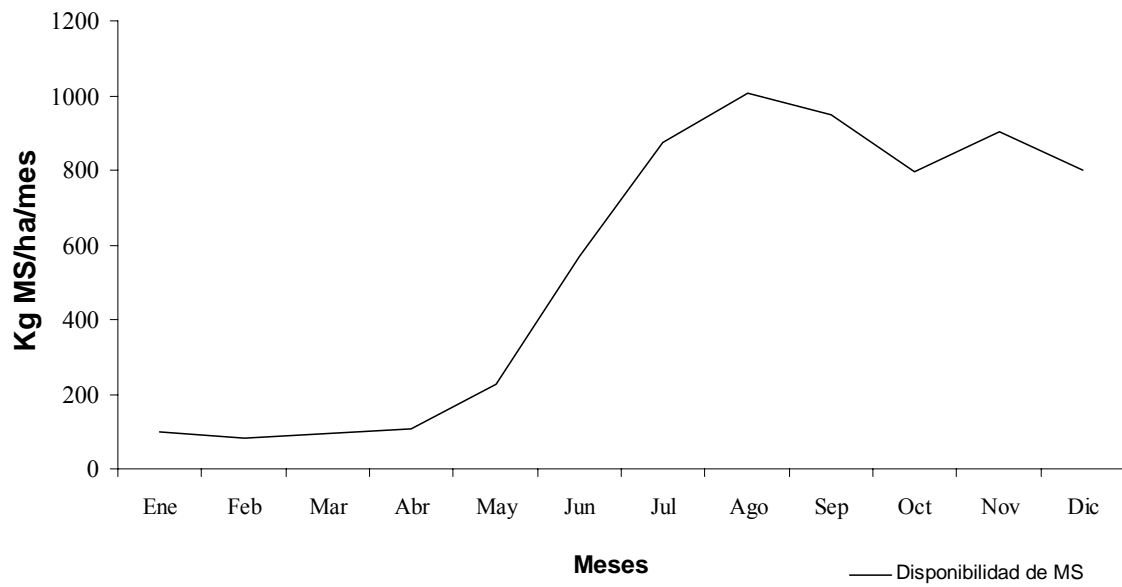


Figura 7. Curva de disponibilidad de MS  $\text{Kg ha}^{-1} \text{mes}^{-1}$  de *H. rufa* a lo largo del año en Esparza. Estimada mediante disponibilidades de Esquivel (2007).

Cuadro 11. Estimación de disponibilidad mensual de forraje en pasturas mejoradas con 8,8% de cobertura en los diferentes niveles de degradación presentes en potreros de Esparza

Disponibilidad de <i>B. brizantha</i> "SIN DEGRADACIÓN"				Disponibilidad de <i>B. brizantha</i> "DEGRADACIÓN-LEVE"				Disponibilidad de <i>B. brizantha</i> "DEGRADACIÓN-MODERADA"						
MES	Kg MS/ha/mes	Diferencia (%) en la		Kg MS/ha/mes	MES	Kg MS/ha/mes	Diferencia (%) en la		Kg MS/ha/mes	MES	Kg MS/ha/mes	Diferencia (%) en la		Kg MS/ha/mes
	(en muestreo)	disponibilidad entre meses		(estimado)		(en muestreo)	disponibilidad entre meses		(estimado)		(en muestreo)	disponibilidad entre meses		(estimado)
Ene	-	+	16.3	1919	Ene	-	+	16.3	1012	Ene	-	+	16.3	875
Feb	1650	=	0.0	1650	Feb	870	=	0.0	870	Feb	752	=	0.0	752
Mar	1082	=	0.0	1082	Mar	714	=	0.0	714	Mar	615	=	0.0	615
Abr	-	+	13.4	1227	Abr	-	+	13.4	810	Abr	-	+	13.4	697
May	-		115.1	1000	May	-	+	115.1	1742	May	-	+	115.1	1500
Jun	3486	=	0.0	3486	Jun	2548	=	0.0	2548	Jun	1986	=	0.0	1986
Jul	2629	=	0.0	2629	Jul	2341	=	0.0	2341	Jul	2111	=	0.0	2111
Ago	-	+	15.4	3034	Ago	-	+	15.4	2702	Ago	-	+	15.4	2436
Sep	-	-	5.9	2855	Sep	-	-	5.9	2542	Sep	-	-	5.9	2292
Oct	-	-	16.0	2398	Oct	-	-	16.0	2135	Oct	-	-	16.0	1926
Nov	-	+	13.6	2724	Nov	-	+	13.6	2426	Nov	-	+	13.6	2187
Dic	-	-	11.4	2414	Dic	-	-	11.4	2149	Dic	-	-	11.4	1938

Basado en disponibilidades de MS de *B. brizantha* por Esquivel (2007).

Cuadro 12. Estimación de disponibilidad mensual de forraje en pasturas naturalizadas con 11,5% de cobertura en los diferentes niveles de degradación presentes en potreros de Esparza

Disponibilidad de <i>H. rufa</i> "DEGRADACIÓN-MODERADA"				Disponibilidad de <i>H. rufa</i> "DEGRADACIÓN-SEVERA"				Disponibilidad de <i>H. rufa</i> "DEGRADACIÓN-MUY SEVERA"						
MES	Kg MS/ha/mes	Diferencia (%) en la		Kg MS/ha/mes	MES	Kg MS/ha/mes	Diferencia (%) en la		Kg MS/ha/mes	ME S	Kg MS/ha/mes	Diferencia (%) en la		Kg MS/ha/mes
	(en muestreo)	disponibilidad entre meses		(estimado)		(en muestreo)	disponibilidad entre meses		(estimado)		(en muestreo)	disponibilidad entre meses		(estimado)
Ene	-	+	16.3	110	Ene	-	+	16.3	98	Ene	-	+	16.3	74
Feb	95	=	0.0	95	Feb	85	=	0.0	85	Feb	64	=	0.0	64
Mar	109	=	0.0	109	Mar	93	=	0.0	93	Mar	57	=	0.0	57
Abr	-	+	13.4	124	Abr	-	+	13.4	106	Abr	-	+	13.4	65
May	-		115.1	266	May	-	+	115.1	227	May	-	+	115.1	139
Jun	662	=	0.0	662	Jun	570	=	0.0	570	Jun	432	=	0.0	432
Jul	1076	=	0.0	1076	Jul	872	=	0.0	872	Jul	343	=	0.0	343
Ago	-	+	15.4	1242	Ago	-	+	15.4	1007	Ago	-	+	15.4	396
Sep	-	-	5.9	1168	Sep	-	-	5.9	947	Sep	-	-	5.9	372
Oct	-	-	16.0	981	Oct	-	-	16.0	796	Oct	-	-	16.0	313
Nov	-	+	13.6	1115	Nov	-	+	13.6	904	Nov	-	+	13.6	355
Dic	-	-	11.4	988	Dic	-	-	11.4	801	Dic	-	-	11.4	315

Basado en disponibilidades de MS de *B. brizantha* por Esquivel (2007).

### **3.9 Potencial de productividad de pasturas mejoradas y naturalizadas, estimada mediante el programa de simulación LIFE-SIM**

Para determinar el potencial productivo de las pasturas en Kg de carne ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> se usó el modelo de simulación para engorde ofrecido por el software LIFE-SIM (León Velarde et ál. 2006). Se consideró como variación en la alimentación del ganado, la disponibilidad y la calidad de pasturas mejoradas y naturalizadas a lo largo del año en sus diferentes estados de degradación.

Se consideró adecuado utilizar un factor de uso (FU) de 0.60 (Gutiérrez 1996) o eficiencia de utilización de forraje (EUF) reportada por Andrade (1999), sobre la disponibilidad de forraje promedio estimado en el punto 3.8.2 y las disponibilidades de MS Kg ha<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup> en cada condición de degradación (Cuadro 13) en pasturas mejoradas. La productividad por cada pastura se estimó mediante la construcción de diferentes escenarios en el programa LIFE-SIM, de acuerdo a los resultados de disponibilidades de MS ha<sup>-1</sup> encontradas en cada nivel de degradación (1 “sin degradación, 2 “degradación leve” y 3 degradación moderada” para pasturas mejoradas y 3 degradación moderada”, 4 “degradación severa” y 5 “degradación muy severa” para naturalizadas<sup>4</sup>).

Para el caso de pasturas naturalizadas como sus disponibilidades fueron bajas en este estudio (ver punto 4.1.2), se consideró un factor de uso de 1.0 de la MS promedio cuantificada, así también, para cada nivel de degradación (Cuadro 15), esto, debido a que se observó que existe un sobreuso del forraje naturalizado.

Para cada nivel de degradación se consideraron tres escenarios: 1) con suplemento durante todo el año, con 4 Kg de pollinaza en época seca y 1.7 Kg en lluvias (Jiménez 2007); 2) con suplemento durante la época seca con 4 Kg de pollinaza durante 5 meses y 3) sin suplemento. Al programa se le proveyeron datos de disponibilidad de forraje (Kg MS ha<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup>) y las características nutritivas (% de PC y % de DIVMS), carga animal, y

---

<sup>4</sup> Debido a que no se encontraron los niveles 2 y 1 en pasturas naturalizadas, se estimaron disponibilidades de MS ha<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup> a partir de valores promedio por época reportados por Holmann y Estrada (1997) para la zona pacífico central de Costa Rica.

cantidad de suplemento. La descripción de los escenarios simulados, se presentan en los Cuadros 13 y 14.

El periodo de simulación fue un año (determinado por LIFE SIM). Además se considero una carga animal de 1.5 UA ha<sup>-1</sup> para la disponibilidad promedio de MS encontrada en el estudio (sin cobertura arbórea). Esta carga animal ha sido reportada y usada en los estudios de Chagoya (2006) y Esquivel (2007) y reportada por el proyecto ESIME (2006) para pasturas mejoradas.

### 3.9.1 Supuestos en el modelo de LIFE- SIM

Para simular el potencial de productividad de carne en Kg ha<sup>-1</sup> en ambas pasturas se tomó como referencia que los novillos tenían un año de edad al comienzo de la simulación, un peso de 200 Kg, el factor de ajuste por pastoreo fue del 20%<sup>5</sup> de los requerimientos de mantenimiento; el contenido de proteína por kilo de ganancia de peso fue del 17%<sup>7</sup>; el consumo potencial del animal de 3,0 Kg de materia seca por cada 100 Kg de peso vivo con una variación en el consumo diario de 7,5%<sup>7</sup>, se uso la opción de 1/2 -3/4 de raza para la concentración de energía requerida para la ganancia de 1 Kg de peso vivo (opción del programa de simulación).

Para el insumo pastura, se le proveyó al programa LIFE-SIM los valores de calidad de *B. brizantha* reportados por Casasola et ál. (2005), 4,9 % PC y 46,2% DIVMS para la época seca y los de Franco (1997), 8,7% PC y 58,7% DIVMS para la época lluviosa. Para la calidad de *H. rufa*, se consideraron los valores reportados por Ibrahim et ál. (2001), 3,9% PC y 33,9% DIVMS para la época seca y los de Holmann y Estrada (1997), 8,0% PC y 45,9% para época lluviosa. Se consideró un efecto en la calidad de los forrajes por selectividad del ganado, al % de PC en época seca se aumento una unidad porcentual y de 1,5 para lluvias; para el % de DIVMS se aumento un 2% del valor tomado de la fuente secundaria para ambas pasturas (Ibrahim com. per.).

---

<sup>5</sup> Valores asignados por default por el programa LIFE SIM

Cuadro 13. Supuestos e insumos usados en los escenarios simulados con LIFE-SIM para determinar la producción de carne Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en pasturas mejoradas con cobertura arbórea.

MES	DISPONIBILIDAD DE MS Kg ha <sup>-1</sup> mes <sup>-1</sup>				Carga animal UA/ha	CALIDAD PASTURA			SUPLEMENTO POLLINAZA			CLIMA			
	FU (0.60)					MS %	PC %	DIVMS %	CANTIDAD Kg/animal/día	MS %	PC %	DIVMS %	HUM	VEL.	T° (-2°C)!
	DISP. PROMEDIO	SIN DEGR.	DEGR. LEVE	DEGR. MODERADA	REL.								VIENTO	x COB. ARB	
Ene	671	1131	595	515				ESCENARIO-1				83	7	26.9	
Feb	577	973	512	443	BASE			4 Kg (seca)				77	7	28.1	
Mar	446	649	421	362	1.45	seca			1.7 Kg (lluvias)				77	7	28.5
Abr	506	736	477	411		37,7 a	4,9*	46,2*				81	6	29.3	
May	1089	1584	1026	884	SIN DEGR.							86	5	28.3	
Jun	1512	2053	1501	1245	1.80				ESCENARIO-2	85.6	12.2	45.3	91	5	27.1
Jul	1373	1552	1378	941					4 Kg (seca)				87	4	27.4
Ago	1584	1791	1590	1086	D-LEVE	lluviosa						88	4	27.1	
Sep	1491	1685	1496	1022	1.42	26,4 a	8,7**	58,9**				89	4	27.0	
Oct	1252	1415	1257	859					ESCENARIO-3				86	5	26.6
Nov	1423	1608	1428	975	D-MODERADA				0 Kg (todo el año)				90	6	27.0
Dic	1260	1425	1265	864	1.10							89	6	26.7	
<b>Kg MS/ha/año</b>	<b>13185</b>	<b>16600</b>	<b>12944</b>	<b>9609</b>		a Valores determinados en estudio				"" Valores determinados por ESIME 2006			Fuente: IMN 2007	Fuente: Muñoz 2002	Fuente: Chinchilla 1987
	%	Diferencia con el promedio (%)				* Valores de Casasola et ál. 2005									e IMN 2007
	100	25.9	-1.8	-27.1		** Valores de Franco 1997									Fuente: Ovalle y Avendaño 1984, citados por Carvalho sf.

Los escenarios fueron. Escenario 1: suplemento durante 365 días: 4 Kg pollinaza en época seca y 1.7 Kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en lluvias (Jiménez 2007); Escenario 2: suplemento con 4 Kg pollinaza animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> durante 150 días; Escenario 3: sin uso de suplemento durante todo el año. El porcentaje de cambio en la carga animal entre una condición de degradación y otra, fue considerado con el % de cambio entre la disponibilidad de forraje promedio con respecto a las otras disponibilidades.

Cuadro 14. Supuestos e insumos usados en los escenarios simulados con LIFE SIM para determinar la producción de carne Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en pasturas naturalizadas con cobertura arbórea.

MES	DISPONIBILIDAD DE MS Kg/ha/mes				Carga animal UA/ha	CALIDAD PASTURA			SUPLEMENTO POLLINAZA			CLIMA			
	FU (0.60)					MS %	PC %	DIVMS %	CANTIDAD Kg/animal/día	CALIDAD <sup>***</sup>			HUM. REL.	VEL. VIENTO	T° (-2°C)! x COB.ARB
	DISP. PROMEDIO	SIN DEGR.	DEGR. SEVER A	DEGR .MUY SEVERA	MS %					PC %	DIVMS %				
Ene	92	104	92	69				ESCENARIO-1				83	7	26.9	
Feb	79	89	79	59	BASE			4 Kg (seca)				77	7	28.1	
Mar	87	102	87	52	0.60	Época seca			1.7 Kg (lluvias)			77	7	28.5	
Abr	99	116	99	59		37,2 a	3,9*	33,9*				81	6	29.3	
May	212	249	212	127	SIN DEGR.							86	5	28.3	
Jun	535	622	535	410	0.73				ESCENARIO-2	85.6	12.2	45.3	91	5	27.1
Jul	825	1021	825	325					4 Kg (seca)			87	4	27.4	
Ago	952	1178	952	375	D-LEVE	Época lluviosa						88	4	27.1	
Sep	896	1109	896	353	0.60	24,9 a	8,0**	45,9**				89	4	27.0	
Oct	753	931	753	296					ESCENARIO-3			86	5	26.6	
Nov	855	1058	855	337	D-MODERADA				0 Kg (todo el año)			90	6	27.0	
Dic	757	937	757	298	0.27							89	6	26.7	
<b>Kg MS/ha/año</b>	<b>6142</b>	<b>7516</b>	<b>6142</b>	<b>2760</b>		a Valores determinados en estudio						Fuente: IMN	Fuente: Muñoz 2002	Fuente: Chinchilla 1987	
	%	Diferencia con el promedio (%)				* Valores reportados por Ibrahim et ál. 2001								e IMN 2007	
	100	23.8	0.0	-60.6		** Valores reportados por Holmann y Estrada 1997								Fuente: Ovalle y Avendaño 1984	
														citados por Carvalho	

Los escenarios fueron, Escenario 1: suplemento durante 365 días: 4 Kg pollinaza en época seca y 1.7 Kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en lluvias (Jiménez 2007); Escenario 2: suplemento con 4 Kg pollinaza animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> durante 150 días; Escenario 3: sin uso de suplemento durante todo el año. El porcentaje de cambio en la carga animal entre una condición de degradación y otra, fue considerado con el % de cambio entre la disponibilidad de forraje promedio con respecto a las otras disponibilidades. Los valores de la pollinaza aplican los de cuadro 12.



Como suplemento se utilizo pollinaza<sup>6</sup>; debido a que un número importante de productores en la zona lo proporcionan a su ganado durante la época seca. La pollinaza mejora la dieta de los animales debido a que las excretas contienen alto contenido de fibra y de nitrógeno no proteico las cuales pueden ser utilizados eficientemente por los rumiantes (Westing et ál. 1985 citado por Duarte et ál. 1996).

Algunos autores mencionan que niveles de pollinaza de un 36% o niveles de sustitución del nitrógeno total de un 26, 40 y 50%, causan efectos negativos en la respuesta animal, sin embargo, otros autores mencionan que al utilizar niveles de 35 y 40% en dietas integrales, han obtenido resultados favorables en la ganancia de peso de los animales (Duarte et ál. 1996). El valor nutricional de la pollinaza reportado por el proyecto ESIME (2006) se ingreso al programa LIFE-SIM, sus características nutritivas se presentaron en el Cuadro 13.

### **3.10 Análisis financiero**

Los datos de disponibilidad de MS cuantificadas en este estudio y de la obtenida de fuentes secundarias en ambas pasturas sirvieron de insumo para estimar la productividad de carne ha<sup>-1</sup>. Para conocer los ingresos que genera cada pastura ha<sup>-1</sup> se realizó un análisis financiero de beneficio-costo para evaluar la rentabilidad del uso de pasturas naturalizadas y de pasturas mejoradas.

Se construyeron modelos para los dos tipos de pasturas en sus respectivas condiciones de degradación caracterizadas en el estudio, bajo distintas estrategias de suplementación: 1) pollinaza durante todo el año (12 meses), 2) pollinaza en época de verano (5 meses) y 3) sin suplementación durante todo el año.

La elaboración de modelos se realizó siguiendo a Brown (1981) y Gittinger (1982). Se consideraron costos de establecimiento de pasturas (solo pastura mejorada), costos de mantenimiento de las pasturas, costos de manejo y suplementación de los animales, así como los ingresos por venta de carne. Los modelos se elaboraron de la siguiente manera:

---

<sup>6</sup> Material resultante de la combinación de las excretas producidas por los pollos en engorda, junto con la cama que se utiliza para aislarlos del piso y que se emplea en la suplementación de bovinos. Estos la utilizan eficientemente por su alto contenido de fibra y de nitrógeno no proteico (UADY 2007).

1. Se creó un flujo de caja para un período de 1 año para ambas pasturas
2. Para el análisis se consideró la inversión inicial (solo de pasturas mejoradas) con una vida productiva de 10 años (Holmann y Estrada 1997) dividiendo el total a lo correspondiente a 1 año, la suplementación de 1 UA con pollinaza (material en fresco) a razón de 4,0 Kg novillo<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> durante época seca y de 1,7 Kg pollinaza novillo<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en época lluviosa (Jiménez 2007). Los costos de suplementación están representados por el valor de estos insumos y la mano de obra requerida para proporcionar el alimento
3. Para conocer los ingresos de las pasturas mejoradas y naturales, se estimó la producción de carne y venta correspondiente al término de un año de engorde

Los datos de costos de establecimiento, mantenimiento e insumos de cada sistema se presentan en los Cuadros 15 y 16.

Los datos básicos correspondientes a la productividad en Kg de carne ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de los distintos sistemas de producción se derivaron de las simulaciones de diferentes escenarios con el programa LIFE-SIM. Los gastos de operación y los precios de los productos pecuarios se derivaron de la base de datos del proyecto ESIME, los costos de semillas y productos veterinarios se obtuvieron de establecimientos agropecuarios en Esparza. Los datos corresponden al año 2007, el tipo de cambio para el análisis fue de ¢512.00 por US\$ 1.00.

Cuadro 15. Costos de insumos y mano de obra en el establecimiento y mantenimiento de pasturas mejoradas a nivel de hectárea para un año

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
<b>Insumos</b>				
Herbicida (establecimiento)*	l	4	3,20	12,80
Semilla de pasto brizantha (establecimiento)*	Kg	6	14,32	85,94
Herbicida mantenimiento	l	1	4,30	4,30
Pollinaza (suplemento) <sup>&amp;</sup>	UA	1	0,04	14,6
Sales minerales, sal común (UA año <sup>-1</sup> )	Kg	36	0,44	15,84
Insumos veterinarios (vacunas, desparasitantes, antibióticos) (UA año <sup>-1</sup> )	dosis	-	-	12,0
Alambre de púas, (mantenimiento cercas muertas)	rollo	1	22,0	22,0
Grapas	Kg	1	2,90	2,90
Postes	Pza	4	3,0	12,0
<b>Subtotal costos de insumos</b>				<b>182,34</b>
<b>Mano de obra</b>				
Aplicación de herbicida p/ establecimiento de semilla*	jornal	3	6,84	20,52
Establecimiento de semilla (brizantha)*	jornal	3	6,84	20,52
Aplicación herbicida (mantenimiento)	jornal	3	6,84	20,52
Suplementación con pollinaza, sales minerales, sal común <sup>&amp;</sup>	jornal	1	6,84	6,84
Suplementación con pollinaza		11	6,84	75,26
Manejo de ganado (vacunas, desparasitantes, antibióticos)	jornal	1	6,84	6,84
Mantenimiento cercas muertas	jornal	2	6,84	13,68
Costo por transporte y comercialización 5% del precio de venta del ganado				
<b>Subtotal costos de mano de obra</b>				<b>164,18</b>
<b>TOTAL</b>				<b>346,42</b>

Para el análisis de rentabilidad se considero solo la décima parte de los costos ya que el análisis corresponde a un año. <sup>&</sup> Conceptos que tienen una disminución de costos (insumos y mano de obra) en los escenarios con 5 meses de suplementación y sin suplementación. Datos tomados de la base de datos del proyecto GEF-CATIE-Banco Mundial (2007). La tasa de cambio que se considero fue: US\$ 1 = 512 colones.

Cuadro 16. Costos de insumos y mano de obra en el establecimiento y mantenimiento de pasturas naturalizadas a nivel de hectárea para un año

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario (US\$)	Costo Total (US\$)
<b>Insumos</b>				
Herbicida mantenimiento	l	2	4,30	8,60
Pollinaza (suplemento) <sup>&amp;</sup>	Kg	1	0,04	14,6
Sales minerales, sal común (UA/año)	Kg	36	0,44	15,84
Insumos veterinarios (vacunas, desparasitantes, antibióticos) (UA/año)	dosis	-	-	12,0
Alambre de púas (mantenimiento cercas muertas)	rollo	1	22,0	22,0
Grapas	Kg	2	2,90	2,90
Postes	Pza	4	3,0	12,0
<b>Subtotal costos de insumos</b>				<b>87,94</b>
<b>Mano de obra</b>				
Aplicación de herbicidas y chapeas (mantenimiento)	jornal	5	6,84	34,20
Suplementación con pollinaza, sales minerales, sal común <sup>&amp;</sup>	jornal	1	6,84	6,84
Suplementación con pollinaza		11	6,84	75,26
Manejo de ganado (vacunas, desparasitantes, antibióticos)	jornal	1	6,84	6,84
Mantenimiento cercas muertas	jornal	2	6,84	13,68
Costo por transporte y comercialización 5% del precio de venta del ganado	-	-	-	
<b>Subtotal costos de mano de obra</b>				<b>136,82</b>
<b>TOTAL</b>				<b>224,76</b>

La tasa de cambio que se considero fue: US\$ 1 = 512 colones. <sup>&</sup> Conceptos que tienen un cambio (disminución) en costos en los escenarios con 5 meses de suplementación y sin suplementación. Datos tomados de la base de datos del proyecto GEF-CATIE-Banco Mundial (2007).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Disponibilidad de biomasa forrajera en pasturas mejoradas y naturalizadas en época seca y lluviosa

La disponibilidad de biomasa forrajera estuvo conformada por forraje palatable, - se refiere al grado de preferencia de los animales por un material en particular cuando esta junto a otros (Gutiérrez 1996)- *Brachiaria brizantha* en pasturas mejoradas e *Hyparrhenia rufa* en pasturas naturalizadas; forraje poco palatable con pastos del genero *Paspalum*, *Ixophorus* spp, *Rhynchospora nervosa* (Vahl) Boeck y leguminosas *Caloponium muconoides* y *Desmodium intortum* (tropical forages 2007).

#### 4.1.1. Disponibilidad de forraje palatable

Se encontraron diferencias significativas en la disponibilidad de biomasa forrajera palatable entre pasturas tanto en época seca<sup>7</sup> ( $p < 0.0001$ ) con 868 y 89 Kg MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> <sup>8</sup>, como en época lluviosa<sup>9</sup> ( $p < 0.0001$ ) con 2448 y 721 Kg MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> para mejoradas y naturalizadas respectivamente (Figura 8). Se encontró interacción de pastura por época ( $p < 0.0001$ ). Las disponibilidades por muestreo en Anexo 8.

La mayor disponibilidad de forraje palatable en ambas épocas se encontró en pasturas mejoradas. Esto es determinado por su mejor potencial productivo de biomasa forrajera (Holmann et ál. 2004) debido a diferencias en disponibilidad y hábitos de crecimiento (Echavarría 1973, Maldonado y Velásquez 1994) con las naturalizadas.

Entre los estudios que han medido la disponibilidad de forraje en la zona de esparza, se encuentran los de Jiménez (2007), que reporto disponibilidades de *B. brizantha* entre 1.915 y 2.728 Kg MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> en época seca y entre 2.596 y 2.770 Kg MS ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> en época lluviosa.

---

<sup>7</sup> La época seca abarca los meses de diciembre a abril (verano)

<sup>8</sup> El ciclo para la época seca consto de 37 y 39 días y para lluviosa de 31 y 36 días en mejoradas y naturales respectivamente. Se estimo un promedio por la variabilidad entre potreros.

<sup>9</sup> La época lluviosa abarca los meses de mayo a noviembre (invierno)

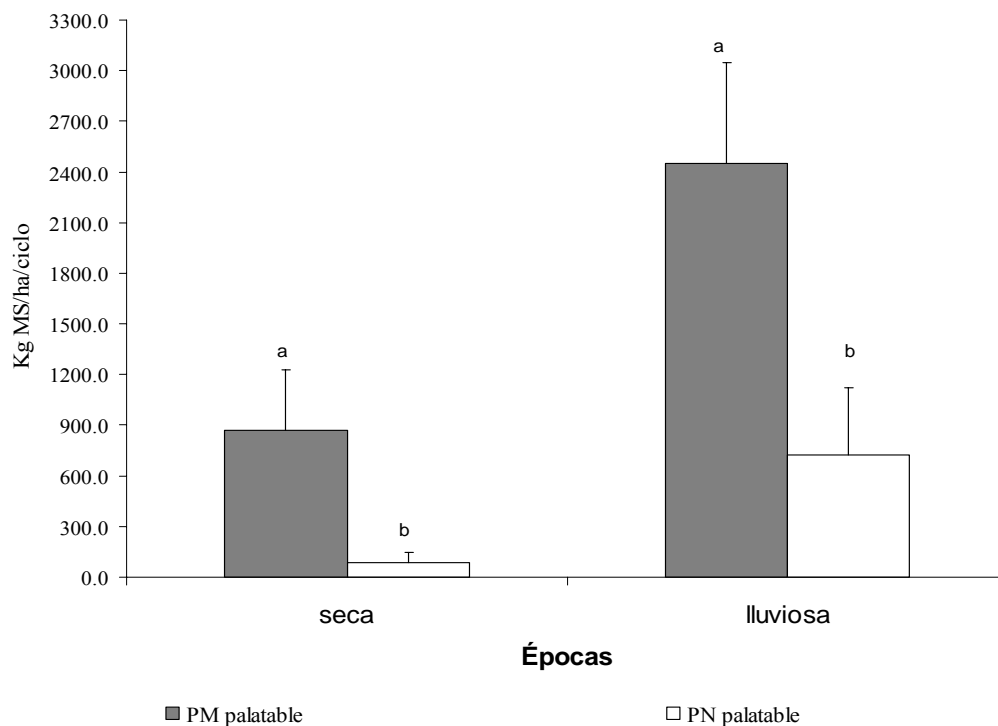


Figura 8. Disponibilidad de MS en  $\text{kg ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de biomasa forrajera palatable en pasturas mejoradas y naturalizadas. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) según prueba de Fisher. \*Barras sobre la columna indican la desviación estándar.

Holguín et ál. (2002), reportan para la zona de Barranca, Puntarenas, disponibilidades de MS  $\text{ha}^{-1}$  corte de *B. brizantha* de 1380 y 3278 Kg para época seca y lluviosa respectivamente. Para *H. rufa* disponibilidades de 1437 y 3579 Kg MS  $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  para seca y lluviosa respectivamente.

Lobo y Acuña (1999), reportaron para la zona pacífico central, una disponibilidad en *B. brizantha* de 4298 Kg MS  $\text{ha}^{-1} \text{ ciclo}^{-1}$  de 35 días en la época de lluvias. También Lobo y Díaz (2001) reportan para Esparza producciones de forraje en *B. brizantha* var. La libertad, cada 21 días de 3900 Kg de MS  $\text{ha}^{-1}$ .

Por su parte Holmann y Estrada (1997), reportan una disponibilidad de 700 y 3500 Kg MS  $\text{ha}^{-1}$  para *B. brizantha* para época seca y lluviosa respectivamente; mientras que las disponibilidades para *H. rufa* corresponden a 500 y 2500 Kg MS  $\text{ha}^{-1}$  para sequía y lluvias respectivamente.

En general, las disponibilidades de MS Kg  $\text{ha}^{-1}$  reportados para *B. brizantha* por los autores citados en época seca, están por encima a los de este estudio, únicamente los

valores que reporta Holmann (1999) son ligeramente menores. Sin embargo, para la época lluviosa las disponibilidades en Kg de MS ha<sup>-1</sup> en este estudio son similares a los reportados por Jiménez (2007) pero menores a los reportados por otros autores.

Una posible explicación a las diferencias en disponibilidad de biomasa forrajera Kg MS ha<sup>-1</sup> entre este estudio y los valores presentados por otros autores, pueden deberse a varios factores como los días de pastoreo (pueden ser muy variables entre estudios), carga animal, edades tempranas de evaluación de las pasturas, que las disponibilidades presentadas representen el promedio de uno o pocos potreros en condiciones de topografía plana o mejor calidad de sitio y desde luego las condiciones climáticas (Gutiérrez 1996, De Oliveira 2001).

La disponibilidad de forraje palatable en pasturas naturalizadas se encontraron muy por debajo de los reportados por autores como Holguín et ál. (2002) y Holmann y Estrada (1997). La explicación a esta situación es la baja cobertura de forraje palatable (jaragua) en los potreros evaluados y la alta cobertura de otros forrajes poco palatables, por presentarse en estados avanzados de degradación (ver punto 4.6).

En este estudio, la falta de lluvias en la época seca puede explicar las diferencias en la disponibilidad de biomasa forrajera respecto al periodo lluvioso en ambas pasturas; sobre todo en naturalizadas que se encontraron casi secos debido al estrés hídrico que sufren (Pearson e Ison 1987) y a su largo periodo de recuperación (Lacy 2007). Según Orozco (2002), la región pacífico central se caracteriza por tener periodos de cinco meses sin precipitación, además, durante los meses de enero y febrero hay una gran influencia de vientos alisios que aceleran el proceso de secado de los pastos de piso. Las características de pendientes, suelo desnudo y malezas de los potreros evaluados se discuten en el punto 4.6.

Aunque también, el pastoreo continuo puede influir en la baja disponibilidad de biomasa forrajera en potreros con pasturas naturalizadas, ya que se afecta su recuperación debido a la defoliación intensiva. Según Gutiérrez (1996), la recuperación de una pradera después de la época seca o una defoliación total, estará en función de la disponibilidad de carbohidratos de reserva.

Otro factor importante que puede estar involucrado en la baja disponibilidad de las pasturas naturalizadas, es la avanzada edad de los pastos jaraguas (*H. rufa*). Pezó y Ospina (en prensa), mencionan que los productores en Muy Muy, Nicaragua manifiestan que el pasto jaragua se ha desgastado y se va perdiendo por el cansancio y el sobrepastoreo.

#### 4.1.2. Disponibilidad de forraje poco palatable

En la disponibilidad de forraje poco palatable se encontraron diferencias significativas ( $p=0,0002$ ) entre pasturas en la época seca, la disponibilidad de biomasa forrajera fue de 41 y 112 Kg MS ha<sup>-1</sup>ciclo<sup>-1</sup> para mejoradas y naturalizadas. En lluvias ( $p<0,0001$ ) fue de 59 y 1057 Kg MS ha<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>ciclo<sup>-1</sup> para mejoradas y naturalizadas respectivamente (Figura 9).

La disponibilidad de forraje poco palatable en pasturas mejoradas fue poco significativa ya que las cantidades encontradas representaron solo el 4,6% en sequía y el 3,4 % en lluvias con respecto al total de forraje disponible. Mientras que en pasturas naturalizadas, la disponibilidad de forraje poco palatable representó en el periodo de sequía un 57,3% y en el de lluvias un 60,9%, respecto a las cantidades disponibles en Kg MS ha<sup>-1</sup> de forraje palatable.

La mayor disponibilidad de forraje poco palatable se encontró en pasturas naturalizadas, que podría significar una muestra de la baja productividad por la alta presencia de pastos naturales. Debido a que las gramas del género *Paspalum*, y ratana (*Ischaemum ciliare*), producen entre 8 - 10 t de MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, lo que representa entre 30 – 35% del potencial de producción de una pastura de *Brachiaria* bien manejada (CATIE 1989 citado por Argel 2000) y la productividad medida en producto animal es relativamente baja (Tejos 2002).



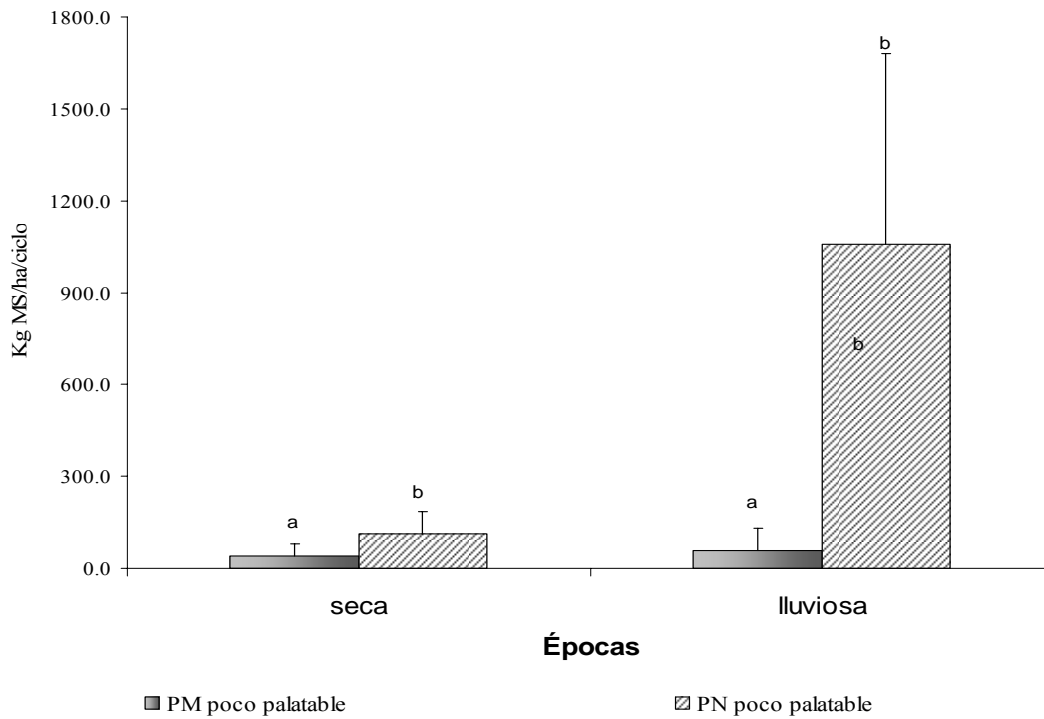


Figura 9. Disponibilidad de MS en Kg ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup> de biomasa forrajera poco palatable en pasturas mejoradas y naturalizadas. Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) según prueba de Fisher. \*Barras sobre la columna indican la desviación estándar.

#### 4.2 Composición botánica y la cobertura vegetal en pasturas mejoradas y naturales

En las Figuras 10 y 11, se muestran los porcentajes de especies palatables, especies poco palatables y malezas encontrados en la cobertura vegetal en época seca y lluviosa, clasificadas de acuerdo a Gutiérrez (1996). En el Cuadro 17, se muestra las especies que conformaron la composición botánica, material senescente-mantillo y suelo desnudo.

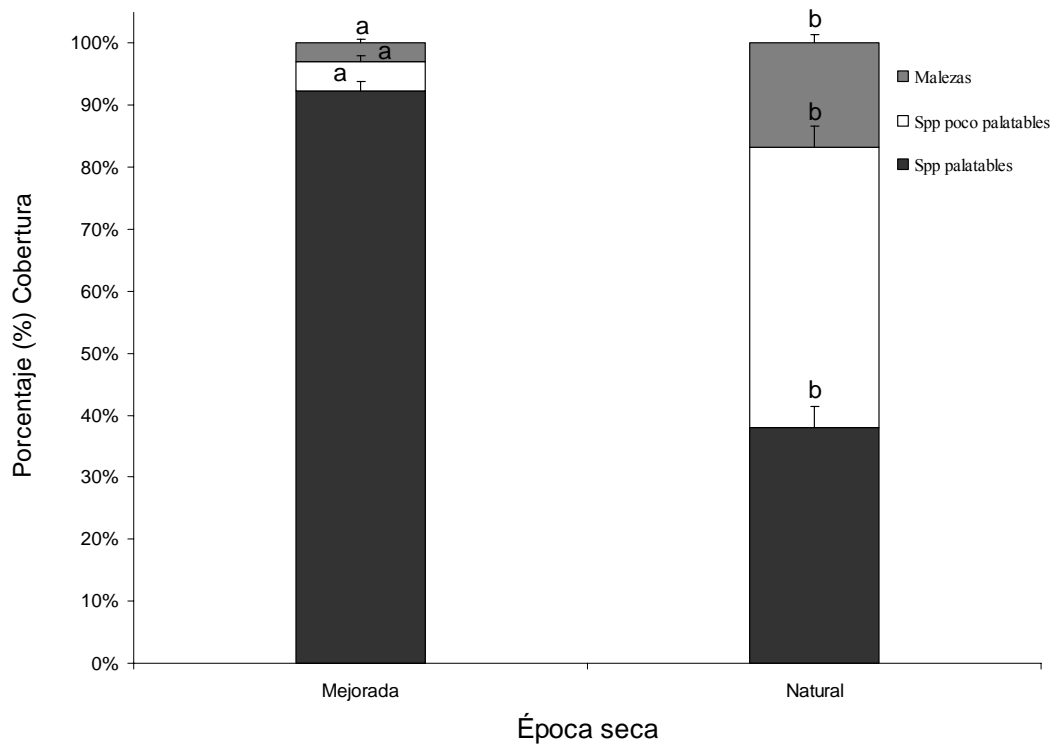


Figura 10. Distribución de cobertura vegetal en pasturas mejoradas y naturalizadas en época seca. Letras diferentes entre columnas en mismo color significan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), según prueba de Fisher.

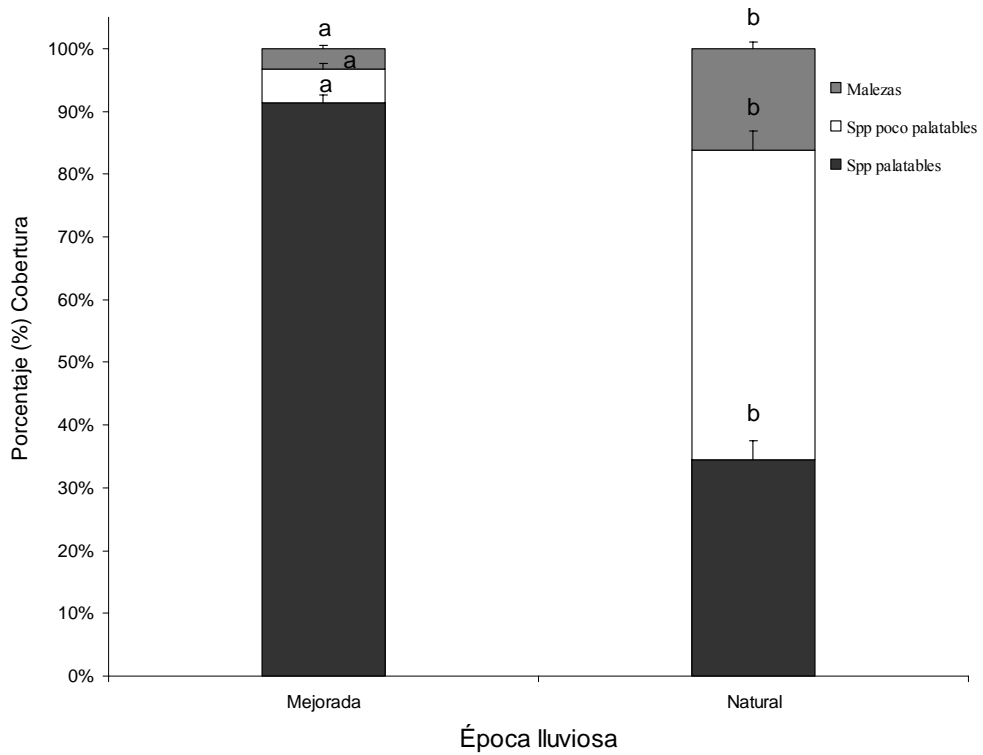


Figura 11. Distribución de cobertura vegetal en pasturas mejoradas y naturalizadas en época lluviosa. Letras diferentes entre columnas en mismo color significan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), según prueba de Fisher.

Cuadro 17. Composición botánica, senescencia-mantillo y suelo desnudo encontradas en potreros con pasturas mejoradas y naturalizadas en fincas de Esparza.

Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Pasto Naturalizado		Pasto Mejorado	
			seca %	lluviosa %	seca %	lluviosa %
<b>Cobertura con especies palatables</b>						
Brizantha	<i>B. brizantha</i>	Poaceae	-	-	<b>92,5</b>	<b>91,3</b>
Jaragua	<i>H. rufa</i>	Poaceae	<b>38,4</b>	<b>34,5</b>		
<b>Cobertura con especies poco palatables</b>						
Burro	<i>Paspalum centrale</i>	Poaceae	<b>45,5</b>	<b>49,4</b>	<b>4,7</b>	<b>5,4</b>
Peludo	<i>Ixophorus spp.</i>	Poaceae				
Sabaneta Jengibrillo	<i>Paspalum conjugatum</i>	Poaceae				
Cuitilla Guacimillo	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeck	Cyperaceae				
	<i>Digitaria ciliaris</i> Retzius Koeler	Poaceae				
Leguminosa	<i>Caloponium muconoides</i>	Fabaceae				
Pega pega	<i>Desmodium intortum</i> (Mill.) Urb.	Fabaceae				
<b>Cobertura con malezas</b>						
Zacaton	<i>Paspalum virgatum</i>	Poaceae	<b>16,9</b>	<b>16,1</b>	<b>2,9</b>	<b>3,3</b>
Escobilla	<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae				
Escobilla	<i>Sida acunata</i> Buró. f.	Malvaceae				
Dormilona	<i>Mimosa pudica</i> L.	Fabaceae/Mim				
Cyperaceae	<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Retz	Cyperaceae				
Navajuela	<i>Escleria melaleuca</i>	Cyperaceae				
Hierba Mora	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Solanaceae				
-	<i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Schtdl.	Commelinaceae				
-	<i>Browallia america</i> L.	Solanaceae				
-	<i>Castilleja arvensis</i> Schtdl. & Cham.	Scrophulariaceae				
Targua	<i>Croton hirtus</i> L'Hér	Euphorbiaceae				
-	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.	Asteraceae				
-	<i>Melanthera nivea</i> (L.) Small	Asteraceae				
-	<i>Caperonia palustris</i>	Malvacea				
Helecho	-	-				
<b>Cobertura Vegetal</b>			<b>53,0</b>	<b>83,0</b>	<b>57,9</b>	<b>74,8</b>
Cobertura Senescencia-hojasasca			<b>37,6</b>	<b>12,9</b>	<b>33,7</b>	<b>19,1</b>
Sin cobertura (Suelo desnudo y piedras)			<b>12,5</b>	<b>4,1</b>	<b>8,3</b>	<b>6,0</b>
<b>TOTAL DE ÁREA EN POTRERO</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Las especies forrajeras que constituyeron la cobertura de especies palatables fueron *B. brizantha*, para mejoradas e *H. rufa* para naturalizadas. Se encontraron

diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ) entre pasturas en época seca. La cobertura en pasturas mejoradas fue de 87,4% y apenas del 36,5% para naturalizadas. Para la época de lluvias hubo también diferencias significativas ( $p > 0.0001$ ) entre pasturas, los porcentajes fueron de 85,2% y 29,9% para mejoradas y naturalizadas respectivamente.

En la cobertura de especies poco palatables se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ) entre pasturas en época seca, en mejoradas fue de 9,6 y de 47,1% en naturalizadas. En la época lluviosa hubo diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ) de 10,4% en mejoradas y 54,2% en naturalizadas.

La cobertura por malezas en época seca presentó diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ) con 3,1 y 16,4% para mejoradas y naturalizadas respectivamente. Para la época lluviosa también se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ) con un 4,4% en mejoradas y un 16,0% en naturalizadas.

Lobo y Acuña (1999) reportan que en evaluaciones de pasturas mejoradas en el pacífico central de Costa Rica, la composición botánica en pasturas mejoradas fue de gramíneas 58%, *A. pintoi* 21%, leguminosas nativas 9% y malezas 12%. Dichos autores mencionan que las principales leguminosas nativas que se encuentran en la zona pacífico central son *Caloponium muconoides*, *Zornia* spp, *Aeschynomene* spp además del *Centrosema. Brasilianum*, y malezas como *Mimosa pudica*, *Amaranthus* spp y otras.

En la composición botánica de pasturas naturalizadas, se presentaron variaciones en el porcentaje de cobertura de especies poco palatables entre época seca y lluviosa, en especies *P. conjugatum*, *Ixophorus* spp, *R. nervosa*, y leguminosas. La especie con cambios mas notorios fue el pasto peludo<sup>10</sup> (*Ixophorus* spp) presentó cambios significativos entre épocas, estando presente en 2,8 % en seca y en 12,1 % en lluvias.

La mayor área de cobertura por parte del pasto *B. brizantha* es debido a su agresividad y resistencia a la invasión de otras gramíneas nativas y malezas (Holmann et ál. 2004), esto explica la diferencia en los porcentajes de especies palatables con la pastura naturalizada, con efecto también de la época. Según Danckwers et ál. (1993), el

---

<sup>10</sup> El pasto peludo (*Ixophorus* spp), según información de los productores en años atrás no se le encontraba en la zona y su aparición se debió a la entrada de animales de otras zonas del país, a través de las subastas de Barranca, Puntarenas.

patrón temporal de la abundancia de plantas, de la composición florística, de la estructura, de la productividad y de la calidad del forraje responde generalmente a cambios en los factores abióticos (lluvia) y en los factores bióticos (pastoreo).

El pasto *H. rufa*, es más susceptible a la invasión por otras gramíneas y malezas, además de no ser tolerante a la sequía. El factor edad (15 a 35 años en este estudio), la nula fertilización el sobreuso por un pastoreo continuo, son sin duda determinantes en la menor cobertura de forraje palatable debido al fuerte impacto sobre la estructura y funcionamiento de los pastizales (León y Soriano 1986, citado por Rodríguez et ál. sf). La selectividad del animal, incrementa la proporción de especies indeseables (hoja ancha) y disminuye la de gramíneas deseables o palatables (t Mannetje sf). Además, se puede favorecer los ataques de plagas como el “mión”<sup>11</sup> de los pastos y disminuir su calidad.

La productividad de las pasturas naturalizadas se ve afectada por la mayor presencia de especies poco palatables y malezas que ejercen competencia, según Tejos (2002), por agua, luz, anhídrido carbónico, nutrientes y espacio para germinar, crecer, florecer y producir semillas. Por ejemplo, malezas como la dormilona y escobilla son tolerantes a la sequía y tienen además alta producción de semillas y estolones (Hernández 2001) ocasionando disminución en la oferta y calidad de la pastura.

En las Figuras 12 y 13, se muestran los porcentajes encontrados de cobertura vegetal, senescencia-mantillo y suelo desnudo en pasturas mejoradas y naturalizadas en época seca y lluviosa.

---

<sup>11</sup> Se denomina “salivazo” o “mion”, a un complejo que involucra diferentes especies de insectos chupadores, pertenecientes a varios géneros de la familia Cercopidae (orden Homóptera), que se localizan en la base de la pastura y se alimentan de la savia de las raíces superficiales.

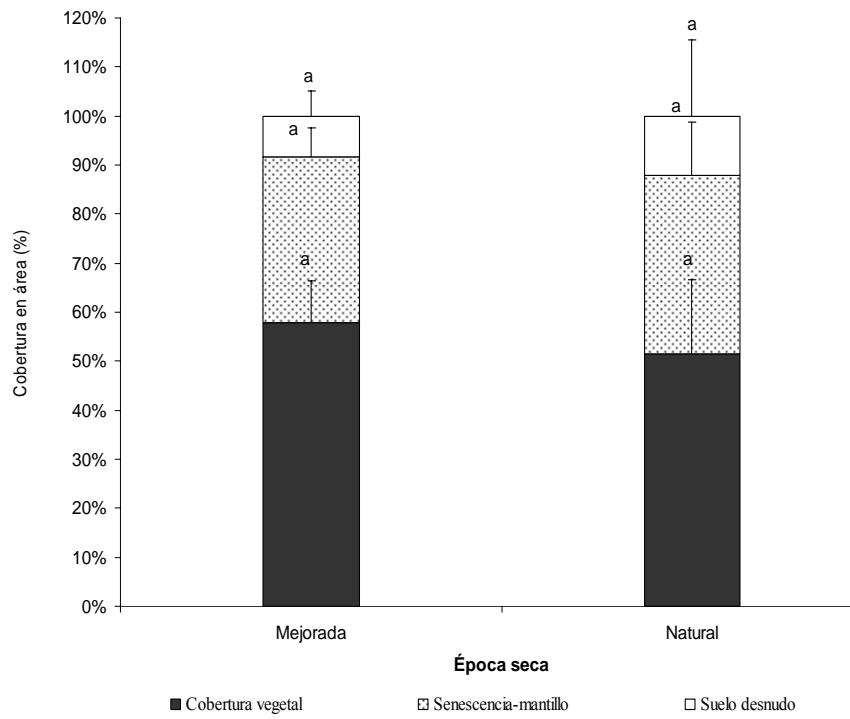


Figura 12. Distribución de cobertura vegetal, senescencia-mantillo y suelo desnudo en pasturas mejoradas y naturalizadas en época seca. Letras distintas en columnas del mismo color indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), según prueba de Fisher.

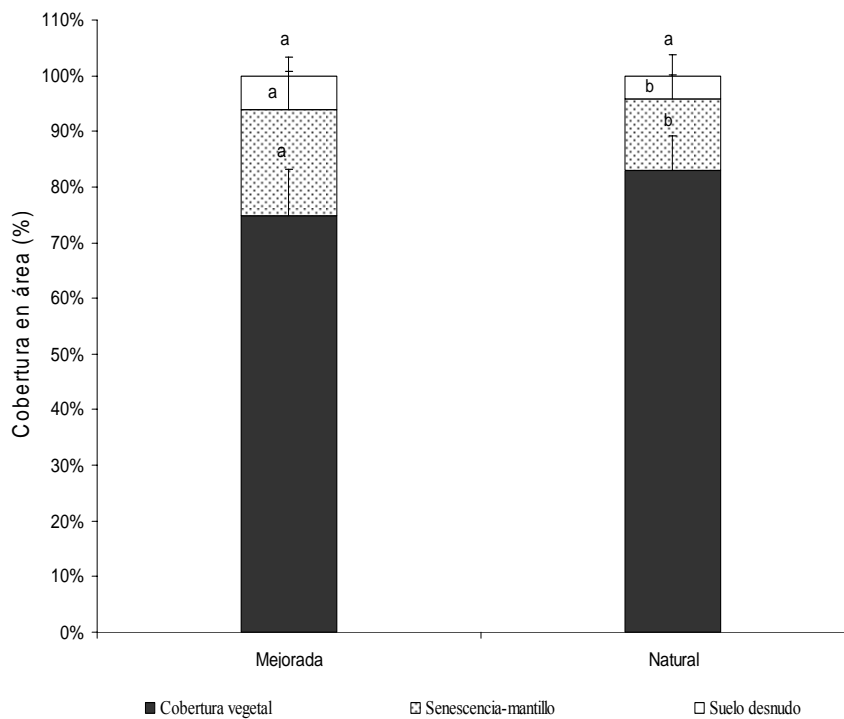


Figura 13. Distribución de diferentes coberturas vegetales, senescencia-mantillo y suelo desnudo en pasturas mejoradas y naturalizadas en época lluviosa. Letras distintas entre columnas en un mismo color indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

### 4.3 Coberturas y suelo desnudo en pasturas

#### 4.3.1 Cobertura vegetal

El porcentaje de cobertura vegetal en ambas pasturas tuvo efecto marcado por la época y por tipo de pastura. El porcentaje de cobertura vegetal entre pasturas durante la época seca no presentaron diferencias significativas ( $p = 0.02083$ ). La pastura mejorada presentó una cobertura vegetal de 57,9% y la naturalizada de 53,0% (4,9% unidades porcentuales mayor en PM). Sin embargo, en la época lluviosa se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.0006$ ) entre pasturas. Se encontró mayor cobertura vegetal en pasturas naturalizadas con 83,0 % y con 74,8 % en mejoradas (8,2% unidades porcentuales mayor en naturalizadas).

El cambio de cobertura vegetal entre época seca y lluviosa dentro de una misma pastura, fueron de 16,9% (unidades porcentuales) para mejoradas y de 30,0% (unidades porcentuales) para naturalizadas.

#### 4.3.2 Senescencia-mantillo

Para la variable senescencia en época seca no se encontraron diferencias significativas ( $p=0.1559$ ) entre pasturas. El porcentaje en mejoradas fue de 33,7% y de 37,6% en naturalizadas. Para la época lluviosa se encontraron diferencias significativas ( $p=0.0007$ ), el porcentaje fue de 19,1 y 12,9% pasturas mejoradas y naturalizadas respectivamente. La mayor área cubierta por senescencia, se debió a que los pastos acumulan hojarasca durante la época seca porque la tasa de descomposición es menor que la tasa de producción de la hojarasca (González 2007).

El material senescente, mantillo y hojarasca almacenados durante la época seca ayudan a proteger al suelo de la erosión y aporta nutrientes por la descomposición de hojarasca. En un estudio en Muy Muy, Nicaragua, Sandoval (2006) encontró que la producción de hojarasca en *B. brizantha* fue de 13 ton y de 9 ton ha<sup>-1</sup> en *P. conjugatum*, lo que significa un aporte de N entre 79 y 103 Kg ha<sup>-1</sup>.

#### 4.3.3 Suelo desnudo

En esta variable se agruparon suelo desnudo y piedras, debido al mínimo porcentaje de piedras encontrado en potreros. En la época seca no hubo diferencias

significativas ( $p=0.2476$ ) entre pasturas, la mejorada presentó un 8,3% y la naturalizada un 12,5%. Para la época lluviosa y de 6,0% y 4,1% ( $p=0.0886$ ) en mejoradas y naturalizadas respectivamente. Se encontró interacción ( $p<.0001$ ) entre pastura y época (Figura 14).

Existió un menor porcentaje de suelo desnudo en pastos naturalizados durante la época lluviosa y que desde el punto de vista suelo, significa menor erosión y menor pérdida de fertilidad. La reducción del área de suelo desnudo en ambas pasturas, fue debida a un crecimiento rápido de las pasturas y al incremento en la cobertura de piso influenciado por las lluvias. Precisamente para el periodo lluvioso una mayor área de cobertura vegetal ayuda a la infiltración de agua en potreros y a que sea menor la escorrentía superficial (Ríos 2006).

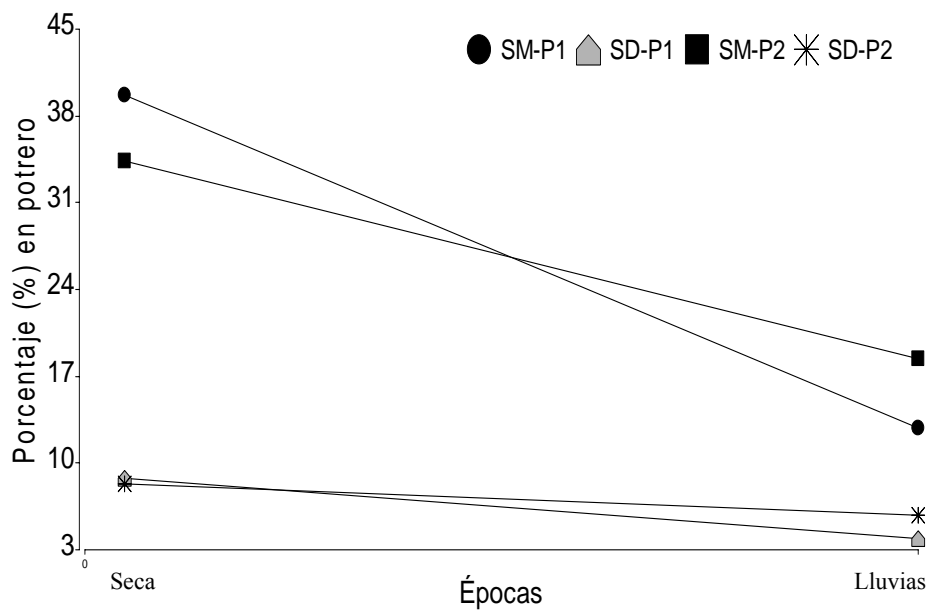


Figura. 14. Interacción pastura x época en las variables senescencia-mantillo y suelo desnudo. SM-P1=senescencia mejorada y SM-P2=senescencia naturalizada; SD-P1=suelo desnudo mejorada y SD-P2=suelo desnudo naturalizada.

#### 4.4 Manejo de pasturas

La baja disponibilidad de forraje palatable es consecuencia de la baja cobertura de especies deseables (palatables), sobre todo en pasturas naturalizadas. Ello dificulta la alimentación del ganado para aquellas fincas que tienen mayor área con pasturas



naturalizadas o naturales y ocasiona que los productores tengan que recurrir a diversas estrategias para sobrellevar el periodo de sequía, como la venta de animales, sobrepastoreo de las pasturas mejoradas y un mayor uso de suplementos como la pollinaza.

Gutiérrez (1996) menciona de manera muy acertada que no es posible tener una ganadería exitosa a lo largo del año basada exclusivamente en el pastoreo, a menos que se ajuste la carga animal por estaciones y se cuente con riego. La baja calidad de pasturas naturalizadas es conocida por los productores, pero la creencia de que tienen menores gastos en el mantenimiento y aun así obtienen ganancias en carne, es una de las razones por las cuales las mantienen en sus fincas. La experiencia y las necesidades de la finca hacen que el productor destine áreas de sacrificio con terrenos compactos y pedregosos para pasturas naturalizadas o naturales y que por su diversidad funcional y de especies, pueden amortiguar la producción ante eventos adversos como sequías o enfermedades (Tilman et ál. 1996, Pezo y Ospina en prensa).

De acuerdo a observaciones en campo y comentarios de los productores, el tamaño y manejo de los potreros en fincas de Esparza, se define por su cercanía o lejanía de las fuentes de agua, chárcales, quebradas, bosques secundarios y condiciones de cada sitio. De esta forma el productor trata de aprovechar los recursos forrajeros disponibles en su finca, ya que la falta de capital es la mayor limitante por la cual los productores no cambian más áreas de sus fincas con pasturas mejoradas y no reducen el tamaño de los potreros (Pezó y Ospina en prensa).

#### **4.5 Disponibilidad de biomasa forrajera bajo y fuera de copa**

La disponibilidad de MS en  $\text{g/m}^2$  bajo copa entre guacimo, guayaquil y roble presentó diferencias significativas ( $p < 0.0001$ ). La mayor disponibilidad de biomasa forrajera bajo copa se encontró en guayaquil, seguido por roble y finalmente guacimo. Las diferencias de disponibilidad ( $\text{g MS/m}^2$ ) entre fuera de copa y dentro de copa en las especies roble y guayaquil no presentaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), mientras que en guacimo si hubo diferencias significativas ( $p = 0.0001$ ) entre fuera de copa y bajo copa. Los resultados para las tres especies de la disponibilidad de MS bajo y fuera de copa se presentan en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Disponibilidad de materia seca (g MS/m<sup>2</sup>) fuera y bajo copas de 3 especies de árboles aislados.

n	Especie	dap (cm)	Cobertura arbórea (m <sup>2</sup> )	Fuera copa (g MS/m <sup>2</sup> )	Bajo copa (g MS/m <sup>2</sup> )	Diferencia* (%)	p < valor
6	Guayaquil (L)	38,8 (10,6)	81,9 (34,1)	227,3 a (53.8)	195,7 a (60.8)	-12,0	<b>0.0622</b>
6	Roble (M)	42,0 (12,6)	85,2 (11,9)	193,1 a (95.2)	158,7 a (73.7)	-18,0	<b>0.1684</b>
5	Guácimo (D)	64,5 (21,4)	184,5(73, 3)	168,7 a (47.4)	86,7 b (42.4)	-49,0	<b>0.0001</b>

\* es igual a 100 – (valor bajo copa \* 100/valor fuera de copa), P valor referido a las diferencias al tipo de muestreo (bajo vs fuera de copa), medias con misma letra en la misma fila no son significantes estadísticamente (P > 0.05). La desviación estándar se presenta entre paréntesis. Letras en paréntesis se refieren al tipo de copa, L-liviana; M-mediana y D-densa.

En este estudio las copas arbóreas livianas y medianas presentaron una ligera disminución sobre la disponibilidad de biomasa (g MS/m<sup>2</sup>) en pasturas mejoradas con 12% y 18% para guayaquil y roble respecto a áreas a pleno sol. El mayor efecto en la disminución de disponibilidad de MS (g/m<sup>2</sup>) fue en la copa densa (guacimo) con una disponibilidad menor del 49%, respecto a un área a pleno sol.

Los resultados encontrados en este estudio, aunque representaron solo un muestreo fueron parecidos a los de Esquivel (2007), quién evaluó especies arbóreas con copas similares, encontrando una disminución en la disponibilidad de MS g/m<sup>2</sup> de 12% en coyol, 22% en roble y 62% en guacimo respecto a áreas fuera de copa en la zona de Cañas, Costa Rica. El valor de la diferencia de sol y bajo copa en la especie de guacimo fue mayor en el estudio de Esquivel que en el presente estudio, esto se puede deber al desrame realizado en algunos árboles que permitió mas entrada de luz.

Los resultados obtenidos muestran que a mayor densidad (> % de sombra) en el área (m<sup>2</sup>) de copa, el efecto en la disponibilidad del forraje es mayor, es decir, existe menor disponibilidad de forraje bajo copa que fuera de ella. Pero también pueden mencionarse otros factores que inciden en esta disminución, por ejemplo, con lo observado en campo, la disminución en la disponibilidad de forraje podría asociarse al pisoteo de los animales al buscar sombra para descanso bajo las copas.

Los porcentajes de sombra encontrados en las especies evaluadas fueron de 63,5, 60,2, y 79,6%, para guayaquil, roble y guacimo respectivamente, la menor transmisión de luz fue para guacimo y la mayor para guayaquil. Se dice que la sombra afecta la tasa de crecimiento de las gramíneas tropicales, pero una sombra moderada estimula la captación de nitrógeno y el crecimiento de las gramíneas (Gutiérrez 1996). Esquivel (2007) menciona que hasta un 15% de cobertura en potreros no disminuye la disponibilidad de biomasa forrajera. Pese a que existe reducción de la disponibilidad de forraje bajo copas que a pleno sol, encontró que los valores de PC aumentan bajo el dosel de especies arbóreas leguminosas y la DIVMS varía entre especies. Cuando el ganado pastorea en una cobertura media, destina mas tiempo a su alimentación y esto se refleja en una mayor ganancia de peso vivo (Sharrow 2000, Restrepo 2002).

#### **4.6 Niveles de degradación de pasturas mejoradas y naturalizadas**

El interés de este estudio no fue evaluar a las pasturas en sus diferentes niveles de degradación, sino encontrar una condición promedio de degradación actual tanto en pasturas mejoradas y naturalizadas en fincas de Esparza. El número de potreros para cada condición de degradación en mejoradas fue: sin degradación (n=2), degradación leve (n=6) y degradación moderada (n=3). Las pasturas naturalizadas se encontraron en un nivel de degradación moderada (n=8), severa (n=2) y muy severa (n=1). A pesar de que las repeticiones entre niveles de degradación no fueron equitativas, se realizó un análisis de varianza para tener una representación de lo que sería una tendencia en la disponibilidad de forraje (Kg MS ha<sup>-1</sup>) por cada nivel de degradación aumentado. La cuantificación de las disponibilidades de MS forrajera de cada condición de degradación, se presentan con medias y desviaciones estándar en los Cuadros 19 y 20.

En los resultados se muestra que las pasturas mejoradas no presentan condiciones de degradación avanzadas (sin degradación, degradación leve y degradación moderada). Así por ejemplo, se encontró que entre un nivel sin degradación “1” y un nivel con degradación leve “2” existe una diferencia de 42,5% en sequía y 20,1% en lluvias (unidades porcentuales) menor disponibilidad de forraje palatable. Con una condición de degradación moderada “3” existe un 50,3% en seca y un 32,9 en lluvias (unidades porcentuales) menos disponibilidad de forraje palatable (*B. brizantha*) respecto a la condición sin degradación. Se pudo observar que las diferencias entre época seca y

lluviosa varían, posiblemente a causa de un mayor sobrepastoreo de algunos potreros en época seca.

Cuadro 19. Estados de degradación de potreros con pasturas mejoradas evaluados en ambas épocas en Esparza.

Concepto	Condición de degradación											
	Época seca						Época lluviosa					
	Sin -D*	DE	D-L	DE	D-M	DE	Sin-D	DE	D-L	DE	D-M	DE
Forraje palatable (Kg MS/ha)	1351.3	500.4	777.2	119.2	671.2	41.3	3003.4	618.9	2398.9	373.1	2014.2	287.0
Forraje poco palatable (Kg MS/ha)	17.6	16.1	34.7	26.4	70.2	41.6	26.1	30.2	41.6	20.0	115.3	87.7
Especies palatables (%)	98.2	0.0	93.4	4.2	86.8	7.7	98.0	0.9	93.0	3.3	83.4	5.5
Especies poco palatables (%)	1.2	0.6	3.9	2.5	8.7	4.6	1.1	0.6	4.3	2.1	10.5	3.6
Especies indeseables (%)	0.6	0.6	2.7	2.1	4.6	3.2	0.7	0.8	2.7	1.6	6.0	1.8
Cobertura vegetal (%)	65.7	5.3	56.4	3.7	55.7	4.2	73.3	8.1	74.9	6.5	75.7	0.9
Senescencia-mantillo (%)	30.0	5.3	35.3	1.5	33.1	2.0	21.9	6.3	19.0	5.3	17.4	4.3
Suelo desnudo (%)	4.3	0.0	8.3	3.8	11.0	6.4	4.5	2.3	6.0	2.9	6.9	3.6

Niveles de degradación de pasturas donde Sin-D=sin degradación; D-L=degradación leve; D-M=degradación moderada. DE=desviación estándar.

En naturalizadas entre la mejor disponibilidad de MS que se encontró, que corresponde a una condición de degradación moderada “3” existe una diferencia con la condición de degradación severa “4” de un 41,9% en seca y un 55,3% en lluvias (unidades porcentuales) y con una degradación muy severa “5” un 59,4% en seca y un 67,2% en lluvias (unidades porcentuales) menor disponibilidad de forraje palatable (*H. rufa*). La calificación para cada criterio por potrero se presenta en los Anexos 9 y 10.

Cuadro 20. Estados de degradación de potreros con pasturas naturalizadas evaluados en ambas épocas en Esparza.

Concepto	Condición de degradación											
	Época seca						Época lluviosa					
	D-M*	DE	D-S	DE	D-MS	DE	D-M	DE	D-S	DE	D-MS	DE
Forraje palatable (Kg MS/ha)	95.5	55.0	55.5	12.6	38.8	3.1	821.4	354.7	367.3	59.8	269.6	36.4
Forraje poco palatable (Kg MS/ha)	94.3	51.9	215.6	55.8	40.6	23.8	1081.5	677.2	1263.6	336.7	444.7	28.4
Especies palatables (%)	42.8	15.1	20.1	2.0	39.9	9.3	39.2	13.8	16.6	2.5	33.6	0.3
Especies poco palatables (%)	40.2	10.7	70.6	5.3	37.5	17.0	45.9	11.7	69.0	4.6	38.9	3.6
Especies indeseables (%)	17.0	7.3	13.7	4.2	22.7	8.3	15.0	4.0	14.8	3.3	27.3	3.8
Cobertura vegetal (%)	49.3	12.1	73.6	15.3	41.6	8.6	84.4	6.1	81.1	3.1	75.5	8.1
Senescencia-mantillo (%)	39.3	11.4	27.7	8.0	44.1	0.4	12.1	4.2	15.2	2.9	14.2	7.0
Suelo desnudo (%)	14.3	18.0	3.9	0.3	14.5	9.2	3.5	3.6	3.4	1.3	10.2	1.0

\* Niveles de degradación de pasturas donde D-M=degradación moderada; D-S=degradación severa; D-MS=degradación muy severa. DE=desviación estándar.

Es importante la consideración de buenos criterios para determinar la degradación de las pasturas. Los siete criterios utilizados en este estudio fueron claros para definir las condiciones de degradación de pasturas, en referencia a la disponibilidad de forraje palatable. Por ejemplo, criterios como cobertura de forrajeras, vigor de forrajeras y cobertura de malezas y uniformidad de uso fueron las principales indicadoras de la disponibilidad de forraje palatable.

La disminución en la disponibilidad de forraje esta atribuido a la degradación de las pasturas (Murgueitio et ál. 2001, Argel 2000, Spain y Gualdrón 1988, Herty 2006) que tiene un efecto directo sobre la productividad animal. Esta situación puede estar influenciada por varias causas como la fertilidad natural del suelo, la pendiente, el drenaje (Gutiérrez 1996, Oliveira 2001), así como la aplicación de rotación con periodos cortos y alta carga animal (Ibrahim 1994).

La reducción del forraje palatable en pasturas mejoradas esta explicado por la reducción de la cobertura de las especies palatables (*B. brizantha*, este estudio) en cada nivel de degradación, las especies poco palatables se les encuentra más en un nivel de degradación moderada, al igual que las malezas. El porcentaje de suelo desnudo presentó el mismo comportamiento entre épocas, siendo mayor el área de suelo sin vegetación en una degradación moderada y menor en una pastura sin degradación.

Existen pocos estudios en la zona pacifica de Costa Rica, respecto a evaluación de pasturas en diferentes condiciones de degradación, ya que la mayoría de estudios se han enfocado a evaluar el potencial productivo de nuevas especies o a la evaluación de secuestro de carbono en pasturas u otros usos de suelo. Estudios como el de Ramos (2003) en Barranca, Puntarenas, quién evaluó el secuestro de carbono en una pastura degradada, menciona que, encontró en potreros degradados gramíneas naturalizadas, principalmente jaragua (*Hyparrhenia rufa* Stapf.) y nativas zacate burro (*Sporobolus poiretii* Roem & Schult), jengibre (*Eleusine indica* L.), zacate violeta (*Panicum trichoides* Swartz.), zacate guacimo (*Digitaria ciliaris* Retzius Koeler). Hernández (2001), indica que productores en Guatemala manifiestan que el indicio de degradación de una pastura es el aumento de gramas del genero *Paspalum* en los potreros.

Hernández (2001) y Pezo y Ospina (en prensa), al evaluar las causas de degradación percibida por los productores en el área de la Calzada Mopan, Dolores, Petén, Guatemala y Muy Muy, Nicaragua, encontraron que los productores consideran que la primera causa de degradación es el sobrepastoreo, seguida de la edad de la pastura, posteriormente le siguen la erosión, la invasión de malezas y la incidencia de plagas.

Al realizar un análisis de correlación de pearson en pasturas mejoradas entre los niveles de degradación (1, 2 y 3) y la disponibilidad de forraje palatable en Kg MS ha<sup>-1</sup>, se encontró que conforme el nivel de degradación (de ninguna a severa) es mayor la disponibilidad de forraje palatable disminuye. En pasturas naturalizadas, la disponibilidad de forraje palatable en Kg MS ha<sup>-1</sup> presentó relación con los niveles de degradación (3, 4 y 5) encontrados en este estudio. La disponibilidad de forraje poco palatable no presenta una relación con los niveles de degradación, porque en la condición degradación moderada existió mayor disponibilidad que en la degradación

muy severa (Figura 16). Esto se puede explicar posiblemente por las pocas repeticiones en algunos niveles de degradación.

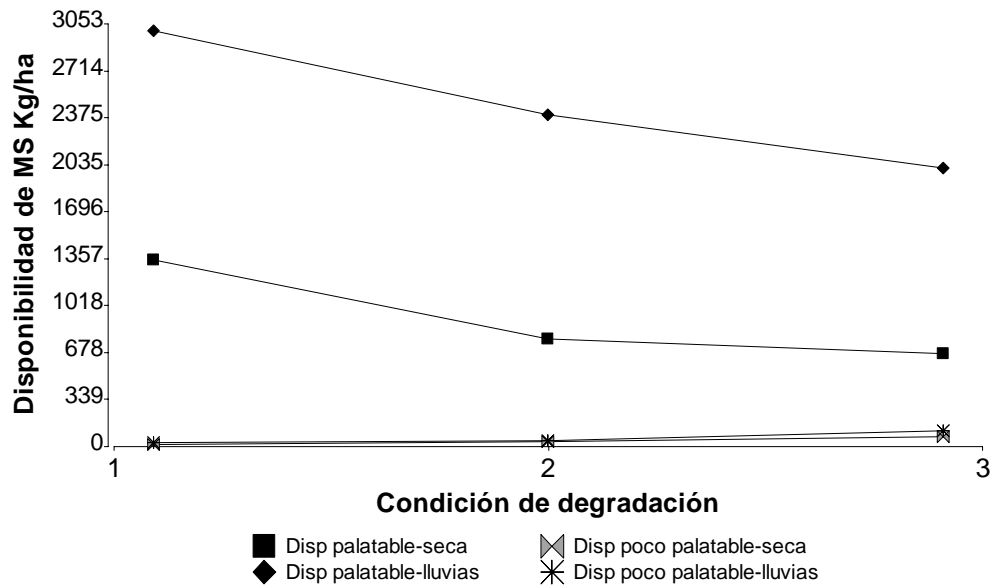


Figura 15. Relación entre la condición de degradación y la disponibilidad de forraje palatable y poco palatable (Kg MS ha<sup>-1</sup> época<sup>-1</sup>) en pasturas mejoradas. 1=sin degradación, 2=degradación leve y 3=degradación moderada.

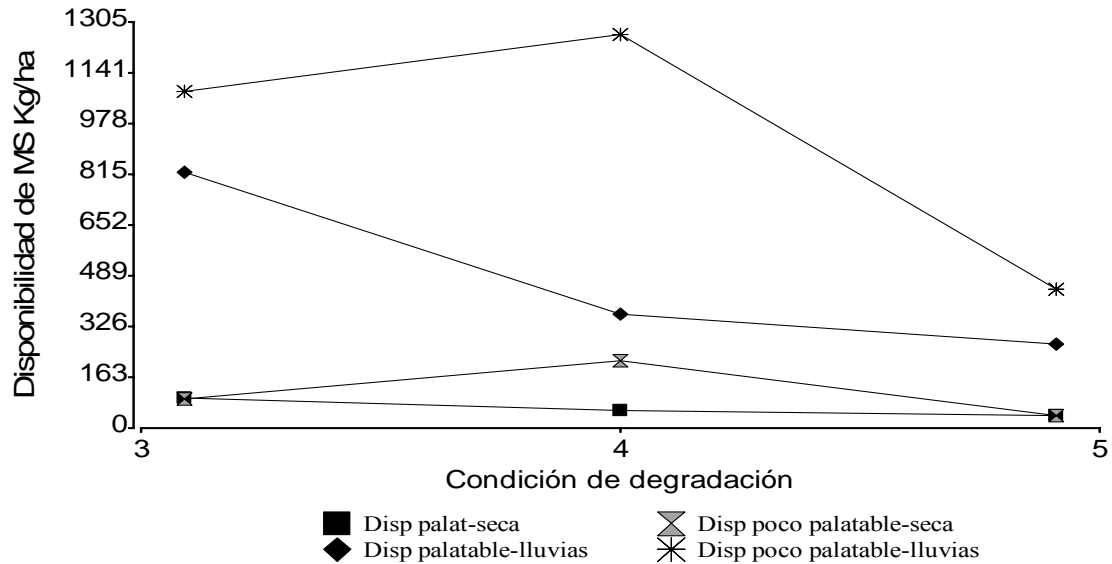


Figura 16. Relación entre el nivel de degradación con la disponibilidad de forraje palatable y poco palatable (Kg MS ha<sup>-1</sup> época<sup>-1</sup>) en pasturas naturalizadas. 3=degradación moderada, 4=degradación severa y 5=degradación muy severa.

Aunque se encontró relación entre los niveles de degradación y la disponibilidad de forraje, esta no fue significativa ( $p>0,05$ ). Betancourt (2006), menciona que al

relacionar el nivel de degradación con la disponibilidad de forraje, obtuvo una correlación baja y no significativa. En el estudio de Hernández (2001), tampoco encontró relación entre la disponibilidad de pastos y los niveles de degradación de pastura. Este hecho puede estar dado porque la degradación medida solo en disponibilidad de forraje sin considerar otros criterios de valoración como malezas, erosión, etc, no refleja una misma disponibilidad de MS aunque el nivel de degradación sea el mismo. Por tanto, la degradación debe medirse por más criterios.

Las correlaciones entre los niveles de degradación y la pendiente resultaron no significativas ( $p > 0,05$ ) en ambas pasturas, posiblemente debido a las pocas repeticiones que se tuvieron por nivel de degradación. La correlación entre nivel de degradación y pendiente resultó significativa ( $p < 0,05$ ). Pese a la poca significancia en las correlaciones, se observó que la pendiente es una variable importante que podría explicar la menor disponibilidad de forraje, ya que pasturas mejoradas sin degradación, se encontraron en pendientes de 10,4% ( $\pm 5,4$ ) y pasturas con degradación leve se encontraron en pendientes de 23,8% ( $\pm 10,4$ ) y pasturas con degradación moderada en pendientes 31,2% ( $\pm 11,5$ ).

Para pasturas naturalizadas se encontró que en degradación moderada los potreros se encontraron en una pendiente de 25,0% ( $\pm 9,6$ ), pero con degradación severa estuvieron en pendientes de 13,6% ( $\pm 2,5$ ), menor a las tres degradaciones encontradas y finalmente para degradación muy severa la pendiente fue de 36,7% ( $\pm 1$ ) que podría explicar la situación de mayor degradación.

En pasturas mejoradas se observa una relación entre el nivel de degradación y la pendiente. Pero en naturales la disponibilidad de forraje no necesariamente está influenciada por la pendiente, si no más bien por el manejo, debido a que se encontró mayor disponibilidad en una pendiente de 25% que en una de 13,6%. Dadas las características mismas de los suelos en la zona y de las condiciones topográficas con pendientes medias a altas, según Lobo (2004), ocasionan grandes pérdidas de suelo debido a la erosión causada por pisoteo del ganado y por la poca cobertura de los pastos y la escorrentía en época de lluvias.



Hernández (2001), manifiesta que cuando la pendiente es mayor y no se toman las medidas para aminorar la presión de los animales sobre el terreno y los pastos, estas áreas se degradaran con mayor facilidad debido a la compactación por sobrepastoreo, a la lixiviación y erosión del suelo.

El avance de un estado o nivel de degradación a niveles mas fuertes, tanto en pasturas mejoradas como naturales, puede tener un antecedente muy importante en la carga animal, por ejemplo se observó que en verano existe un pastoreo continuo que ocasiona sobrepastoreo en potreros con pastos naturales causando un mayor consumo de rebrotes de forraje palatable, ocasionando degradación.

Ramos (2003), reporta que en pasturas nativas (degradadas) en Barranca, Puntarenas, la utilización, recuperación y carga animal es igual que en pasturas mejoradas, con pastoreo continuo en sequía ( $1.2 \text{ UA ha}^{-1}$ ), en época lluviosa, el pastoreo rotativo con un tiempo de utilización de 18 a 20 días y 30-35 días de recuperación de la pastura utilizando una carga animal de 12 animales ( $1.8 \text{ UA ha}^{-1}$ ). Según Cuevas et ál. (2001), la degradación de los pastos se debe principalmente a la falta de un sistema que permita el uso sostenido de los mismos.

El sobrepastoreo realizado en pasturas naturales ocasiona que se reduzca su capacidad productiva, según Dávila et ál. 2005, se da una disminución en la producción de energía, se reduce el volumen y profundidad de raíces y las plantas con pocas hojas pierden la capacidad de competir por agua y se da un agotamiento de los nutrientes de los pastos (Spain y Gualdrón 1991). Posteriormente se facilita la invasión de malezas, porque se deja el pasto menos palatable que se vuelve viejo y es menos consumido por el ganado.

Hernández (2001), menciona que el número de potreros con agua permanente también es un indicador del estado de degradación, ya que si poseen agua de buena calidad a lo largo del año, el propietario hace más amplios los periodos de ocupación y menores los de descanso causando sobrepastoreo.

Una alternativa para la recuperación de pasturas en estado de degradación es el mejoramiento en el manejo del ganado (Gutiérrez 1996) y la implementación de

sistemas silvopastoriles como los bancos forrajeros energéticos y proteicos para pastoreo o corte y acarreo, incrementar los árboles dispersos, cercas vivas (CATIE-GEF-BM 2004). El establecer mezclas de pastos con leguminosas que juegan un papel importante en el ciclaje de nutrientes (González 2007), conservación de suelos y retención de agua (Bouman et ál. 1999). Hernández (2001), menciona que en la Calzada, Mópán la forma más común de recuperar un terreno degradado ha sido a través de los guamiles, cuya vegetación se deja crecer normalmente por un periodo no menor a cinco años.

#### 4.7 Productividad en carne de pasturas mejoradas y naturales mediante simulación con LIFE SIM

Se estimó la productividad de carne por cada condición de degradación encontrada en pasturas mejoradas y naturalizadas. Los resultados obtenidos por el modelo LIFE-SIM, mediante simulaciones con diferentes escenarios en pasturas mejoradas se muestran en los Cuadros 21 y 22, mientras que los resultados en pasturas naturalizadas se muestran en los Cuadros 23 y 24. En el anexo 11 se muestra una salida de una simulación en un escenario con pastura mejorada.

Cuadro 21. Productividad de carne ( $\text{Kg ha}^{-1} \text{año}^{-1}$ ) en pasturas mejoradas con 8,8% de cobertura arbórea

Nivel de degradación	Escenario	GDP Kg animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	UA ha <sup>-1</sup>	Ganancia Kg UA año <sup>-1</sup>	Kg carne ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
PROMEDIO (n=11)	1	0,724	1,45	264,21	383,1
	2	0,541	1,45	197,52	286,4
	3	0,321	1,45	117,24	170,0
SIN-D "1"	1	0,732	1,80	267,06	480,7
	2	0,543	1,80	198,28	356,9
	3	0,323	1,80	118,06	212,5
D-LEVE "2"	1	0,727	1,42	265,28	376,7
	2	0,537	1,42	196,13	278,5
	3	0,317	1,42	115,85	164,5
D-MODERADA "3"	1	0,633	1,25	231,12	288,9
	2	0,464	1,25	169,52	211,9
	3	0,276	1,25	100,56	125,7

Cuadro 22. Productividad de carne (Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) en pasturas mejoradas sin cobertura arbórea

Nivel de degradación	Escenario	GDP Kg animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	UA ha <sup>-1</sup>	Ganancia Kg UA año <sup>-1</sup>	Kg carne ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
PROMEDIO (n=11)	1	0,724	1.50	264,20	396,30
	2	0,535	1.50	195,33	293,00
	3	0,321	1.50	117,00	175,50
SIN-D "1"	1	0,725	1.90	264,53	502,60
	2	0,544	1.90	198,42	377,00
	3	0,331	1.90	120,84	229,60
D-LEVE "2"	1	0,715	1.50	260,93	391,40
	2	0,531	1.50	193,80	290,70
	3	0,331	1.50	118,53	177,80
D-MODERADA "3"	1	0,712	1.30	259,92	337,90
	2	0,525	1.30	191,54	249,00
	3	0,313	1.30	114,15	148,40

Cuadro 23. Productividad de carne (Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) en pasturas naturalizadas con 11,5% de cobertura arbórea.

Nivel de degradación	Escenario	GDP Kg animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	UA ha <sup>-1</sup>	Ganancia Kg UA ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	Kg carne ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
D-MODERADA "3"	1	0,185	0,7	132,0	92,4
	2	0,133	0,7	95,20	66,6
	3	-	-	-	-
D-SEVERA (PROMEDIO) (n=11) "4"	1	0,092	0,5	134,78	67,4
	2	0,050	0,5	73,40	36,7
	3	-	-	-	-
D-MUY SEVERA "5"	1	0,019	0,3	97,04	26,2
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
CONSIDERANDO LOS PROMEDIOS DE <i>H. rufa</i> DE HOLMANN Y ESTRADA (1997)					
SIN DEGRADACIÓN	1	0,607	1,2	153,91	184,7
	2	0,393	1,2	99,55	119,5
	3	-	-	-	-
D-LEVE	1	0,390	1,0	142,23	142,2
	2	0,267	1,0	97,44	97,4
	3	-	-	-*	-

- \*Simulaciones que arrojaron datos negativos

Cuadro 24. Productividad de carne (Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) en pasturas naturalizadas sin cobertura arbórea.

Nivel de degradación	Escenario	GDP Kg animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	UA ha <sup>-1</sup>	Ganancia Kg UA ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	Kg carne ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
D-MODERADA "3"	1	0,198	0,75	128,62	96,5
	2	0,144	0,75	93,56	70,2
	3	-	-	-	-
D-SEVERA (PROMEDIO) (n=11) "4"	1	0,092	0,55	125,96	69,3
	2	0,050	0,55	69,53	38,2
	3	-	-	-	-
D-MUY SEVERA "5"	1	0,019	0,35	73,38	27,4
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
CONSIDERANDO LOS PROMEDIOS DE <i>H. rufa</i> DE HOLMANN Y ESTRADA (1997)					
SIN DEGRADACIÓN	1	0,660	1,25	154,25	192,8
	2	0,425	1,25	99,20	124,0
	3	-	-	-	-
D-LEVE	1	0,431	1,05	142,64	149,8
	2	0,290	1,05	95,86	100,7
	3	-	-	-	-

- \*Simulaciones que arrojaron datos negativos

En todos los escenarios simulados se obtienen ganancias de peso positivas que concuerdan a los reportados por Pérez (sf) para el trópico Colombiano con rendimientos en *B. brizantha* var. Libertad ganancias de peso ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de entre 150 a 200 Kg animal<sup>-1</sup> y de 300 a 500 Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con *B. brizantha* var. Toledo. Los valores obtenidos se encuentran por debajo de los reportados por Pérez y Lascano (1992) quienes para la zona de Villavicencio en Colombia reportan ganancias de peso por UA de 203 Kg año<sup>-1</sup> y de 609 Kg de carne ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Bianchin (1991), reporta para Brasil 290 y 342 Kg carne ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Por su parte Hernández (1995), para la zona de Guápiles reporta hasta 714 Kg de ganancia ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. En un estudio en Esparza Jiménez (2007), reporta para un sistema de engorde de novillos bajo pastoreo con *B. brizantha* con suplementación de pollinaza una ganancia de peso diaria de 0,570 Kg animal<sup>-1</sup>.

Los resultados de productividad de carne en Kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> en pasturas mejoradas, con escenarios sin uso de suplemento para los niveles sin degradación, degradación leve y degradación moderada se obtuvieron producciones de 212,5, 164,5 y 125,7 Kg de carne ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> respectivamente.. Los resultados para pasturas mejoradas sin cobertura

arbórea siguen el mismo patrón que el ya descrito, no habiendo efecto significativo por la cobertura arbórea.

Al analizar un escenario con suplementación durante 12 meses a uno con 5 meses, la ganancia de peso vivo se ve disminuida en 25,2% y al pasar a un escenario sin suplementación se disminuye en un 56% la ganancia de peso vivo. La ganancia de peso por animal y por unidad de área se ve aumentada de manera positiva conforme se aumenta el suplemento no importando el nivel de degradación que se analice, es decir, conforme se prolonga el suplemento las ganancias en Kg de carne son mayores que sin el uso de suplemento. Sandoval (1997), sostiene que cuando el consumo de energía y proteína aumentan como resultado de la suplementación o el suministro de forrajes de alta calidad, se tienen incrementos en el desempeño animal en términos de producción de leche, peso vivo animal y reproducción.

La cantidad de suplemento a ofrecer a los animales esta en función de la edad y peso del animal. Según Arronis (2003), se recomienda usar 3,0 Kg de pollinaza animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> con pesos entre 250 y 350 Kg; 4,0 Kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en animales con menos de 400 Kg y; 6,0 Kg animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en animales de más de 400 Kg. Según Holmann (2002), la cantidad de pollinaza como suplemento no puede superar los 4 Kg de MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, para evitar la intoxicación por exceso de calcio.

En pasturas naturalizadas las ganancias de peso por ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> son relativamente bajas comparadas con las ganancias de las mejoradas. Se obtienen ganancias de peso en los tres niveles de degradación cuando se da suplemento durante 12 meses. Para cuando se suplementa durante 5 meses únicamente se obtienen ganancias con los niveles degradación moderada y degradación severa. Para los escenarios sin suplementación el programa no arroja ganancias de peso para ningún nivel de degradación. Esto puede ser debido a que se noto que el programa responde más a la calidad de las pasturas que a la disponibilidad o a la carga animal y otra explicación podría ser que debido a la baja calidad de la pastura naturalizada no es suficiente para que un animal gane peso importante a lo largo del año sobre todo en época de sequía donde la *H. rufa* disminuye aun más su calidad.

Como se pudo observar en los escenarios presentados, las diferencias tan marcadas entre pasturas mejoradas y naturales están explicadas en las disponibilidades de forraje y a la calidad, ya que en cada nivel donde la degradación es mayor, la disponibilidad disminuye. Esto lo han respaldado autores como Lascano y Estrada (1989), Manette y Jones (1990), que indican que las pasturas de especies seleccionadas (mejoradas) producen al menos cuatro veces más carne que pasturas no mejoradas.

Se encontró que a medida que la disponibilidad y calidad de las pasturas naturales no cubrieron los requerimientos mínimos de alimentación, la suplementación no fue suficiente para compensar el déficit nutricional de las pasturas y resultó en pérdidas de peso en los animales en pasturas naturales. Es importante mencionar que la suplementación a pesar de que aumenta los costos y reduce los ingresos (por unidad animal), permite aumentar el número de animales por unidad de área con un menor consumo de pasto en potrero.

El bajo costo de la pollinaza y su alto contenido de proteína lo hace un suplemento viable para el engorde de ganado. Sin embargo, existe el riesgo de que el producto se vuelva escaso en la medida que esta opción se popularice más y que el precio se incremente Holmann (2002), y no sea una opción adecuada para suplementar al ganado.

#### **4.8 Análisis de rentabilidad de un sistema de engorde de novillos bajo un sistema con una pastura naturalizada versus una pastura mejorada**

Para analizar la rentabilidad de pasturas naturalizada y pasturas mejoradas en un sistema de engorde de novillos, se utilizaron los datos productivos obtenidos con las simulaciones con LIFE-SIM como insumo para el análisis. El precio pagado por Kg de carne en pie fue US\$ 1,32 y la tasa de cambio utilizada fue de ¢512. En los Cuadros 25 y 26, se muestran los ingresos netos obtenidos en un sistema de engorde de acuerdo a diferentes niveles de degradación en pasturas mejoradas considerando la disponibilidad de forraje con y sin cobertura arbórea. En los diferentes escenarios se varió los días y la cantidad de suplemento ofrecido al animal (ver punto 4.3).

Cuadro 25. Ingresos netos anuales obtenidos para los diferentes niveles de degradación con 3 escenarios de suplementación en pasturas mejoradas con 8,8% de cobertura arbórea.

Nivel de degradación	Escenario	No. meses Suplementación	Costo US\$ (anual)	Ingreso Neto US\$ (anual)
<b>PROMEDIO</b> (n=11)	1	12	184,49	321,20
	2	5	157,31	220,74
	3	0	117,56	106,84
<b>SIN-D</b> "1"	1	12	215,71	418,81
	2	5	181,97	289,14
	3	0	132,62	147,88
<b>D-LEVE</b> "2"	1	12	181,82	315,43
	2	5	155,20	212,42
	3	0	116,26	100,88
<b>D-MODERADA</b> "3"	10	12	166,65	214,7
	11	5	143,22	136,49
	12	0	108,95	56,98

\* Espacios marcados con líneas significan que no se calcularon los ingresos netos porque las simulaciones de LIFE SIM resultaron en pérdidas de peso en el ganado debido a la menor disponibilidad de forraje por degradación de las pasturas. La tasa de cambio de 512 colones x US\$ 1.0

Cuadro 26. Ingresos netos anuales obtenidos para los diferentes niveles de degradación con 3 escenarios de estrategia en suplementación en pasturas mejoradas sin cobertura arbórea.

Nivel de degradación	Escenario	No. meses Suplementación	Costo US\$ (anual)	Ingreso Neto US\$ (anual)
<b>PROMEDIO</b> (n=11)	1	12	188,95	334,16
	2	5	160,83	225,93
	3	0	119,71	111,95
<b>SIN-D</b> "1"	1	12	224,63	438,80
	2	5	189,02	308,62
	3	0	136,92	166,15
<b>D-LEVE</b> "2"	1	12	188,95	327,70
	2	5	160,83	222,89
	3	0	119,71	114,99
<b>D-MODERADA</b> "3"	10	12	171,10	274,92
	11	5	146,74	181,94
	12	0	111,1	84,79

\* Espacios marcados con líneas significan que no se calcularon los ingresos netos porque las simulaciones de LIFE SIM resultaron en pérdidas de peso en el ganado debido a la menor disponibilidad de forraje por degradación de las pasturas. La tasa de cambio de 512 colones x US\$ 1.0

En todos los escenarios analizados, la actividad de engorde resultó ser rentable. Al comparar escenarios de pasturas mejoradas con y sin cobertura arbórea, los ingresos netos obtenidos por la venta de carne resultaron ligeramente más altos en los escenarios sin cobertura arbórea.

Comparando los ingresos netos obtenidos de pasturas mejoradas con cobertura arbórea en un estado de degradación promedio (leve) con escenarios de 12 y 5 meses de suplementación, *versus* una pastura sin degradación los ingresos netos son mayores en un 25% y 27% para 12 y 5 meses de suplementación y un 32% sin suplementación, respectivamente. En pasturas en degradación moderada con respecto a pasturas en degradación leve (promedio de degradación) los ingresos netos disminuyen en un 32%, 36% y 44% para los escenarios 12 y meses con suplementación y sin suplementación respectivamente.

En todos los niveles de degradación se observa la importancia de hacer uso de una suplementación con pollinaza para obtener mayor productividad de carne. En una pastura con una degradación promedio, el ingreso neto se reduce en un 31% con suplementación de 5 meses y en un 67% sin suplementación, comparado con un uso de suplementación durante 12 meses. El porcentaje de costos que representa la compra de pollinaza respecto a los costos totales del sistema de engorde, es de 34% con 12 meses de suplementación y de 24% para el caso de 5 meses de suplementación.

Cabe hacer mención que en el caso de Costa Rica, se consigue pollinaza fácilmente a un bajo costo (información proporcionada por los productores). Se realizó un análisis de sensibilidad para determinar el impacto de un aumento en el precio sobre el porcentaje en los costos totales y sobre el ingreso neto del sistema de producción. Al considerar aumentos de 25% y 50% en el precio de la pollinaza, los ingresos netos se redujeron en 3,9% y un 7,9% con 12 meses de suplementación y en un 4,3% y un 8,6% con 5 meses de suplementación. Se puede observar que a pesar de considerar un aumento del 50% en el costo de la pollinaza, los ingresos netos presentan solo una leve reducción.

Al hacer un análisis del costo de producir un Kg de carne en los tres escenarios (12, 5 y 0 meses de suplementación) en una pastura con una degradación promedio, se



encontró que el costo por Kg de carne fue de US\$ 0.48 por Kg de carne cuando se suplementa durante 12 meses, US\$ 0,55 con suplementación de 5 meses y de US\$ 0,69 sin suplemento. Conforme el nivel de degradación es más fuerte, el costo de producir un Kg de carne es mayor. Esto se observa sobre todo en escenarios donde no se suplementa, así en una degradación moderada el costo de producir un Kg de carne es de US\$ 0,87 mientras que en una pastura sin degradación el costo es de US\$ 0,62.

Las cantidades de carne producidas en escenarios con y sin cobertura arbórea fueron similares, por consiguiente los ingresos netos y el costo de producción de un Kg de carne mostraron similar comportamiento.

En los Cuadros 27 y 28, se muestran los ingresos netos de sistemas de engorde con pasturas naturales de acuerdo a cada nivel de degradación y estrategia de suplementación.

Cuadro 27. Ingresos netos anuales obtenidos para los diferentes niveles de degradación con 3 escenarios de estrategia en suplementación en pasturas naturalizadas (con 11,5% de cobertura arbórea)

<b>Nivel de degradación</b>	<b>Escenario</b>	<b>No. meses Suplementación</b>	<b>Costo US\$ (anual)</b>	<b>Ingreso Neto US\$ (anual)</b>
D-MODERADA "3"	1	12	98,19	26,2
	2	5	110,4	10,9
	3	0	-	-
D-SEVERA "4"	1	12	77,98	11,0
	2	5	71,32	-22,9
	3	0	-	-
D-MUY SEVERA "5"	1	12	61,27	-26,69
	2	5	-	-
	3	0	-	-
<b>CONSIDERANDO LOS PROMEDIOS DE <i>H. rufa</i> DE HOLMANN Y ESTRADA (1997)</b>				
SIN DEGRADACIÓN "1"	1	12	164,06	79,7
	2	5	131,45	26,3
	3	0	-	-
D-LEVE "2"	1	12	132,41	52,62
	2	5	115,03	13,0
	3	0	-	-

Espacios marcados con líneas significan que no se calcularon los ingresos netos porque las simulaciones de LIFE SIM resultaron en pérdidas de peso en el ganado debido a la menor disponibilidad de forraje por degradación de las pasturas

Cuadro 28. Ingresos netos anuales obtenidos para los diferentes niveles de degradación con 3 escenarios de estrategia en suplementación en pasturas naturalizadas (sin cobertura arbórea).

Nivel de degradación	Escenario	No. meses Suplementación	Costo US\$ (anual)	Ingreso Neto US\$ (anual)
5	1	12	103,79	23,6
	2	5	90,09	12,6
	3	0	-	-
4	1	12	82,7	8,8
	2	5	74,84	-24,4
	3	0	-	-
3	1	12	62,12	-28,95
	2	5	-	-
	3	0	-	-
CONSIDERANDO LOS PROMEDIOS DE <i>H. rufa</i> DE HOLMANN Y ESTRADA (1997)				
SIN DEGRADACIÓN	1	12	171,85	82,70
	2	5	136,64	27,00
	3	0	-	-
D-LEVE	1	12	142,00	55,74
	2	5	116,58	16,30
	3	0	-	-

\* Espacios marcados con líneas significan que no se calcularon los ingresos netos porque las simulaciones de LIFE SIM resultaron en pérdidas de peso en el ganado debido a la menor disponibilidad de forraje por degradación de las pasturas

En pasturas naturalizadas, los escenarios con 12 meses de suplemento resultaron en ingresos netos solo para los niveles de degradación moderada y severa. Con 5 meses de suplementación, únicamente la pastura en degradación moderada genera ingreso neto positivo. Esto significa que la actividad de engorde de ganado resulta ser rentable únicamente en estos niveles de degradación con uso de suplemento. Al comparar escenarios de pasturas naturalizadas con y sin cobertura arbórea, los ingresos netos obtenidos por la venta de carne resultaron ligeramente más altos en los escenarios con cobertura arbórea con suplemento durante 12 meses. Según Gobbi y Casasola (2003), los sistemas ganaderos convencionales se caracterizan por tener baja rentabilidad y efectos ambientales negativos sobre todo cuando ocupan tierras que no poseen vocación ganadera.

Comparando los ingresos netos obtenidos de pasturas naturalizadas con cobertura arbórea con un nivel de degradación moderada (promedio en este estudio) con un nivel de degradación severa con 12 meses de suplementación, los ingresos netos disminuyen en un 58,4%. En una pastura con degradación muy severa se dan pérdidas económicas a

pesar de suplementar durante los 12 meses. En pasturas en degradación severa y muy severa con suplementación de 5 meses tampoco se genera ingresos.

Para tener comparaciones entre una pastura naturalizada sin degradación y una con degradación leve, se construyeron escenarios considerando disponibilidades de forraje más altos. Se tomaron los valores reportados por Holmann y Estrada (1997) (ver Cuadro 7) para tener un nivel sin degradación. En escenarios sin degradación y degradación leve, se obtienen ingresos netos de US\$ 79,7 y de US\$ 52,6 con suplementación durante 12 meses. Con una suplementación de 5 meses, los ingresos son de US\$ 26,3 y US\$ 13,0 para el nivel sin degradación y degradación leve respectivamente.

Al comparar los ingresos netos que se obtendrían con una pastura naturalizada sin degradación (de acuerdo a disponibilidades de Holmann y Estrada (1997) con los de un nivel de degradación leve, moderada y severa, se observa que hay una disminución en el ingreso neto de 34,0%, 67,1% y 86,2% respectivamente.

En un nivel de degradación moderada, el porcentaje de costos que representa la compra de pollinaza respecto a los costos totales del sistema de engorde es de 39% con 12 meses de suplementación y de 31% para el caso de 5 meses de suplementación. Si se aumentará el precio de la pollinaza en un 50%, los costos totales incrementarían en un 19,2% con 12 meses de suplementación y en un 13% con 5 meses de suplementación para una pastura sin degradación. Este aumento causaría una reducción del ingreso de 40% cuando se suplementa por 12 meses y de 66% cuando la suplementación es por 5 meses. Contrario a lo observado en las pasturas mejoradas, el incremento del precio de la pollinaza en las naturalizadas tiene un impacto considerable sobre los ingresos netos obtenidos.

El costo de producir un Kg de carne en una pastura con una degradación moderada con 12 y 5 meses de suplementación respectivamente, fue de US\$ 1,06 y US\$ 1,66 respectivamente. Considerando una pastura en un estado sin degradación, el costo de producir un Kg de carne fue de US\$ 0,89 con 12 meses y de US\$ 1,10 con 5 meses de suplementación.

Los ingresos netos de pasturas sin y con cobertura arbórea fueron similares, al igual que el costo de producción de un Kg de carne. Una alimentación con base en pasturas naturalizadas sin suplementación no es suficiente para generar ingresos al productor. Se deben considerar estrategias para mejorar las condiciones de las pasturas naturalizadas días de descanso más largos, disminución de la carga animal para permitir mayor producción de semilla o su cambio a pasturas mejoradas.

El análisis de rentabilidad realizado fue a nivel de hectárea, donde los resultados mostrarán que entre un nivel 1 (sin degradación) y 3 (degradación moderada) existen pérdidas económicas significativas. A pesar que no se encontraron mayores niveles de degradación, se espera que las pérdidas económicas sean mayores.

Holmann et ál. (2004), encontraron que entre un nivel de degradación avanzado y uno con no degradación existe una perdida en ingresos en producción de carne de un 37% a nivel de país. La recomendación que hacen es realizar una renovación en estados de degradación tempranos ya que es mucho más economico y práctico, ya que recuperar una pastura en degradación 4 (degradación severa) a 1 (sin degradación) su costo es en promedio de US\$ 140,0 y se toma entre 5,6 y 5,9 meses.

Por su parte Betancourt (2006), manifiesta que disminución del ingreso neto entre estados de degradación a niveles muy severos de degradación a nivel de finca son de 43%. Además de los niveles de degradación, esta también el costo del suplemento Guerra (sf), en Panama en un análisis de rentabilidad en ganado de ceba encontró que el costo del suplemento varía el costo de producción de 1 Kg de carne de US\$ 0,84 a US\$ 1,45.

## 5. CONCLUSIONES

La disponibilidad de forraje en Kg MS ha<sup>-1</sup> en pasturas mejoradas y naturalizadas esta fuertemente influenciada por la época. La mayoría de las pasturas mejoradas evaluadas en la zona de estudio presentaron una degradación leve. La mayoría de pasturas naturalizadas se encontraron en un nivel de degradación severa.

Factores que influyeron en la disponibilidad de MS y la calidad de las pasturas fueron el manejo, la carga animal, el sobre pastoreo, la falta de fertilización, las condiciones de sitio, condiciones climáticas y la edad (en pasturas naturalizadas).

La mayor cobertura vegetal en pasturas naturalizadas esta dado por especies poco deseables e indeseables y en pasturas mejoradas la mayor cobertura lo constituye la parte palatable (*B. brizantha*).

La mayor cobertura vegetal en pasturas naturalizadas en época lluviosa no refleja una mayor disponibilidad de forraje por hectárea, pero brinda una mayor protección al suelo que la cobertura de las mejoradas.

El impacto de la cobertura arbórea de copas livianas sobre la disponibilidad de biomasa forrajera fue mínimo en pasturas mejoradas. El mayor efecto en la reducción de la disponibilidad de forraje se tiene en copas densas.

Las simulaciones de LIFE-SIM mostraron que sistemas de engorde basados en pasturas naturalizadas sin suplemento no generan ingresos al productor. Esta situación cambia de manera favorable cuando se utiliza pollinaza como suplemento. Debido a que la pollinaza es un suplemento que puede variar en su disponibilidad y precio, sería importante considerar otras fuentes suplementarias que el productor pueda producir en su misma para reducir la dependencia de un suplemento externo.

## **6. RECOMENDACIONES**

En próximas evaluaciones sobre la producción animal con pasturas mejoradas y naturalizadas con condiciones similares entre pasturas, se recomienda agrupar los tratamientos por criterios de pendiente, edad y/o manejo para obtener resultados más precisos.

Es necesario asociar forrajes leguminosos con pasturas naturalizadas y mejoradas para incrementar su valor nutritivo; un efecto similar puede tener la fertilización de las pasturas.

Es recomendable reducir el tamaño de los potreros para hacer un uso más eficiente del forraje; durante la época seca es recomendable disminuir la carga animal y evitar el sobrepastoreo.

Sería importante llevar a cabo estudios relacionados a los costos de recuperación de pasturas en diferentes niveles de degradación.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Acciaresi, H; Ansín, O; Marlats, R. 1994. Sistemas silvopastoriles: efectos de la densidad arbórea en la penetración solar y producción de forraje en rodales de álamo (*Populus deltoides* Marsh). Agroforestería en las Américas. p 6-9.
- Anderson, DL. 1983. Compatibilidad entre pastoreo y mejoramiento de los pastizales naturales. Producción Animal, Buenos Aires, Argentina, 10:3-22. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. In Producción Bovina de Carne. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.
- Andrade H.J. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 70 p.
- Argel, P. 2000. Opciones Forrajeras para el Desarrollo de una Ganadería más Productiva en el Trópico Bajo de Centroamérica. In Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios económicos y ambientales. Nuestra Tierra. San José, CR. 334 p.
- Arronis Díaz, V. Recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne: estabulación, semiestabulación estratégica en pastoreo. MAG, INTA y SUNNI. San José, C.R.
- Auquilla, R. 2005. Uso de suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Jabonal, Costa Rica Thesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 123p.
- Barcellos A. de O. 1986. Recuperação de pastagens degradadas. Planaltina. EMBRAPA-CPAC. 38 p
- Bateman J. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos. México, D.F. 468p.
- Beer, J; Harvey, CA; Ibrahim, M; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas. No 37-38.
- Bennett, D; Hoffmann, R. 1992. La ganadería en el nuevo mundo. In Viola, H; Margolis, C. eds. Semillas de Cambio. Washington, D.C, US, Instituto Smithsonian. p. 90-110.
- Bernal, J. 2003. Pastos y forrajes tropicales producción y manejo. Ángel agro-Ganadería Intensiva-Ideagro. Cuarta edición. Bogota, Colombia. 699 p.
- Betancourt H. 2006. Evaluación bioeconómica del impacto de la degradación de pasturas en fincas ganaderas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. Thesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 91p.
- Betancourt, K; Ibrahim, M; Villanueva, C; Vargas, B. 2005. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Livestock Research for Rural Development 17 (7) 2005.
- Botero, J. 1998. Exploración de opciones silvopastoriles para la sostenibilidad del sistema de doble propósito en el trópico húmedo. Thesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE 99p.
- Bouman, B; Nieuwenhuyse, A. Ibrahim, M. 1994. Pasture degradation and restoration by legumes in humid tropical Costa Rica. Tropical Grasslands. V.33. p 98-110.
- Brown, M. 1981. Presupuesto de fincas: del análisis del ingreso de la finca al análisis de proyectos agrícolas. Banco Mundial. Madrid, España. 140p.

- Camargo, C; Ibrahim, I; Somarriba, E; Finegan, B; current, D. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de *Cordia alliodora* en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 7(26):46-52.
- Carvalho, M; Xavier, D; Alvim, M. sf. Uso de leguminosas arbóreas en la recuperación y sustentabilidad de pasturas cultivadas. *In* FAO. Consultado el 09/08/2006. Disponible en://ftp.fao.org/docrep/nonfao/LEAD/X6342S/x6342s00.pdf
- Casasola F; Arguedas, R; Holguín, V; Madrigal, G; Barrantes, J; Ávila, M. 2004. Informe de línea base de las fincas adscritas al proyecto Costa Rica. CATIE-GEF/Banco Mundial. 23 p.
- ; Ibrahim, M; Barrantes, J. 2005. Los árboles en los potreros. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. INPASA. 19 p.
- ; Ibrahim, M; Ramírez, E; Villanueva, C; Sepúlveda, C; Araya, JL. 2007. Pago por servicios ambientales y cambios en los usos de la tierra en paisajes dominados por la ganadería en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* N° 45:79-85.
- CATIE. 2002. Multi-stakeholder participatory development of sustainable land use alternatives for degraded pasture lands in Central America. Turrialba.
- , 2004. Base de datos de usos de suelo. Proyecto “Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas”. Informe FAO, reporte. Turrialba, CR. 155 p.
- CATIE-NORUEGA/PD. 2007. ¿Cómo evaluar la degradación de las pasturas?. Una guía para determinar la condición de una pastura. Proyecto CATIE-NORUEGA/PD.
- Chacon, M; Ibrahim, M; Tobar, D; Gobbi, J; Casasola, F; Villanueva, C. Experiencias sobre conservación de biodiversidad, secuestro de carbono y bienestar social y económico en fincas ganaderas de Esparza, CR. 2006. *In* Agricultura orgánica y gases de efecto invernadero. Aportes para la Educación S.A. No 132. Junio 2006. Hivos, San José CR.
- Chagoya F, J.L. 2004. Análisis de inversión en la incorporación de árboles maderables in fincas ganaderas en el Trópico Sub-húmedo de Costa Rica. Tesis Mag.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. 93p.
- Chi, H. 1993. Evaluación agronómica de *Brachiaria dictyoneura* CIAT 6133 e *Hyparrhenia rufa* (local) en un pueblo de ultisol en Potrero Grande de Buenos Aires, Puntarenas. Informe interno. Costa Rica, Director General Regional Pacifico Sur. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 7 p.
- Chinchilla, V.E. 1987. Atlas Cantonal de Costa Rica. 1ed. San José, C.R. Institutó de Fomento y Asesoría Municipal. 396 p.
- CNP (Consejo Nacional de Producción). 2002. Situación General de la Producción de Carne. Subgerencia de Desarrollo Agropecuario. Consejo Nacional de producción. San José Costa Rica.
- , 2005. Desarrollo de reconversión productiva en la pacifico central. Boletín informativo pacifico central. Julio 2005.
- Collins, S. 1987. Interaction of disturbances in tallgrass prairie: a field experiment. *Ecology* 68: 1243-1250.



- CORFOGA. 2000. Análisis de Censo Ganadero 2000. (En línea). MAG: base de datos virtual animal. San José, Costa Rica. INFOAGRO. Consultado 10/10/2006. Disponible en <http://www.corfoga.org/pdf/proyecto/censo2000.pdf>.
- Cuevas, M; González, G; Medina, L; Yoshida, N. 2001. Área de producción de forraje. PROMEGA. Vol. 4. Número 3.
- Danckwerts, J.E; O'Reagain, P.J; O'Connor, T.G. 1993. Manejo de pastizales en un ambiente cambiante: una perspectiva sudafricana. Rangel, J. 15(1):133-144. Tomado de sitio argentino de producción animal. Depto. Producción animal. Facultad de Agronomía y veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Provincia de Córdoba, República Argentina.
- Dávila, O; Ramírez, R; Rodríguez, M; Gómez, R; Barrios, C. 2005. El manejo del potrero. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Serie cuadernos de campo. INPASA. 19 p.
- De Oliveira O. C. ; De Oliveira I. P. ; Ferreira E. ; Alves B. J. ; Miranda C. H. ; Vilela L. ; Urquia S. ; Boddey R. M. 2001. Response of degraded pastures in the Brazilian Cerrado to chemical fertilization. Pasturas Tropicales. 23(1): 14-18
- Díaz, R. 2003. Efecto de diferentes niveles de cobertura arbórea sobre la producción acumulada, digestibilidad y composición botánica del pastizal natural del Chaco Árido (Argentina). Agriscientia. XX: 61-68.
- Duarte, VF; Magaña, CA; Rodríguez, GF. 1996. Respuesta de toretes en engorda a la adición de tres niveles de pollinaza a dietas integrales. Livestock Research for Rural Development. Vol. 8, Num 2.
- Echavarría M. S. 1973. Evaluación del comportamiento de 10 especies de zacates nativos e introducidos, sembrados de temporal en la región central de Chihuahua. Pastizales. 4(2): 2-8.
- Esquivel Mimenza, C.H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impacts on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2006. Base de datos estadísticos. (en línea). Consultado 24 nov. 2006. Disponible en: <http://faostat.fao.org/faostat/default.jsp?language=ES&version=ext&hasbulk=0>.
- Fisher, M.J; Kerridge, P.C. 1998. Agronomía de las especies de Brachiaria. In Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento. Eds Miles, JW, Maass, BL, do Valle, CB. CIAT, Cali, Colombia. p 46-57.
- 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. Thesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. 75p.
- Fujisaka, S; Holmann, F; Escobar, G; Solórzano, N; Badilla, L; Umaña, L; Lobo, M. sf. Sistemas de producción de doble propósito en la región pacífico Central de Costa Rica: uso de la tierra y demanda de nuevas alternativas forrajeras. Pasturas tropicales vol. 19, No. 1. Disponible en: [ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/PAST1910.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/PAST1910.pdf).
- Giraldo; Bolívar Vergara, D. 1999. Evaluación de un Sistema Silvopastoril de *Acacia decurrens* asociada con Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en clima frío de Colombia. In Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible

(1er/1999, Cali, Colombia). Cali, CO. CIPAV. Consultado el 28 de agosto de 2007. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Memorias.htm>.

Gittinger, P. 1982. Economic Analysis of Agricultural Projects. The world bank, John Hopkins University Press, Baltimore, MD. 505p.

Gobbi, J. 2006. Análisis socioeconómico de SAF. Principios del análisis socio-económico de los SAF. (Apuntes de clase). Turrialba, CR. CATIE.

-----; Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. Avances de investigación. Agroforestería en las Américas. vol. 10 N° 39-40:52-61.

González, J. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de Morera (*Morus sp*) fresca y ensilada, con bovinos de engorda. Thesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. 70p.

González, A.J. 2007. Flujos de nutrientes y sus implicaciones para la sostenibilidad en sistemas silvopastoriles con y sin *Arachis pintoii* en Muy Muy, Nicaragua.

Guerra, P. sf. Reporte de los resultados preliminares de la simulación del comportamiento biológico y económico de un sistema de ceba bovina en pastoreo con suplementación energética proteica en el trópico húmedo. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). Documento consultado el 23/10/2007. Disponible en: Reporte\_simulación ganado de carne.pdf.

Guíascostarica. 2007. Esparza. Posición geográfica. <http://www.guiascostarica.com/provi/esparza.htm>.

Gutiérrez, MA. 1996. Pastos y Forrajes en Guatemala su manejo y utilización, base de la producción animal. Editorial E y G. 318p.

Harvey, C; Haber, W, Solano R; Mejías F. 1999. Remanent trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems 44: 37 -68.

Haydock K. P. ; Shaw N. H. 1963. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15: 169-171

----- and Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15, 663-667.

Haydock, K.P.; N.H. Shaw. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Austr. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 15: 663-670.

Hernández, KJ. 2001. Cuantificación y calificación de pasturas degradadas incorporando conocimiento local de ganaderos de la Calzada Mópan, Dolores, Petén, Guatemala. Thesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. 134p.

Herrera, F; Hernández, M; Gómez, R. 2004. Manejo de malezas en pastizales con énfasis en *scleria melaleuca* (navajuela). In Seminario de Ganadería Bovina Carne-Leche. INTA. [www.inta.go.cr/inta4/publicaciones/Memoria-de-ganaderia-carne-leche.pdf](http://www.inta.go.cr/inta4/publicaciones/Memoria-de-ganaderia-carne-leche.pdf).

Holguín, V. Ibrahim, M; Mora, J; Rojas, A. 2003. Caracterización de sistemas de manejo nutricional en ganaderías de doble propósito de la región pacifico central de Costa Rica. Agroforestería en las Américas V. 10 (39-40): 40-46.

- ; Ibrahim, M. 2005. Bancos forrajeros de especies leñosas. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. Serie cuadernos de campo. INPASA. 23 p.
- ; Ibrahim, M; Argel, P. 2002. La finca de Antonio López: un caso exitoso de estrategias silvopastoriles. Boletín Electrónico Vol. 2, N° 3. virtualcentre.org. www.virtualcentre.org/es/enl/noviembre2002.htm - 13k.
- Holmann, F. 1997. Reflexiones sobre competitividad de distintos modelos de producción de leche en América Latina Tropical. Trabajo presentado en el VI Congreso Panamericano de la Leche, Federación Panamericana de la Leche (FEPALE), Buenos Aires, Argentina. 20 p.
- 2002. El uso de modelos de simulación como herramienta para la toma de decisiones en la promoción de nuevas alternativas forrajeras: el caso de Costa Rica y Perú. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 2002. Vol. 10(1). P 35-45.
- ; Rivas, L; Argel, P; Pérez, E. 2004. Impact of the adoption of *Brachiaria* grasses: Central America and México. Livestock Research for Rural Development 16(12) 2004. 30p. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/12/holm16098.htm>
- ; Argel, P; Rivas, D; White, D; Estrada RD; 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. CIAT, 61p.
- ; Rivas, L. 2005. Los forrajes mejorados como promotores del crecimiento económico y la sostenibilidad: el caso de los pequeños productores de centroamérica. Cali, CO, CIAT. 70 p. (Documento de trabajo 202).
- Estrada, R.D. 1997. Alternativas Agropecuarias en la Región Pacífico Central de Costa Rica: Un modelo de Simulación Aplicable a Sistemas de Doble Propósito. In Conceptos y Metodologías de Investigación en Fincas con Sistemas de Producción Animal de Doble Propósito. CIAT No. 296. CO. p 134-150.
- ; Rivas, L. 2003. Sistemas de doble proposito y su viabilidad en el contexto de los pequeños y medianos productores en América latina tropical. Conferencia electrónica "Sistemas Pecuarios Diversificados para el alivio de la Pobreza Rural", Abril a mayo del 2003. Plataforma Hispanoparlante Sobre Ganadería y Medio Ambiente FAO-CATIE. Turrialba.
- Hughes, H.; Heath, D.M.; y Metcalfe, D.S. 1984. Forrajes. C. E. C. S. A. México.
- Huss, D. L; Bernardon A. E; Anderson D. L; Brun J. M. 1986. Principios de manejo de praderas naturales. Buenos Aires, Argentina, INTA y Santiago, Chile, FAO/RLAC.
- Ibrahim, M. 1994. Compatibility, persistente and productivity of grass-legume mixtures for sustainable animal production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Tesis PhD. Wageningen Agricultural University, Wageningen (Países Bajos). 129p.
- 2006. Medición de composición botánica de pastos en silvopastoril. (Apuntes de clase). Sistemas Silvopastoriles. CATIE.
- Franco, M; Pezo, D; Camero, A; Araya, JL. 2001. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the subsumid tropics. Agroforestry Systems 51: 167-175.
- IICA. 2005. Crecimiento en la demanda mundial de carne implicaciones para América Latina y el Caribe. InterCambio, Políticas Comercio y Agronegocios. Vol (VII). CR. 11 p.

- Infoagro. 2007. Situación de la agrocadena de ganadería en la región pacífico central. Boletín Informativo I. Julio. Ministerio de Producción. Costa Rica.
- InfoStat. 2007. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN). 2007. Consultado el 16/10/07. [www.imn.ac.cr/educa/clima/PCENTRAL](http://www.imn.ac.cr/educa/clima/PCENTRAL).
- Jansen, H; Nieuwenhuysse, A; Ibrahim, M; Abarca, S. 1997. Evaluación económica de la incorporación de leguminosas en pasturas mejoradas, comparado con sistemas tradicionales de alimentación en la Zona Atlántica de Costa Rica. Agroforestería en las Américas (CATIE). jul –sep 1997. v.4 (15) p.9-13.
- Jiménez, Q; Rojas, F; Rojas, V; Rodríguez, L. 2002. Árboles maderables de Costa Rica. Ecología y silvicultura. Heredia, CR. INBio. 361 p.
- Jiménez, JA. 2007. Diseño de sistemas de producción ganaderos sostenibles con base en los sistemas silvopastoriles (SSP) para mejorar la producción animal y lograr la sostenibilidad ambiental. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 122 p.
- Kaimowitz, D; Angelsen, A. 2001. Agricultural technologies and tropical deforestation. Wallingford, RU. 422p.
- Lacy R.C. 2007. Guía para el ganadero. Zonas tropicales, América central y América del sur. Consultor internacional. Consultado el 12/09/07. Disponible en: <http://members.tripod.com/~Simmental/Consultor-Ganaderia-Zonas-Tropicales-index-3.html>
- La Roche 2006. Caracterización de las estrategias de vida y tecnologías silvopastoriles de los hogares ganaderos en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 96 p.
- Lascano, C. E. y Estrada, J. 1989. Long term productivity of legume – based and pure grass pastures in the Eastern Plains of Colombia. IN: Proc. XVI Int. Grassl. Congr. Nice, France: 1179-1180.
- , CE; Ávila, P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas a suelos ácidos. Pasturas Tropicales. 13(3):2-10.
- León Velarde C. ; Quiroz R. A. ; Cañas R. ; Osorio J. ; Guerrero J. ; Pezo, D. 2006. LIFE SIM: Livestock feeding strategies simulation models. Natural Resources Management Division. CIP (International Potato Center), Lima, Peru. (Working Paper no. 2006-1). 37p.
- Lobo, M. Acuña, V. 1999. Producción de leche con vacas de doble propósito pastoreando una pastura *Brachiaria brizantha* cv. La libertad sola y asociada con *Arachis pintoi* cv. Porvenir en el trópico subhúmedo. In XI Congreso nacional agronómico 1999. Dirección de Investigaciones Agropecuarias MAG.
- Lobo, MV. 2004. Alternativas Forrajeras para el trópico sub-húmedo de Costa Rica. In. Memoria de Seminario de Ganadería bovina: Carne-Leche. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria-Costa Rica (INTA).
- ; Díaz, O. 2001. Gramíneas y leguminosas forrajeras. Agrostología. Edit. Universidad Estatal a Distancia.

- MAG. 2006. Establecimiento y manejo de pastos. Dirección general de sanidad vegetal y animal. Programa reproducción animal. Documento en línea, consultado el 07/05/07. Disponible en: [www.mag.gb.sv/administrador/archivos/0/file\\_497.doc](http://www.mag.gb.sv/administrador/archivos/0/file_497.doc).
- Maldonado G; Velásquez, JE. 1994. Determinación de la capacidad de carga y la ganancia de peso de bovinos en pastoreo de gramíneas nativas en el Piedemonte amazónico de Colombia. *Pasturas Tropicales*, Vol. 16 No 2, Agosto 1994
- Mannetje, L. and Haydock, K.P. 1963. The dry weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of the British Grassland Society*, 18: 268-275.
- Mannetje, L.; Jones, R.M. 1990. Pasture and animal productivity of buffel grass with Siratro, lucerne or nitrogen fertilizer. *Tropical Grasslands*, 24, 269-281.
- Maza, B. 2004. Modelos de toma de decisiones de los productores ganaderos respecto al cambio de uso de suelo y la adopción de sistemas silvopastoriles en Costa Rica. Tesis M. Sc. CATIE. Turrialba, CR. 86 p.
- Meléndez, F. 1998. Manual de manejo de praderas para Tabasco. INIFAP. Folleto Técnico Núm. 22. División pecuaria. Tabasco, México.
- Miles, J; Maass, B; do Valle, C. 1998. *Brachiaria: Biología, agronomía y mejoramiento*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. CIAT No 295. CO. 312 p.
- Montenegro, J; Abarca, S. 1998. La ganadería en Costa Rica: tendencias y proyecciones, 1984-2005. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR). 70 p.
- Murgueitio, E. 1999. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. Eds. C Pomareda; H Steinfeld. *In Seminario Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales*. 1 ed. Nuestra tierra, San José, CR. CATIE-FAO-SIDE. p. 219-246.
- Murgueitio, E; Ibrahim, M. 2001. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. *Livestock Research for Rural Development*. (en línea) Consultado 03 Nov 2006. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133.htm>.
- ; Ibrahim, M; Ramírez, E; Zapato, A; Mejía, C; Casasola, F. 2003. Uso de la tierra en fincas ganaderas. Guía para el pago de servicios ambientales en el proyecto “Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas”. Cali, CO. 97p.
- Muniesparza. 2007. Esparza. [www.muniesparza.go.cr/Quienes.htm](http://www.muniesparza.go.cr/Quienes.htm) - 13k
- Niewenhuyse, A. 2007. Visita de campo a zona de estudio de tesis. Marzo 2007.
- Núñez, AM; Weibezahn F; Bryan, W. 2000. Método de muestreo y valor nutritivo de pasturas. *Pasturas tropicales*, vol. 22, No. 1.
- Orozco, E. 1998. Estudio para la caracterización de sistemas de producción ganadera de la región pacífico central. *In. Bovino para Doble Propósito*.
- Orozco, E. 2002. Bancos Forrajeros de *Cratylia argentea* Cv. Veraniega: la nueva visión de manejo agrosilvopastoril en los sistemas ganaderos de la región pacífico. I Congreso Nacional de Agricultura Conservacionista. San Jose 28-29 de noviembre de 2002.
- Ospina, S. 2005. Rasgos funcionales de las plantas herbáceas y arbustivas y su relación con el régimen de pastoreo y la fertilidad edáfica en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Pearson, CJ; Ison, RL. 1987. *Agronomy of grassland systems*. New Cork, US. Cambridge. A69 p.

- Pereira, M. 2003. Pasturas naturales: algunas consideraciones a tener en cuenta *In* Producción Bovina de Carne. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.
- Peréz, E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Thesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 138 p
- Pérez, E. 2002. La Situación de la Ganadería en Centroamérica *In* Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. 1 ed. Nuestra Tierra, San José, CR, CATIE-FAO-SIDE. p. 17-32.
- Pérez, O. sf (b). Establecimiento y manejo de especies forrajeras para producción bovina en el trópico bajo. Documento consultado el 30/nov/2006, disponible en:  
[http://72.14.209.104/search?q=cache:npX6YLMJFFEJ:www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE\\_EVENTOSENTI/FILE\\_EVENTOSENTI10932.pdf+ESTABLECIMIENTO+Y+MANEJO+DE+ESPECIES+FORRAJERAS+PARA+LA+PRODUCCI%C3%93N+CORPOICA&hl=es&gl=mx&ct=clnk&cd=1](http://72.14.209.104/search?q=cache:npX6YLMJFFEJ:www.cundinamarca.gov.co/cundinamarca/archivos/FILE_EVENTOSENTI/FILE_EVENTOSENTI10932.pdf+ESTABLECIMIENTO+Y+MANEJO+DE+ESPECIES+FORRAJERAS+PARA+LA+PRODUCCI%C3%93N+CORPOICA&hl=es&gl=mx&ct=clnk&cd=1).
- Pezo, D. 1992. Sistemas silvopastoriles. Interacción árbol-pastos. Conferencia Curso Internacional "Desarrollo. Pastos y Forrajes, Vol. 16, No. 2, 1993
- Pezo, D; Ibrahim, I. 1996. Sistemas silvopastoriles: una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. *In* Primero foro internacional sobre pastoreo intensivo en pasturas tropicales. Veracruz, México. FIRA, Banco de México. 39 p.
- ; Ibrahim, I. 1999. Interacciones leñosa-perenne-pastura. Modulo de enseñanza agroforestal N° 2. Sistemas silvopastoriles. Segunda ed. Turrialba, CR. CATIE/GTZ. 275 p.
- ; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. 2 ed. Turrialba, CR. CATIE. 275 p. (Modulo de enseñanza agroforestal no.2).
- . 2006. Degradación de pasturas en América Central: situación actual y perspectivas. (Presentación) Curso planificación de fincas ganaderas ecoamigables: un enfoque desde la teoría de sistemas y el análisis de medios de vida. CATIE. Agosto 2006.
- Pirela, MF. 2005. Valor Nutritivo de los Pastos Tropicales. In Manual de Ganadería de Doble Propósito. Eds. Carlos González-Stagnaro, Eleazar Soto Belloso. Fundación GIRARZ. Maracaibo, Impreso en Ediciones Astro Data S.A. ISBN 980-296-933-8, p 176-182. Documento disponible en: [avpa.ula.ve/docuPDFs/libros\\_online/manual-ganaderia/seccion1/articulo4-s1.pdf](http://avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/manual-ganaderia/seccion1/articulo4-s1.pdf) –
- Platen, HV; Kopsell, E. 1997. El análisis económico parcial comparativo. Agroforestería en las Américas. 4(16):25-26.
- Pomareda, C; Stenfield, H. 2000. Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios económicos y ambientales. Nuestra Tierra. San José, CR. 334 p.
- Protecnet (Servicio Fitosanitario del Estado: Ministerio de Agricultura y Ganadería). Sf. Metodología de análisis de la información obtenida en el Censo Ganadero 2000. Documento consultado el 10/09/07. Disponible en: [www.protecnet.go.cr/websaludanimal/Censofinal.htm](http://www.protecnet.go.cr/websaludanimal/Censofinal.htm) - 20k.
- Provenza, F.D. 1996. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging on rangelands. Journal of animal science 74: 2010-2020.

- Ramos, R.A. 2003. Fraccionamiento del carbono orgánico del suelo en tres tipos de uso de la tierra en fincas ganaderas de San Miguel de Barranca, Puntarenas- Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE Turrialba, Costa Rica. 81p.
- Restrepo C. 2002 Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco de Cañas, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, CR. CATIE. 98 p.
- Ríos, N. 2006. 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. Thesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 116 p.
- Rivas, L; Holmann, F. 2003. Sistemas de Doble Propósito y su Viabilidad en el Contexto de los Pequeños y Medianos Productores en América Latina Tropical Trabajo presentado en la conferencia electrónica "Sistemas Pecuarios Diversificados para el alivio de la Pobreza Rural", abril a mayo del 2003. Plataforma Hispanoparlante Sobre Ganadería y Medio Ambiente FAO-CATIE. Turrialba. Disponible en: <http://www.virtualcentre.org/es/ele/conferencia4/articulos/Ponencia5.htm>
- Rodríguez, I; Guevara, E. 2002. Producción de materia seca y valor nutritivo de la leguminosa arbustiva *Cratylia* en el Sur del Estado Anzoátegui, Venezuela. Revista Científica Vol. XII-Suplemento 2, Octubre, 589-594, 2002. p 589-594.
- Rodríguez; Jacobo, E; Deregibus, V. sf. Efecto de la metodología de pastoreo sobre la condición y el valor zootécnico del pastizal de la pampa deprimida. Rev. Argentina de producción animal. 15(1):74-77.
- Romero, F. 1998. Estrategias nutricionales en bovinos de carne: utilización eficiente de forrajes y minerales para incrementar la productividad y la producción. In Congreso Productividad y Competitividad: un reto ganadero. CORFOGA. Disponible en: <http://www.corfoga.org/html/congresonacional.php>
- Romero, F; González, J. 1998. Produciendo más leche mediante pasturas asociadas con *Arachis pintoi*. Tropileche Hoja Informativa No 4. Consorcio Tropileche. 4 p.
- Sánchez, M. 2002. Sistemas Silvopastoriles: El futuro sustentable de la ganadería tropical. Agroforestería en las Américas. 9(33-34):4-5.
- Sanchez, L.Y. 2007. Caracterización de la mano de obra en fincas ganaderas y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 110 p.
- Sandoval, CA. 1997. Manejo de la nutrición de la vaca y la relación vaca-ternero. In Conceptos y metodologías de Investigación en Fincas con sistemas de producción animal de doble propósito. CIAT No. 296. CO.
- Sandoval, I. 2006. La producción de hojarasca de dos especies arbóreas y dos gramíneas y su aporte potencial al reciclaje de nutrientes en pasturas en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 120 p.
- SAS (Statistical Analysis System). 1990. Basic and Statistics. SAS Institute Inc. SAS Campus Drive Cary. North Caroline, US.
- Sharrow, S. 2000. Trees in pasture: Do cattle benefit from shade?. Temperate Agroforester. (2001).
- Sentf, R; Coagnour, M; Bailey, D; Rittenhouse, L; Sala, O; Swift, D. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. Bio Science. 37:789-799.

- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 2005. Comportamiento de la cooperación internacional del sector agropecuario. Serie Política Agropecuaria. No. 9. San Jose, Costa Rica. 37 p.
- Serrao, E.A; Toledo, J.M.. 1990. The search for Sustainability in Amazonian Pastures. In *Alternatives to Deforestation*. Anderson A. (ed) Columbia University Press. Pp 196-211.
- Serrao, E.A; Toledo, J.M.. 1992. Sustaining Pasture-Based Production Systems for the Humid Tropics. In *Development or Destruction: The conversion of Tropical Forest to Pasture in Latin America*. Downing T.E. Hecht S.B., Pearson H.A. and Garcia-Downing (eds). Westview Press. Boulder. Pp 405. (257-280).
- SIDE. 2005. El comercio internacional de carne bovina en Centroamérica. Proyecto “Mejoramiento de la productividad, calidad inocuidad y comercio de la carne en Centroamérica”. San Jose, CR. 75 p.
- Skarpe, C. 1991. Impact of grazing in savanna ecosystems. *AMBIO* 20 (8): 351-356. Steinfeld, H. 2000. Producción animal y el medio ambiente en Centroamérica. In Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. 1 ed. Nuestra Tierra, San José, CR, CATIE-FAO-SIDE. p. 17-32.
- Souza de Abreu M.H., Ibrahim M. and Sales S. 1999. Arboles en pastizales y su influencia en la producción de leche. En: Primer Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la producción sostenible. Cali, Colombia. 68 pp.
- Spain, J.; Gualdrón, R. 1988. Degradación y rehabilitación de Pasturas. In Lascano, C; Spain, J. eds. Establecimiento y renovación de pastures. Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Sexta reunion del comité asesor. CIAT No. 178. Reimpresión, Julio 1997. Colombia. p 269-283.
- Steinfeld, H. 2000. Producción animal y el medio ambiente en Centroamérica. In Pomareda, C; Steinfeld, H. eds. Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. 1 ed. Nuestra Tierra, San José, CR, CATIE-FAO-SIDE. p. 17-32.
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The Hamburger connection hangover: cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Informe Técnico No 313. CATIE. CR. 71 p.
- Tejos, R. 2002. Pastos Inundados de sabanas inundables. Caracterización y manejo. Magarf Barquisimeto. Venezuela. (en línea) consultado el 12 ago. 2007. Disponible en: [www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros\\_online/pastos\\_nativos/capitulo5.pdf](http://www.avpa.ula.ve/docuPDFs/libros_online/pastos_nativos/capitulo5.pdf).
- . 2005. Alternativas de mejoramiento de pasturas degradadas. In X Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Asociación Venezolana de producción Animal. p 25-33. [http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario\\_pasto\\_X/Conferencias/A3-Ronytejos](http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A3-Ronytejos).
- .2005. Manejo de pasturas y producción de carne en el Llano Bajo de Venezuela. In IX Seminario de Pastos y Forrajes p 171-181.
- Tilley J M A, Deriaz R E & Terry R A. The *in vitro* measurement of herbage digestibility and assessment of nutritive value. *Proceedings of the 8th International Grassland Congress, Reading, 1960*. p. 533-7.
- Tilman, D; Wedin, D; Knops, J. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystem. *Nature* 379: 718–720.



- Toledo J. Morales F. 1979. Fertilización de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales con Roca Fosfórica. Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos. CIAT, Cali, Colombia. : 191-210.
- (ed.). 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Cali, Colombia. Pp. 91-110.
- , 1994. Livestock productions on pasture: parameters for sustentability. *In* Animal agriculture a natural resources in Central America: strategies for sustentability: Proceedings of a Symposium/Worshop. Ed. J. Hornan. San José, CR. p 125-136.
- Tohill, J.C. 1978. Measuring botanical composition of grasslands. 22-62. In: Mannerje L. (Ed). Measurement of Grasslands Vegetation and Animal Production. Commonwealth Agricultural Bureaux (CAB), Hurley, Berkshire, Great Britain.
- Tropical forages. 2007. Caloponium mucunoides. Consultado el 14/Nov/07 (en línea). Disponible en: [www.tropicalforages.info/](http://www.tropicalforages.info/) - 9k
- UNA. 2007. Programa de Evaluación Genética para el Ganado Lechero de Costa Rica. Proyectos Académicos. Universidad Nacional Costa Rica. Consultado el 26/09/07. Disponible en: [http://www.cc.una.ac.cr/proyectos/pac\\_detalle\\_proyecto.asp?ucod\\_estructura=50603&ucod\\_presup\\_i=24518](http://www.cc.una.ac.cr/proyectos/pac_detalle_proyecto.asp?ucod_estructura=50603&ucod_presup_i=24518).
- Vázquez, L. 1990. Comportamiento agronómico de gramíneas y leguminosas forrajeras en Guanacaste, Tesis Ing. Agr. UCR, Costa Rica. 148 p.
- Velásquez, R.A. 2005. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- Vera, R. 2003. Efecto de la tasa de preñez sobre los principales indicadores reproductivos y económicos en una lechería de los Ángeles, Octava Región. Tesis Mag. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 119p.
- Villanueva, CE. 2001. Ganadería y beneficios de los sistemas silvopastoriles en la cuenca alta del río Virilla, San José, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 107 p.
- ; Tobar, D; Ibrahim, M; Casasola, F; Barrantes, J; Arguedas, R. 2007. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. Agroforestería en las Américas 45: 12-20.
- Wikipedia. 2007. Esparza. [http://es.wikipedia.org/wiki/Esparza\\_\(cant%C3%B3n\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Esparza_(cant%C3%B3n)).
- Zamora-López, S. 2006. Efecto de los pagos por servicios ambientales en la estructura, composición, conectividad y stock de carbono de un paisaje ganadero en Esparza, Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Zelada Sánchez, E. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag Sc., Turrialba, Costa Rica. CATIE. 87 p.

# ANEXOS

## Anexo 1. Descripción de los horizontes del suelo para determinar similitud.

Símbolo del horizonte		
Profundidad (cm)	<b>0-20 cm</b>	<b>20-50 cm</b>
Color Munsell		
Abundancia de manchas	Pocas 2% Frecuentes 2-20% Muchas > 20%	Pocas 2% Frecuentes 2-20% Muchas > 20%
Tamaño de manchas	Pequeñas < 5mm Medianas 5-15mm Grandes > 15mm	Pequeñas < 5mm Medianas 5-15mm Grandes > 15mm
Color manchas		
Textura al tacto	Franco Arcilloso Arenoso Limoso	Franco Arcilloso Arenoso Limoso
Presencia de grava (%) 0.2 - 7.5 cm	2-15 15-50 50-90 >90	2-15 15-50 50-90 >90
Presencia de piedras (%) 7.5 - 25 cm	2-15 15-50 50-90 >90	2-15 15-50 50-90 >90
Presencia de pedregones (%) >25 cm	2-15 15-50 50-90 >90	2-15 15-50 50-90 >90
Grado de estructura	Sin estructura Débil Moderado Fuerte	Sin estructura Débil Moderado Fuerte
Tamaño de los elementos de estructura	Muy fina Fina Mediana Gruesa Muy gruesa	Muy fina Fina Mediana Gruesa Muy gruesa
Adhesividad (mojado)	No adherente Ligeramente adherente Adherente Muy adherente	No adherente Ligeramente adherente Adherente Muy adherente
Plasticidad (mojado)	No plástico Ligeramente plástico Plástico Muy plástico	No plástico Ligeramente plástico Plástico Muy plástico
Consistencia en húmedo	Suelto Muy friable Friable Firme Muy firme Extremadamente firme	Suelto Muy friable Friable Firme Muy firme Extremadamente firme
Consistencia en seco	Suelto Blando Ligeramente duro Duro Muy duro Extrem. duro	Suelto Blando Ligeramente duro Duro Muy duro Extrem. duro

Adaptado de Rodas 2006

## Anexo 2. Consistencia seca y húmeda

Consistencia en seco		Consistencia en húmedo	
<i>Suelta</i>	Sin coherencia.	<i>Suelta</i>	Sin coherencia
<i>Blanda</i>	La masa del suelo tiene débil coherencia y friabilidad; se deshace en polvo o granos sueltos bajo ligera presión.	<i>Muy friable</i>	El material se desmenuza bajo muy ligera presión, pero se une cuando se la comprime
<i>Ligeramente dura</i>	Débilmente resistente a la presión; se rompe fácilmente entre pulgar e índice.	<i>Friable</i>	El material se desmenuza fácilmente bajo ligera o moderada presión entre pulgar e índice
<i>Dura</i>	Moderadamente resistente a la presión; se puede romper en la mano sin dificultad, pero difícilmente se rompe entre pulgar e índice.	<i>Firme</i>	El material se desmenuza bajo moderada presión entre pulgar e índice, pero se nota una clara resistencia
<i>Muy dura</i>	Muy resistente a la presión; se puede romper en la mano solamente con dificultad.	<i>Muy firme</i>	El material se desmenuza bajo fuerte presión; apenas desmenuzable entre pulgar e índice
<i>Extremadamente dura</i>	Extremadamente resistente a la presión; no se puede romper en la mano.	<i>Extremadamente firme</i>	El material se desmenuza solamente bajo una presión muy fuerte; no se puede desmenuzar entre el pulgar e índice

Anexo 3. Descripción de características de pasturas mejoradas y naturales (n=22) en Esparza, Costa Rica.

PASTURA/ CONCEPTO	Edad (años)	Pendiente (%)	Profundidad Horizonte A	msnm	No. Árboles (dap > 5 cm)	Cobertura arbórea (%)	Área basal (m2)
<b>PASTURAS MEJORADAS</b>							
1	3	17.1	25	178	34	13.9	2.014
2	2	14.2	26	180	39	15.9	2.937
3	4	14.6	28	163	12	6.8	0.823
4	4	25.5	32	168	20	5.5	1.122
5	4	16.2	18	183	22	15.7	2.315
6	2	32.5	22	192	38	8.5	0.918
7	5	19.1	10	220	16	4.7	0.345
8	3	27.2	24	387	12	4.0	0.808
9	2	42.0	30	442	16	13.7	2.119
10	4	42.2	23	464	12	5.1	1.097
11	8	6.6	30	243	11	3.1	0.496
<b>PASTURAS NATURALES</b>							
1	30	11.4	22	184	27	14.0	1.399
2	30	15.8	24	182	9	2.4	0.325
3	30	22.3	26	163	35	4.4	0.545
4	30	31.5	25	172	31	5.7	1.352
5	30	24.6	16	184	25	13.6	2.001
6	30	27.0	28	196	13	6.6	0.422
7	15	14.2	12	219	34	18.8	4.063
8	30	34.2	16	389	8	11.4	0.943
9	35	36.7	32	443	21	10.7	2.219
10	30	38.0	30	468	34	19.5	4.316
11	16	8.4	35	244	22	19.1	3.108

Anexo 4. Evaluación de disponibilidad de biomasa Kg MS ha<sup>-1</sup> y composición botánica en pasturas naturales y mejoradas por el método de “doble muestreo”

Nombre del productor:

Localidad:

Fecha

Tipo de pastura:

No. de potrero:

No Muestra	Escala visual	Cobert de sp consumibles		Cobert de sp poco consumib.					Malezas		Cobert. Vegetal en marco %	Otras Coberturas en marco (%)		
		%		%					%			Senescencia mantillo	Suelo desnudo	Piedras
		Brizantha	Jaragua	Sabaneta	Peludo	Burro	Kuitilla	Legum.	virgatum	H. ancha				
1	5													
2	4													
3	3													
4	2													
5	1													
10														
11														
12														
13														
14														
20														
21														
22														
23														
30														
31														
32														
40														
41														
42														
50														
51														
52														
60														
70														
71														
80														
81														
82														
83														
84														
85														

Anexo 5. Clasificación de copas arbóreas presentes en pasturas naturalizadas y mejoradas en Esparza, de acuerdo a Esquivel (2007)

LIVIANA		
Especie	Nombre científico	Familia
Corteza	<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae
Coyol	<i>Acrocomia aculeata</i>	Arecaceae
Guachipelín	<i>Myrospermum frutescens</i>	Fabaceae/papilionoideae
Guayaquil	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Fabaceae/Mimosoideae
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae
Melina	<i>Gmelina arborea</i>	Verbenaceae
MEDIANA		
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
Cenizaro	<i>Samanea saman</i>	Fabaceae/Mimosoideae
Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>	Fabaceae/papilionoideae
Fruta de Pava	<i>Eugenia salamensis</i>	Myrtaceae
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Myrtaceae
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
Lagartillo	<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Rutaceae
Madero Negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae/papilionoideae
Matapulgas	<i>Thouinidium decandrum</i>	Sapindaceae
Ojoche	<i>Brosimum sp.</i>	Moraceae
Papaturro	<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Polygonaceae
Pochote	<i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae
DENSA		
Almendro de río	<i>Andira inermis</i>	Fabaceae/papilionoideae
Carao	<i>Cassia grandis</i>	Fabaceae/caesalpinioideae
Carboncillo	<i>Acosmium panamense</i>	Fabaceae/papilionoideae
Citrico	<i>Citrus spp</i>	Rutaceae
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae/Mimosoideae
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae/caesalpinioideae
Higueron	<i>Ficus sp.</i>	Moraceae
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malpighiaceae
Quina	<i>Exostema sp.</i>	Rubiaceae

Anexo 6. Marco de referencia para evaluar indicadores de degradación de pasturas naturales y mejoradas (Proyecto CATIE/NORAD-PD 2007)

INDICADORES EVALUADOS	NIVELES DE DEGRADACIÓN				
	1	2	3	4	5
EROSIÓN LAMINAR	Se presenta una activa erosión laminar y/o en zanjitas en varias partes de la pastura; se pueden encontrar frecuentes áreas donde se depositan los sedimentos. Zanjitas con una profundidad de 5 a 15 cm pueden estar presentes a distancias cortas. Otra evidencia de erosión laminar es la presencia de numerosas <i>terracitas de vaca</i> presentes a poca distancia uno del otro, con frecuentes huellas de resbaladas.	Una activa erosión laminar y/o en zanjitas se observa en las partes más inclinadas de la pastura; es común observar áreas donde se depositan sedimentos. Zanjitas o canalitos de 1 a 7 cm de profundidad pueden estar presentes a distancias cortas. Terracitas de vaca pueden estar presentes en las partes más inclinadas del potrero.	Evidencia de una activa erosión laminar se presenta solamente en las partes más usadas de la pastura (por ejemplo, alrededor de caminos del ganado, cerca de aguadas, etc.); se pueden observar áreas de acumulación del material erosionado y transportado en el “pie de monte” de las pendientes. Algunas zanjas de 1 a 7 cm de profundidad pueden estar presentes. Se pueden presentar algunas terracitas de vaca en el potrero.	No se presentan zanjas activas en la pastura; se pueden observar algunas áreas de acumulación del material erosionado por erosión laminar y transportado en el “pie de monte” de las pendientes.	No hay evidencias en la pastura de erosión laminar o de zanjas.
EROSIÓN EN CÁRCAVAS (ZANJONES) Y POR DESLIZAMIENTOS	Se presentan movimientos en masa del suelo, rocas y vegetación, como derrumbes, deslizamientos, etc.	Se observan cárcavas que frecuentemente se están extendiendo (se observa que las paredes se están erosionando). Estabilizar el terreno resulta difícil sin la construcción de infraestructura específica y exclusión del área de pastoreo.	Se observan cárcavas, algunas de ellas presentan erosión activa, la vegetación en las paredes y el fondo de las cárcavas es escasa, sobre todo en las partes más intensivamente usadas.	Se presentan unas pocas cárcavas estables en el potrero las cuales no se están extendiendo; las cárcavas están cubiertas por vegetación, aunque en el fondo de la cárcava se puede presentar ligeros movimientos de material.	No se presentan cárcavas; en caso de pasturas en pendiente, el drenaje natural ocurre en áreas relativamente bajas pero estables y cubiertas con vegetación
COBERTURA DE ESPECIES FORRAJERAS	Cobertura aérea: menor que 40%. En esta condición de pastura la fotosíntesis de las especies forrajeras es muy reducida	Cobertura aérea: 40-65%	Cobertura aérea: 65-80%	Cobertura aérea: 80-90%.	Cobertura aérea: Mayor que 90%. Los forrajes se mantienen con bastantes hojas para optimizar fotosíntesis.
COBERTURA DE MALEZAS	Cobertura aérea de las malezas: mayor que 50%	Cobertura aérea: 35-50%	Cobertura aérea: 20-35%	Cobertura aérea: 10-20%	Cobertura aérea: menor que 10%

<b>BIOMASA DE DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS</b>	Menor que el 4% de la biomasa forrajera son leguminosas.	5-9% de la biomasa forrajera son leguminosas.	10-19% o mas que 75% de la biomasa forrajera son leguminosas.	20-29% o 50-75% de la biomasa forrajera son leguminosas.	30-40% de la biomasa forrajera son leguminosas, pero sin competir fuertemente con el pasto.
<b>UNIFORMIDAD DE USO</b>	Parches de vegetación (burras) poco consumida cubren más que el 50% del área total de la pastura, ya sea en un patrón como mosaico o concentrada en una determinada área (por ejemplo: en el área más alejada de la fuente del agua).	Parches de vegetación poco consumida cubren de 25 al 50% del área total de la pastura, siguiendo cualquiera de los patrones mencionados en la categoría uno.	Parches de vegetación poca consumida cubren 10 al 25% del área total de la pastura, siguiendo cualquiera de los patrones mencionados en la categoría uno.	Parches de vegetación poca consumida cubren menos que el 10% del área total de la pastura, en lugares donde especies forrajeras aislados son rechazadas. Además, el ganado rechaza la vegetación en parches donde recientemente se depositó orina o heces.	El ganado solamente rechaza la vegetación en pequeños parches donde recientemente se depositó orina o heces, no hay rechazo de especies forrajeras.

<b>VIGOR DE PLANTAS FORRAJERAS</b>	La recuperación después de pastoreo es muy lenta o nula. O, alternativamente, las hojas de las plantas forrajeras son de color amarillo o café. O, las plantas forrajeras están completamente marchitadas por sequía, o dañadas por plagas o enfermedades.	La recuperación después de un pastoreo toma por lo menos 2 semanas más de lo normal. O alternativamente, las hojas de las plantas forrajeras son amarillentas. O, hay pérdidas severas de biomasa por plagas, enfermedades o sequía (las plantas forrajeras están marchitadas durante la mayor parte del día). La productividad es muy baja.	La recuperación después de un pastoreo toma aproximadamente 1-2 semanas más de lo que se considera normal. O, alternativamente, se contrastan fuertemente los parches donde se depositan orinas y heces (verde oscuro) del resto de la pastura (verde claro). O, se presentan daños menores debido a plagas, enfermedades, o sequía (las plantas forrajeras se marchitan durante unas horas del día). La producción de biomasa está por debajo de lo que se considere normal para el sitio.	La recuperación después de un pastoreo toma unos días más de lo que se considera normal. O, alternativamente, se contrastan un poco los parches donde se depositan orinas y heces del resto de la pastura. O, se presentan daños menores en el pasto debido a plagas o enfermedades. No se presenta reducción de crecimiento por sequía. La producción de biomasa está ligeramente por debajo de lo que se considere normal para el sitio.	La recuperación después de un pastoreo se considera normal. Toda la pastura tiene un color verde "saludable". No se presentan daños causados por plagas, enfermedades o sequía. La producción de biomasa está dentro del rango de lo que se considere normal para el sitio.
------------------------------------	--	--	---	--	---

Anexo 7. Resultados de proteína y digestibilidad *in vitro* de materia seca de pasturas mejoradas y naturales.

LABORATORIO DE NUTRICIÓN  
ANIMAL.

TEL: (506) 5582409. [Http://www.catie.ac.cr](http://www.catie.ac.cr)

Emisión: 10/09/2007.

Responsable: F. López

Nombre del Técnico: Muhammad Ibrahim/ Genaro Lemus

Dirección de la finca: Esparza, Puntarenas.

Tipo de muestra: Forraje.

Identificación de las muestras													
Id Lab	Pastura Id*	#aparto	mes	MS 105°C	PC %	DIVMS %	Id Lab	Pastura Id	#aparto	mes	MS 105°C	PC %	DIVMS %
1	M	1	1	94.1	7.9	50.8	25	M	1	3	88.6	8.8	66.8
2	M	2	1	95.1	7.6	54.9	26	M	2	3	89.3	8.5	61.8
3	M	3	1	95.2	8.1	56.2	27	M	3	3	88.0	8.4	66.3
4	M	4	1	95.3	8.0	52.7	28	M	4	3	87.7	7.8	69.1
5	M	5	1	94.7	8.4	56.0	29	M	5	3	87.9	8.4	68.3
6	M	6	1	95.3	7.5	53.1	30	M	6	3	88.5	7.2	66.4
7	M	7	1	95.1	7.2	50.2	31	M	7	3	88.5	8.6	56.8
8	M	8	1	95.0	9.1	58.9	32	M	8	3	88.0	9.4	53.7
9	M	9	1	94.9	6.9	55.0	33	M	9	3	87.6	7.7	63.4
10	M	10	1	95.5	7.8	45.7	34	M	10	3	88.2	8.6	70.0
11	M	11	1	94.8	8.6	55.9	35	M	11	3	88.2	8.9	61.7
12	M	12	1	94.5	7.8	59.4	36	M	12	3	88.5	9.1	64.2
13	M	1	2	93.2	7.8	57.2	37	M	1	4	91.4	8.3	45.1
14	M	2	2	94.1	8.6	54.7	38	M	2	4	89.0	9.2	55.7
15	M	3	2	93.5	8.2	54.1	39	M	3	4	89.9	8.4	54.1
16	M	4	2	94.1	8.1	37.5	40	M	4	4	91.2	8.8	54.0
17	M	5	2	94.4	8.5	58.5	41	M	5	4	90.1	7.9	50.2
18	M	6	2	93.7	7.7	52.1	42	M	6	4	88.2	8.2	61.9
19	M	7	2	94.5	7.5	61.0	43	M	7	4	87.7	9.1	57.8
20	M	8	2	93.2	7.6	64.4	44	M	8	4	88.7	8.6	49.5
21	M	9	2	94.5	8.2	50.6	45	M	9	4	88.6	7.7	60.7
22	M	10	2	93.9	8.4	63.2	46	M	10	4	89.5	9.2	62.9
23	M	11	2	94.5	6.9	49.7	47	M	11	4	86.1	9.1	48.4
24	M	12	2	93.2	7.9	45.2	48	M	12	4	86.9	9.8	47.4

\*1M. La muestra corresponde a *B. brizantha*



Identificación de las muestras													
Id Lab	Pastura Id*	#aparto	mes	MS 105°C	PC %	DIVMS %	Id Lab	Pastura Id	#aparto	mes	MS 105°C	PC %	DIVMS %
49	N	1	1	95.2	8.4	46.6	73	N	1	3	88.7	8.5	40.9
50	N	2	1	94.8	9.0	42.4	74	N	2	3	88.2	9.2	38.5
51	N	3	1	95.5	7.8	33.4	75	N	3	3	88.3	8.3	52.1
52	N	4	1	95.2	9.1	43.1	76	N	4	3	89.2	9.1	53.5
53	N	5	1	94.9	8.6	40.0	77	N	5	3	88.6	9.4	52.8
54	N	6	1	94.6	8.5	51.3	78	N	6	3	88.8	8.6	44.6
55	N	7	1	95.1	8.7	45.8	79	N	7	3	88.3	8.8	53.7
56	N	8	1	94.4	8.8	50.0	80	N	8	3	87.7	7.0	38.0
57	N	9	1	94.9	9.5	40.1	81	N	9	3	89.3	7.8	53.2
58	N	10	1	94.9	9.1	44.9	82	N	10	3	89.0	8.6	51.2
59	N	11	1	95.0	8.7	46.3	83	N	11	3	89.9	8.1	56.6
60	N	12	1	95.0	8.5	42.8	84	N	12	3	88.9	9.1	53.1
61	N	1	2	94.8	8.1	33.1	85	N	1	4	88.4	8.7	38.0
62	N	2	2	94.3	8.9	42.1	86	N	2	4	89.4	8.4	37.8
63	N	3	2	94.2	7.6	49.1	87	N	3	4	89.3	7.9	36.3
64	N	4	2	94.4	8.4	52.9	88	N	4	4	88.3	8.1	37.9
65	N	5	2	94.2	8.4	52.2	89	N	5	4	91.0	8.5	34.9
66	N	6	2	94.7	8.5	35.9	90	N	6	4	90.1	8.3	39.8
67	N	7	2	94.6	9.1	58.0	91	N	7	4	90.4	8.4	67.7
68	N	8	2	93.5	8.7	42.6	92	N	8	4	89.9	7.0	47.5
69	N	9	2	94.2	7.8	40.0	93	N	9	4	89.2	7.8	35.5
70	N	10	2	94.1	8.1	55.8	94	N	10	4	92.4	9.4	64.7
71	N	11	2	94.4	7.8	52.4	95	N	11	4	92.1	8.4	67.0
72	N	12	2	93.5	9.3	38.8	96	N	12	4	92.2	8.5	53.3

\* N. Corresponde a *H. rufa*

Anexo 8. Disponibilidades de MS en Kg ha<sup>-1</sup> en pasturas mejoradas en cada uno de los muestreos realizados en época seca y lluviosa en Esparza.

ID Potrero	Época	Mes	Palatable (Kg MS/ha) S/COB ARB	Kg MS palatable COB ARB 8,8%	Poco palatable (Kg MS/ha)	D. Ocup	D. Desc	Carga animal
1	seca	1	1217.26	1185.3	106.7	10	28	1.6
2		1	1428.11	1386.2	3.3	15	30	1.2
3		1	1059.22	1041.7	26.0	10	28	1.6
4		1	642.8	635.3	24.7	15	35	1.2
5		1	746.63	718.7	17.1	15	35	1.2
6		1	843.75	831.1	118.2	10	30	1.6
7		1	651.96	646.4	98.6	30	0	1.7
8		1	1054.14	1043.9	8.6	30	0	1.5
9		1	759.40	737.3	7.5	30	0	2.2
10		1	500.13	495.8	12.4	30	0	2.2
11		1	1871.83	1871.8	35.2	30	0	1.3
1		2	685.30	667.1	44.7	10	28	1.6
2		2	627.42	692.5	10.0	15	30	1.2
3		2	513.89	505.3	6.6	10	28	1.6
4		2	627.45	620.1	64.2	15	35	1.2
5		2	843.20	811.8	70.8	15	35	1.2
6		2	609.08	599.9	73.9	10	30	1.6
7		2	626.67	634.0	83.8	30	0	1.7
8		2	762.96	755.5	15.0	30	0	1.5
9		2	608.73	590.9	35.8	30	0	2.2
10		2	852.62	845.4	10.3	30	0	2.2
11		2	1567.94	1567.9	22.7	30	0	1.3
1	lluvias	3	242.43	2392.4	149.6	3	24	1.6
2		3	3291.32	3270.2	41.9	6	23	1.6
3		3	2335.74	2372.3	142.2	2	23	1.5
4		3	1934.47	1970.0	175.0	3	27	1.9
5		3	2523.95	2466.2	134.1	4	27	1.9
6		3	2012.29	2056.8	269.5	4	28	1.6
7		3	2378.50	2405.6	361.9	3	28	1.7
8		3	3546.57	3549.0	55.0	7	25	1.9
9		3	1566.31	1576.8	137.0	3	30	2.6
10		3	2523.28	2552.1	67.3	7	36	2.1
11		3	3679.69	3671.5	29.7	3	25	2.0
1		4	1912.02	1880.4	74.1	3	24	1.6
2		4	1996.14	1950.1	36.9	7	25	1.8
3		4	1999.72	1987.6	140.6	3	26	2.1
4		4	2130.75	2162.0	196.5	3	28	1.8
5		4	3297.27	3228.2	131.7	4	28	1.8
6		4	2535.60	2831.1	386.3	4	27	1.7
7		4	1880.36	1941.9	449.3	4	26	2.5
8		4	2248.38	2226.7	24.2	7	22	2.2
9		4	1917.09	1899.7	123.6	3	29	2.7
10		4	2459.69	2431.7	87.3	7	35	2.1
11		4	3261.66	3264.6	34.6	3	25	2.0

Continúa anexo 8. Disponibilidades de MS en Kg ha<sup>-1</sup> en pasturas naturales en cada uno de los muestreos realizados en época seca y lluviosa en Esparza.

ID Potrero	Época	Mes	Palatable Kg MS ha-1 S/COB	Palatable Kg MS ha-1 11,5% COB	Poco palatable (Kg MS/ha)	D. Ocup	D. Desc	Carga animal
1	seca	1	56.3	50.6	191.0	16	35	0.7
2		1	72.6	109.4	259.3	16	35	0.7
3		1	167.3	168.4	204.0	12	35	0.8
4		1	63.8	63.7	82.3	14	35	1.1
5		1	23.7	11.6	27.3	13	35	1.0
6		1	76.9	75.1	63.8	8	32	1.2
7		1	92.3	95.5	35.9	30	0	0.7
8		1	128.5	132.8	77.8	30	0	1.5
9		1	43.3	40.4	22.2	30	0	2.0
10		1	66.5	84.5	57.4	30	0	2.0
11		1	137.9	135.9	174.0	30	0	1.1
1		2	45.9	43.0	146.4	15	36	0.6
2		2	67.6	65.8	197.1	15	35	0.7
3		2	72.5	72.0	53.3	10	32	0.7
4		2	42.5	41.8	45.0	15	35	1.2
5		2	25.7	25.1	120.8	13	35	1.0
6		2	116.1	111.9	78.5	7	30	1.1
7		2	71.5	70.4	88.4	30	0	0.7
8		2	254.9	243.1	76.8	30	0	1.5
9		2	38.65	37.4	55.5	30	0	2.0
10		2	161.0	157.1	112.2	30	0	2.0
11		2	127.4	127.8	180.6	30	0	1.3
1	lluvias	3	245.9	208.2	947.6	12	35	1.2
2		3	294.2	283.6	995.9	4	32	1.3
3		3	409.1	434.1	617.0	6	30	1.2
4		3	415.2	368.7	892.7	5	34	1.6
5		3	222.4	192.1	486.1	2	35	1.7
6		3	416.8	363.1	805.6	2	34	1.3
7		3	947.8	831.4	684.6	3	28	1.9
8		3	1122.1	1088.3	454.5	8	22	1.3
9		3	432.0	394.3	441.0	4	34	1.9
10		3	1076.3	889.7	508.7	4	35	1.7
11		3	682.4	587.3	933.8	6	28	2.0
1		4	319.9	238.2	2014.4	12	30	1.4
2		4	321.6	335.0	1870.1	4	30	1.4
3		4	644.6	499.6	965.7	5	29	1.0
4		4	1449.9	1111.6	2117.6	6	35	1.9
5		4	943.13	707.7	2130.4	2	37	1.6
6		4	1077.7	864.2	1521.8	2	32	1.4
7		4	1208.5	813.7	1354.6	3	25	2.0
8		4	956.4	859.4	522.0	8	22	1.3
9		4	342.8	382.2	490.3	4	30	2.1
10		4	1440.9	1227.7	576.5	4	35	1.7
11		4	888.9	832.3	1465.6	7	29	2.3

Anexo 9. Evaluación de condición de degradación de pasturas mejoradas (n=11) en potreros de Esparza

ÉPOCA	No.	INDICADORES DE DEGRADACIÓN							TOTAL	Nivel de	Degradación*	Forraje Kg MS ha <sup>-1</sup> época <sup>-1</sup>		Composición Botánica (%)			Cobert. Vegetal (%)	Senesce- Mantillo (%)	Suelo Desnud (%)	Pendiente (%)	Edad (años)	
		Erosión		Cobertura			Vigor Uniform.					PUNTAJE	Palatable	Poco palatable	Spp palatable	Spp Poco palatable						Malez
		Lamin (1)	Cárcav (2)	Forraj (3)	Malez (4)	Legu (5)	Forraj (6)	Uso (7)														
	1	4	5	5	4	1	4	5	28	2	926.2	77.8	90.6	7.2	2.4	59.1	35.8	5.4	17.1	3		
	2	5	5	5	5	1	5	5	31	1	997.5	6.3	98.2	0.8	1.0	61.9	33.8	4.3	14.2	2		
	3	3	5	4	4	1	4	4	25	2	773.5	16.6	96.3	1.9	2.0	57.9	33.6	8.5	14.6	4		
	4	3	5	3	4	1	4	5	25	2	627.8	45.0	88.3	6.2	5.6	56.7	36.0	7.1	25.5	4		
	5	5	5	4	4	1	4	5	28	2	765.3	45.7	90.2	4.9	4.9	59.2	33.7	6.8	16.2	4		
seca	6	4	5	3	3	1	4	4	24	3	715.6	97.5	83.1	11.0	5.7	58.2	34.3	7.7	32.5	2		
	7	4	5	4	2	1	4	4	24	3	633.9	90.9	81.7	11.6	7.2	58.2	34.2	6.9	19.1	5		
	8	4	5	5	5	1	5	4	29	2	899.8	11.9	98.5	1.4	0.1	56.1	37.6	6.4	27.2	3		
	9	1	3	5	5	1	4	4	23	3	664.3	22.3	95.7	3.4	1.0	50.9	30.9	18.3	42.0	2		
	10	1	4	5	5	1	4	5	25	2	670.7	11.4	96.6	1.8	1.5	49.2	35.0	15.8	42.2	4		
	11	5	5	5	5	1	5	5	31	1	1705.2	29.0	98.2	1.6	0.2	69.5	26.3	4.3	6.6	8		
	1	4	5	4	5	1	4	5	28	2	2110.1	27.0	93.5	4.8	1.8	69.7	25.2	4.5	17.1	3		
	2	5	5	5	5	1	5	5	31	1	2565.7	47.5	97.3	1.5	1.3	67.6	26.4	6.1	14.2	2		
	3	3	5	4	5	1	4	4	26	2	2131.8	57.5	92.3	5.6	2.2	74.3	17.1	8.6	14.6	4		
	4	4	5	3	4	1	4	5	26	2	2009.2	69.3	88.2	7.4	4.6	82.3	12.8	5.1	25.5	4		
	5	5	5	4	4	1	5	5	29	2	2802.3	49.3	92.0	4.3	3.8	83.7	13.8	2.5	16.2	4		
lluviosa	6	4	5	3	3	1	4	4	24	3	2240.0	214.7	82.3	10.8	7.0	76.2	18.3	5.5	32.5	2		
	7	4	5	3	3	1	4	4	24	3	2111.3	82.7	78.6	14.0	7.2	74.7	21.1	4.2	19.1	5		
	8	4	5	5	5	1	5	4	29	2	2869.4	18.8	98.3	1.3	0.5	70.2	24.7	5.2	27.2	3		
	9	1	3	4	5	1	3	4	21	3	1691.3	48.6	89.4	6.8	4.0	76.2	12.7	11.0	42.0	2		
	10	1	4	5	5	1	4	5	25	2	2470.6	27.8	93.6	2.7	3.8	69.2	20.7	10.2	42.2	4		
	11	5	5	5	5	1	5	5	31	1	3441.0	4.8	98.6	0.7	0.1	79.0	17.5	2.9	6.6	8		

( ) Criterios indicadores de degradación: 1) E. laminar; 2) E. cárcavas; 3) Cobertura forrajeras; 4) Cobertura malezas; 5); Cobertura leguminosas; 6) Vigor forrajeras y 7) Uniformidad de uso de la pastura. \* Condiciones de degradación: 1= sin degradación, 2=degradación leve y 3=degradación moderada.

Anexo 10. Evaluación de condición de degradación de pasturas naturales (n=11) en potreros de Esparza.

ÉPOCA	No.	INDICADORES DE DEGRADACIÓN							TOTAL	Nivel	Forraje Kg MS/ ha	Composición Botánica (%)	Cobertura	Senesce-	Suelo	Pendien-	te	Edad		
		Erosión		Cobertura			Vigor	Uniform.	de											
		Lamin (1)	Carcav (2)	Forraj (3)	Malez (4)	Legum (5)	Forraj (6)	Uso (7)	PUNTA JE	Degrada ción*									Palatabl	Poco palatable
	1	4	5	3	2	1	2	2	19	4	45.2	184.5	19.0	68.0	13.0	68.2	27.8	3.8	11.4	30
	2	4	5	3	2	1	2	2	19	4	65.8	246.8	21.2	73.3	14.4	79.0	27.6	4.1	15.8	30
	3	4	4	3	3	1	3	3	21	3	118.6	128.2	39.7	37.5	22.9	58.0	31.3	10.9	22.3	30
	4	4	4	4	3	1	2	3	21	3	51.9	64.2	35.5	41.9	22.6	44.9	49.8	5.3	31.5	30
	5	4	5	3	2	1	2	3	20	3	23.8	89.8	17.1	56.7	25.6	43.4	52.5	4.3	24.6	30
seca	6	3	5	3	2	1	3	3	20	3	89.8	73.5	45.6	35.1	19.5	49.4	42.4	7.8	27.0	30
	7	4	5	3	2	1	2	4	21	3	79.4	62.2	54.9	39.3	6.3	44.0	35.7	43.8	14.2	15
	8	2	3	5	4	1	4	5	24	3	173.5	77.9	63.2	27.5	9.1	42.0	41.2	17.0	34.2	30
	9	1	3	3	2	1	2	2	14	5	38.8	40.6	39.9	37.5	22.7	41.6	44.1	14.5	36.7	35
	10	1	4	5	3	1	3	5	22	3	108.1	80.1	51.1	35.6	13.1	45.6	33.2	21.4	38.0	30
	11	5	5	3	3	1	3	4	24	3	118.7	178.4	35.7	48.0	16.8	67.5	28.2	4.3	8.4	16
	1	4	5	2	2	1	2	3	19	4	250.2	1344.5	15.0	69.7	15.9	81.6	13.8	4.2	11.4	30
	2	4	5	2	2	1	2	3	19	4	288.9	1182.7	18.2	68.3	13.8	80.6	16.7	2.6	15.8	30
	3	4	4	3	3	1	3	3	21	3	520.8	754.6	33.5	47.1	19.4	88.9	9.9	1.3	22.3	30
	4	4	4	3	3	1	4	3	22	3	909.9	1769.7	27.8	55.7	16.9	88.6	9.8	1.7	31.5	30
	5	4	5	3	2	1	4	3	22	3	561.5	1503.4	23.8	59.0	17.2	85.9	13.1	0.9	24.6	30
lluviosa	6	3	5	3	3	1	3	3	21	3	695.4	1289.4	30.0	54.0	15.9	83.8	14.2	2.0	27.0	30
	7	5	5	3	2	1	4	4	24	3	1045.2	1018.0	46.9	42.6	10.6	91.1	6.7	2.2	14.2	15
	8	2	3	5	4	1	5	4	24	3	940.3	505.9	61.3	30.1	8.6	73.3	17.9	8.9	34.2	30
	9	1	3	3	2	1	2	2	14	5	367.3	444.7	33.6	38.9	27.3	75.5	14.2	10.2	36.7	35
	10	1	4	5	4	1	5	4	24	3	1195.5	597.3	56.9	27.5	15.6	82.3	8.4	9.4	38.0	30
	11	5	5	3	3	1	3	4	24	3	702.9	1214.2	33.2	51.0	15.7	81.5	16.8	1.7	8.4	16

( ) Criterios indicadores de degradación: 1) E. laminar; 2) E. cárcavas; 3) Cobertura forrajeras; 4) Cobertura malezas; 5); Cobertura leguminosas; 6) Vigor forrajeras y 7) Uniformidad de uso de la pastura. \* Condiciones de degradación: 3= degradación moderada, 4=degradación severa y 5=degradación muy severa.

Anexo 11. Resultado (GDP Kg animal<sup>-1</sup> ha<sup>-1</sup>) de un escenario simulado con pastura mejorada en degradación leve.

Scenario: \_1

Scenario running on month: January  
 Description: \_ Scenario Demo Beef v.3.2 LIFE - SIM

DAY - (Days)	DIG - (%)	DMI - (kgDM/d)	MEI - (Mcal_ME/d)	BAL - (Mcal_ME/d)	Weight - (kg)	Change_Weight per_energy (kg/d)	Change_Weight per_protein (kg/d)	Change weight (kg/d)
D_30	0.772	4.841	12.823	5.654	216.958	0.599	0.55	0.55
D_60	0.739	5.773	14.387	6.686	234.074	0.669	0.584	0.584
D_90	0.726	6.224	15.144	6.974	251.41	0.683	0.598	0.598
D_120	0.726	6.248	15.184	6.592	268.7	0.645	0.587	0.587
D_150	0.676	5.074	10.868	1.739	280.428	0.151	0.313	0.151
D_180	0.676	5.853	12.536	3.107	292.869	0.27	0.464	0.27
D_210	0.676	7.128	15.269	5.512	306.725	0.479	0.701	0.479
D_240	0.676	7.809	16.727	6.602	322.294	0.574	0.809	0.574
D_270	0.676	7.333	15.708	5.19	338.947	0.451	0.728	0.451
D_300	0.676	8.291	17.759	6.844	356.219	0.595	0.867	0.595
D_330	0.676	8.255	17.682	6.347	374.565	0.552	0.851	0.552
D_360	0.684	8.474	18.921	7.249	394.089	0.655	0.665	0.655

Scenario: \_2

Scenario running on month: January  
 Description: \_ Scenario Demo Beef v.3.2 LIFE - SIM

DAY - (Days)	DIG - (%)	DMI - (kgDM/d)	MEI - (Mcal_ME/d)	BAL - (Mcal_ME/d)	Weight - (kg)	Change_Weight per_energy (kg/d)	Change_Weight per_protein (kg/d)	Change weight (kg/d)
D_30	0.778	4.681	12.554	5.406	216.959	0.58	0.541	0.541
D_60	0.731	6.028	14.814	7.085	234.247	0.7	0.598	0.598
D_90	0.725	6.284	15.245	7.068	251.477	0.69	0.601	0.601
D_120	0.728	6.142	15.007	6.423	268.811	0.631	0.581	0.581
D_150	0.676	7.059	15.121	5.977	281.393	0.519	0.694	0.519
D_180	0.676	5.838	12.504	3.042	294.252	0.264	0.461	0.264
D_210	0.676	6.656	14.257	4.469	307.961	0.388	0.609	0.388
D_240	0.676	8.541	18.295	8.139	323.769	0.707	0.912	0.707
D_270	0.676	8.777	18.801	8.215	342.143	0.714	0.939	0.714
D_300	0.676	7.927	16.979	5.953	361.021	0.517	0.813	0.517
D_330	0.676	8.581	18.38	6.904	380.832	0.6	0.894	0.6
D_360	0.684	8.488	18.945	7.13	400.511	0.644	0.663	0.644