



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
ESCUELA DE POSGRADO

Evaluación del impacto socioeconómico de pasturas degradadas en fincas ganaderas de la  
cuenca media del río Jesús María, Costa Rica.

por

Maria Fernanda Benavides Salazar

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado  
como requisito para optar por el grado de

*Magister Scientiae* en Socio economía Ambiental

Turrialba, Costa Rica, 2013

Este Borrador de tesis ha sido aceptado en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante por lo que se considera que llena los requisitos para que el estudiante presente el examen final de tesis y examen de grado.

### ***Magister Scientiae en Socio economía Ambiental***

#### **FIRMANTES:**

---

Nombre del consejero principal

**Consejero Principal**

---

Nombre del consejero

**Miembro del Comité Consejero**

---

Nombre del consejero

**Miembro del Comité Consejero**

---

Nombre del consejero

**Miembro del Comité Consejero**

---

Nombre del Decano de la Escuela de Posgrado

**Decano de la Escuela de Posgrado**

---

Nombre del candidato

**Candidato**

## **DEDICATORIA**

A mi amorosa hija Natalia, por estar iluminando mis días con su inmensa alegría y ternura, a mis padres y familia por tanto amor y cariño, a l@s amig@s y herman@s que me ha brindado la vida por su lealtad, amor, alegría y optimismo, los llevo en mi corazón con mucha gratitud.

A la infinita fuente de amor, sabiduría y energía que cada día me invade con motivación, energía y felicidad, eternamente agradecida Padre Celestial, por todas las bendiciones que recibo de ti diariamente.

A mi Ana Lucía, gracias por tanta Luz, amor y apoyo ¡Que Dios te Bendiga siempre mi hermanita!

## AGRADECIMIENTOS

A mi profesor Consejero Muhammad Ibrahim por sus enseñanzas, por su paciencia y por estar siempre dispuesto a colaborar. Que el nuevo camino que emprende este bendecido y encuentre una familia como la que formó en Catie durante tantos años de ciencia, empeño y amistad. Muchos éxitos en Belice.

Cristobal Villanueva por el tiempo y disposición que siempre tuvo, sus enseñanzas y motivación.

Diego Tobar por todas las motivaciones y colaboración cuando era el camino se hacía más difícil.

Andreas Nieuwenhuyse por su profesionalismo sus enseñanzas y gran sentido crítico.

A Juan Robalino por su practicidad y consejos.

Al personal de Gamma, siempre me sentí como en casa con su calor humano y espíritu de colaboración.

A Andres Vega, compañero en fase de campo con quien compartí duros y buenos momentos, su apoyo y cuidados fueron importantes para el desarrollo de la investigación.

A la comunidad de ganaderos de San Mateo, por su calor humano, colaboración y amistad, me mostraron otro hermoso lado de Costa Rica, nunca lo olvidaré y espero que la vida nos de oportunidad de volver a compartir juntos.

A las personas que confiaron en mí y me apoyaron para tomar esta decisión, Mónica Salazar y Lucía Muñoz gracias, las llevo en mi corazón con profundo agradecimiento.

Al personal del MAG, INTA y UTA por su profesionalismo, colaboración, y cuidados.

Al personal de CATIE, siempre dispuesto a colaborar con mucha alegría y optimismo.

A mis amigos de CATIE y Costa Rica, y todos quienes trabajan en pro del medio ambiente, porque juntos construimos este hermoso camino, por las experiencias vividas, el compartir, la energía positiva que siempre estuvo presente, nunca los olvidaré. ¡Son la muestra de que en medio de las diferencias culturales todos somos humanos y buscamos un fin común: la preservación de nuestra amada tierra!

# CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
CONTENIDO.....	V
RESUMEN.....	VII
SUMMARY.....	IX
ÍNDICE DE CUADROS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XIII
1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1    Objetivos del estudio.....	16
1.1.1    Objetivo General.....	16
1.1.2    Objetivos específicos.....	16
1.2    Preguntas de estudio.....	16
1.3    MARCO CONCEPTUAL.....	17
1.3.1    Ganadería y degradación de pasturas.....	17
1.3.2    Factores que causan degradación de pasturas.....	18
1.3.2.1    Biofísicas.....	18
1.3.2.2    Manejo.....	18
1.3.2.3    Degradación del suelo.....	19
1.3.2.4    Factores Socioeconómicos.....	21
1.3.3    Impacto de la degradación:.....	21
1.3.4    Construcción de una tipología de productor.....	21
1.4    BIBLIOGRAFIA.....	22
2.    Capítulo 1. Estrategias de adaptación al cambio climático por los productores ganaderos en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica.....	25
2.1    Resumen.....	25
2.2    Introducción.....	25
2.3    Materiales y métodos.....	27
2.3.1    Selección de fincas y encuesta.....	28
2.3.2    Análisis estadístico.....	28
2.4    RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
2.4.1    Características socioeconómicas.....	29
2.4.2    Tipologías de fincas.....	29
2.4.2.1    Grupo 1: Los productores pequeños.....	30
2.4.2.2    Grupo 2: productores medianos.....	31
2.4.2.3    Grupo 3: Grandes productores.....	32
2.4.1    Estrategias de adaptación a la variabilidad climática.....	33
2.4.1.1    Estrategias identificadas en fincas de pequeños productores.....	34
2.4.1.2    Estrategias identificadas en fincas de medianos productores.....	35
2.4.1.3    Estrategias identificadas en fincas de grandes productores.....	35

2.5	CONCLUSIONES.....	37
2.6	RECOMENDACIONES .....	38
	BIBLIOGRAFÍA .....	39
3.	Capítulo 2 Evaluación de la condición de pasturas de <i>Brachiaria Brizantha</i> y su impacto económico en la producción ganadera en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica.....	41
3.1	Resumen .....	41
3.2	Introducción.....	42
3.3	Materiales y métodos.....	43
3.3.1	Características del Lugar. ....	43
3.3.2	Selección de la muestra de potreros: .....	45
3.3.3	Metodología para evaluar afectación por erosión hídrica en potreros.....	45
3.3.4	Metodología para determinar condición de pastura .....	45
3.3.5	Productividad e ingresos por productos ganaderos según condición de la pasturas. ....	47
3.3.6	Análisis estadístico .....	49
3.4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
3.4.1	Condición de las pasturas de la cuenca media del río Jesús María. ....	51
	Relación de la condición según la tipología de finca.....	51
3.4.1	Factores que intervienen en la condición y afectan la productividad de la pastura...52	
3.4.1.1	Relación de la condición con aspectos biofísicos .....	53
3.4.1.2	Relación de la condición con los indicadores de erosión laminar, cárcavas y surcos .....	55
3.4.1.3	Relación de la condición de la pastura con indicadores de manejo .....	57
	Período de descanso y ocupación .....	60
3.4.2	Impacto económico del estado actual de la condición de pasturas sobre la producción de carne y leche en la cuenca media del río Jesús María .....	61
3.4.2.1	Producción de leche .....	61
3.4.2.2	Producción de carne.....	62
3.4.3	Estrategias para reducción de la degradación de pasturas .....	63
3.5	CONCLUSIONES.....	67
3.6	RECOMENDACIONES .....	68
3.7	BIBLIOGRAFÍA .....	70
3.8	ANEXOS .....	73

## RESUMEN

Durante los últimos años se ha incrementado el interés sobre el efecto de la ganadería en la pérdida de biodiversidad, degradación de la tierra, el suelo y la contaminación del agua, considerando que con el tiempo, estos daños podrían ser irreversibles, todavía hace falta, mejorar la comprensión de las dimensiones socioeconómicas de estos factores, para ello se presentan los análisis realizados a productores ganaderos sobre usos de la tierra, manejo del hato, recursos forrajeros y las estrategias que vienen implementando como adaptación al cambio y variabilidad climática así como también la condición actual de las pasturas y su impacto económico. La investigación se realizó en los meses de marzo y julio de 2012, mediante encuestas socioeconómicas a 57 productores ganaderos, donde se evaluaron 168 potreros en la cuenca media del río Jesús María.

Los objetivos del estudio fueron: a) Caracterizar las fincas ganaderas de la cuenca media del río Jesús María y comparar las estrategias de adaptación a la variabilidad climática según tipología de fincas. b) Evaluar la condición de pasturas de *Brachiaria Brizantha* y su impacto económico en la producción ganadera en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica. Se diferenciaron tres tipologías de finca (grande, medianas y pequeñas), las variables que mayor efecto presentaron en la separación de las tipologías fueron: contratación de mano de obra directa (administrador) e indirecta (jornales), lugar de residencia del propietario (finca o ciudad), nivel de formación académica (productor y administrador), persona que toma las decisiones de manejo del ganado; de acuerdo con estas tipologías encontradas, se compararon las estrategias de adaptación a los efectos de la variabilidad climática en la región, encontrando diferencias importantes de prácticas que tienen relación según la tipología de finca y manejo es decir, los productores grandes utilizan estrategias como la descarga parcial de la finca en época seca, compra y suministro de alimentos balanceados a diferencia de los productores medianos y pequeños que utilizan alimentos con base en bancos forrajeros de gramíneas y alquilan pasturas para complementar el alimento a la vez que descansan la pastura.

Las condiciones de pasturas encontradas en el área de estudio fueron: el 12% de pasturas de la cuenca media presentan una condición mala y muy mala, el 37% en condición regular, el 47,3% en buenas condiciones y el 3,14% en óptimas condiciones. Las pasturas en buenas y óptimas condiciones que suman el 43,1% de los terrenos estudiados, pertenecen a los productores grandes y medianos, el área restante, se distribuye en las demás condiciones (regular, mala y muy mala) en las tres tipologías. En general, el estado de la cuenca media es regular: (3,4).

Los análisis de las estrategias de adaptación a la variabilidad climática encontradas según la tipología de finca, donde los pequeños y medianos productores se caracterizan por suministrar alimentos provenientes de bancos forrajeros como pasto de corte y contar con árboles

dispersos en potreros y los productores grandes complementan la alimentación con concentrados, a la vez que algunos realizan disminución del tamaño del hato; podrían ofrecer un panorama sobre las capacidades con las que los productores responden a la necesidad de alimento y el efecto sobre la condición de la pastura.

Según los resultados obtenidos, en la cuenca del Río Jesús María, los productores ganaderos dejan de producir entre 63 y 312 kg de leche por ha/año; en el caso de carne entre 9 y 140 kg carne/ha/año, para la condición buena y muy mala en relación a la óptima respectivamente; esto se asocia a deficiencias en el establecimiento y manejo de las pasturas en las fincas. Esta reducción en la productividad puede ocasionar pérdidas económicas a nivel de la cuenca media de US\$ 179.865,9 y US\$308.294,5 por año para los escenarios de leche y carne respectivamente. Lo cual se puede mejorar si los productores realizan un plan de manejo que incluya tanto la recuperación de pasturas como el ajuste de la carga animal a la disponibilidad de forraje, periodo de ocupación acorde al balance carga animal y disponibilidad, incremento del período de descanso y cuando no es posible la rehabilitación (condición mala o muy mala) llevar a cabo la renovación de pasturas. Además, en muchos casos las pasturas en malas o muy malas condiciones, es necesario valorar el uso potencial de dicha área para la liberación de áreas para conservación que permita contribuir con la generación de servicios eco sistémicos (agua, biodiversidad y carbono) que son claves para la adaptación y mitigación al cambio climático de los territorios agropecuarios. También, será importante la implementación de buenas prácticas de conservación de suelos en los usos destinados para producción en zonas no aptas para dicho uso.

**Palabras clave:** Adaptación al cambio climático, erosión hídrica, ganadería sostenible, impacto económico, pasturas degradada, tipología de finca, usos de la tierra.

## SUMMARY

In recent years, the interest on the effect of livestock in the biodiversity loss, land degradation, soil structure degradation, and water pollution has been increased, considering as well that in mean time, this damage could be irreversible, still does lack, to improve the comprehension of socioeconomic dimensions of these factors, for it the analyses carried out are presented to producing cattle raisers on land uses, herd management and forage resources and the strategies that come implementing as adaptation to the climate change and variability as well. The current condition of the pastures and their economic impact. The research was carried out in the months of March and July of 2012, by means of socioeconomic surveys to 57 producing cattle raisers, where 168 paddocks in the middle basin of the río Jesus Maria were evaluated.

The objectives of the study were: a) Characterize the watershed ranches of the middle basin of the river Jesus Maria and compare the adaptation strategies to climate variability. b) Assess the condition of *Brachiaria brizantha* pastures and their economic impact in the production cattle raiser in the middle basin of river Jesus Maria, Costa Rica. According to the results, three typologies of farm were differentiated (large, medium and small), the variables that grater effect presented in the separation of the typologies were: hiring direct labor (administrative) and indirect (daily wages), place of residence of the owner (farm or city), academic level (producer and manager), person that makes the decisions of cattle management; according to these typologies found, the adaptation strategies were compared to the effects of climate variability in the region, finding significant differences of practices related by type of property and management i.e. partial discharge are used by large producers as strategies of the farm in the dry season, purchase and supply of balance food as opposed to the small and medium producers as well unlike medium and small producers who use food banks based on forage grasses and pastures rented to supplement the food while resting the pasture.

The pasture conditions found in the area of study were: 12% of the middle basin pastures have a poor and very poor condition, the 37% in fair condition, 47.3% in good condition and only 3.14% in best condition. Pastures in good and optimal conditions that add the 43.1% of the lands studied, belong to large and medium producers, the remaining area is distributed in the tree typologies. In general, the state of the average basin is regular (3,4).

The analyses of the strategies of adaptation of climate variability found according to the typology of farm, where the fodder banks from cutting grass and scattered paddocks trees are provided from small and medium producers and large producers complement concentrate feeding, while some perform reduced herd size, could provide an overview of the capabilities that producers respond to the need for food and the effect on the pasture condition.

Based on the results, in the middle basin of the river Jesus María, the producing cattle raisers stop producing between 63 and 312 kg of milk by ha / year, in the case of meat between 9 and 140 kg meat / ha / year, for good and very poor condition in relation to the respective optimum, which is associated to deficiencies in the establishment and management of the pastures on the farms. This reduction in the productivity can cause economic losses to the level of the middle basin and us\$ 179,865.9 and us\$ 308,294.5 per year for the settings of milk and meat respectively. Which can improve if the producers carry out a management plan that includes both the recovery of pastures as the adjustment of the stocking rates to forage availability, occupation period of the pasture, according to balance stocking and availability, increased of the rest period and when rehabilitation is not possible the rehabilitation (poor or very poor condition) conduct the renewal of pastures. Moreover, in many cases the pastures in poor or very poor condition, is necessary to value the potential of use of said area for the release of areas for conservation that permit to contribute to the ecosystem services generation (water, biodiversity and carbon) that are keys for the adaptation and mitigation to climate change of agricultural lands. Also, it will be important to implement best practices of soil conservation in the uses intended for production in areas not suitable for such use.

**Keywords:** Climate change adaptation, condition of pastures, water erosion, sustainable farming, economic impact, farm typology, land uses.

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables explicativas del agrupamiento de la tipología de productores ganaderos en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica (n=57).....	32
Cuadro 2. Características generales por tipología de productores en la cuenca media del río Jesús María (porcentajes por columnas).....	33
Cuadro 3. Estrategias de adaptación durante la época seca en la cuenca media del Río Jesús María .....	36
Cuadro 4. Descripción de los indicadores evaluados para condición de pastura y escalas de evaluación.....	47
Cuadro 5. Distribución de área de pasturas según condición encontrada en la cuenca media del río Jesús María.....	51
Cuadro 6. Distribución de la condición de pasturas según la tipología de finca.....	52
Cuadro 7. Análisis de correlación entre los indicadores de condición de pastura e indicadores de erosión, variables biofísicas y manejo.....	53
Cuadro 8. Distribución de la pendiente por tipología de finca en la cuenca media del río Jesús María. ....	54
Cuadro 9. Distribución la pendiente de acuerdo con la condición de las pasturas.....	54
Cuadro 10. Condición de pasturas en la cuenca media del río Jesús María y la afectación por diferentes tipos de erosión.....	55
Cuadro 11. Medidas de resumen de las variables observadas (n=168).....	58
Cuadro 12. Producción de leche anual y pérdidas de ingresos brutos por condición de pasturas encontradas en la cuenca media del Río Jesús María.....	62
Cuadro 13. Producción de carne y pérdidas de ingresos brutos según la condición de pasturas encontradas en la cuenca media del Río Jesús María.....	63
Cuadro 14. Costo de las estrategias de rehabilitación y renovación según la condición de las pasturas.....	64
Cuadro 15. Costos de rehabilitación de pasturas por hectárea.....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación cuenca río Jesús María Costa Rica. (CATIE-GAMMA 2012).....	27
Figura 2. Tipologías de productores ganaderos encontradas en la cuenca.....	30
Figura 3. Datos climáticos de la zona, información mensual tomada de los últimos 10 años para las estaciones Orotina, Esparza y Atenas. Fuente IMN Instituto Meteorológico Nacional Costa Rica, 2011.....	34
Figura 4a y 4b = Distribución de pasturas y división de la cuenca media del río Jesús María . .....	44
Figura 5. Condición de la pastura por cantidad de semilla en la siembra (kg).....	59
Figura 6. Periodos de Ocupación y descanso según la condición de pastura.....	60

## LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

AGAINPA	Asociación de Ganaderos Independientes del Pacífico
CATIE	Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIP	Centro Internacional de la Papa
DIVMS	Digestibilidad In Vitro de Materia seca
FAO	Food and Agricultural Organization; Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura.
FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal
IMN	Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica
INTA	Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria
LIFE SIM	LIFE-SIM Livestock Feeding Strategies Simulation Models Software
M Cal	Mega Calorías
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica
MSD	Materia Seca Disponible
PC	Proteína Cruda
Pcc	Producción de carne en la cuenca
Plc	Producción de leche en la cuenca
PLS	Partial Least Square, mínimos cuadrados parciales
PV	Peso Vivo
SSP	Sistema Silvopastoril
UA	Unidad Animal

# 1. INTRODUCCIÓN

En Centroamérica los sistemas de producción son básicamente de tipo extensivo, la dedicación a la ganadería se realiza de manera tradicional, donde la producción y la calidad de forrajes disponibles son bajos por unidad de superficie, largos períodos de ocupación y pocos de descanso, sobrepastoreo y cargas animales sin tener en cuenta la topografía del lugar, ejercen presión sobre la pastura y el suelo, este patrón de manejo inadecuado ocasiona degradación de pasturas que a la larga conlleva a la reducción en la productividad de las pasturas y posteriormente a la vulnerabilidad hacia la erosión del suelo (Argel 2000, Blanco 2008 y 2011).

Consecuencia de ello, se ocasiona el sobrepastoreo, lo cual con el tiempo conlleva a la reducción de la biomasa y la diversidad de los organismos asociados a los pastizales que finalmente ocasiona la degradación de la pastura.

Degradación de las pasturas se ha definido como "el cambio negativo en las condiciones de los pastos, asociado con cambios negativos ecológicas y ambientales, o simplemente como una disminución en la calidad de la pastura que conduce a una reducción de la productividad de los animales. La degradación puede ser una reducción de la cobertura vegetal o la fertilidad del suelo, una pérdida de la cobertura de forrajes deseables o la invasión de especies indeseables o malezas como se conocen comúnmente (Szott et al. 2000). Baja productividad de las pasturas y la deforestación son problemas graves en América Central.

La dimensión del impacto, se ha medido en estudios como el de Holmann et al. (2004) quien estimó la percepción de extensionistas y productores encontrando como resultados que Honduras estaba dejando de producir 48.721 TM de carne, solo por pérdida de productividad de las pasturas que presentan niveles altos de degradación, equivalente al 37% de la producción de carne del país. En términos económicos, estas pérdidas en producción de carne equivalían a US\$ 48 millones anuales, el costo de rehabilitar pasturas de altos niveles de degradación ascendía a 52% de los ingresos anuales que se estaban dejando de percibir, presentando un comportamiento similar para la producción de leche.

De la misma forma, Betancourt et al. (2006), en estudios bio económicos de degradación de pasturas en Petén, presenta un incremento gradual en las pérdida de ingresos por aumentos de degradación, presentando una capacidad productiva de apenas el 25% en pasturas con nivel de degradación severo, en comparación con las pasturas que no presentan degradación.

Se estima que el 26% del uso de la tierra en Costa Rica está dedicado a la ganadería, en la cuenca del río Jesús María, las pasturas son el 37,3% (FONAFIFO-CATIE 2011), mucha de estas pasturas están establecidas en terrenos que deberían tener otros usos o

que provienen de la deforestación de bosques, Kaimowitz (1996) esta pérdida de cobertura de bosques por la sustitución con cultivos y pasturas tiene importantes consecuencias para las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Y se considera, podrían aumentar su vulnerabilidad a los procesos de degradación. (Blanco et al. 2011).

Los objetivos de este estudio fueron: analizar la tipología de finca para conocer las diferentes estrategias y toma de decisiones frente a los efectos de la variabilidad climática y de esta manera, caracterizar las condiciones de las pasturas en la cuenca media y los principales factores que los determinan, así como el impacto económico que éstos presentan en los ingresos brutos de las familias ganaderas por condición de la pastura y por lo tanto, que sirvan de insumo para la toma de decisiones sobre el uso de la tierra y optimizar la actividad en la región.

## 1.1 **Objetivos del estudio**

### 1.1.1 **Objetivo General**

Evaluar el impacto económico de las pasturas degradadas para el desarrollo de usos sostenibles de la tierra en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica.

### 1.1.2 **Objetivos específicos**

- Caracterizar las fincas ganaderas de la cuenca media del río Jesús María y conocer su relación con las estrategias de adaptación a la variabilidad climática (época seca).
- Evaluar la condición de pasturas dominadas de *Brachiaria Brizantha* y su impacto económico en los ingresos brutos de los productores ganaderos en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica.

## 1.2 **Preguntas de estudio**

¿Cuáles son las tipologías de productores que se destacan en la cuenca media del río Jesús María?

¿Cómo se define la toma de decisiones frente a la época seca en la producción de carne y leche?

¿Cuáles son los estados de degradación existentes en la cuenca media del Río Jesús María?

¿Qué características permiten diferenciar y describir los diferentes estados de degradación de pasturas en la zona de estudio?

¿Cuál es el impacto económico de los distintos estados o condiciones de las pasturas en la cuenca media?

## 1.3 MARCO CONCEPTUAL

### 1.3.1 Ganadería y degradación de pasturas

La alternativa final que toman algunos agricultores cuando ya sus tierras se encuentran desgastadas y explotadas es la ganadería, actividad que actualmente presenta un creciente interés por la alta demanda de proteína animal y subproductos en el mercado y, sumado al acelerado incremento de la población mundial, cada vez será más relevante la explotación de la misma. Razón por la cual, la ganadería causa bastante preocupación e interés por formuladores y decisores de políticas, investigadores, conservacionistas y socio economistas, ya que el modo de satisfacer dichas demandas es mediante la sobreexplotación y cambio de uso de la tierra (Steinfeld 2006).

Las pasturas de *Brachiaria* tienen una importancia en la alimentación animal ya que han permitido lograr incrementos significativos de la productividad ganadera en muchos países de la región por su adaptabilidad (Holmann et al. 2004) tan solo en Brasil se han establecido entre 30 y 70 millones de hectáreas (Miles et al. 1998). Es ampliamente conocido que las pasturas mejoradas incrementan sustancialmente la producción ya que presentan mayores cantidades de materia seca por hectárea y responden positivamente en algunos casos de extrema sequía e inundaciones.

La producción ganadera se ve debilitada cuando las pasturas no están aportando los nutrientes esperados, esto ocasiona baja disponibilidad de forraje y en las épocas críticas este problema hace que el productor recurra al sobrepastoreo lo que disminuye con el tiempo la capacidad productiva de la misma.

La degradación de los suelos, ha sido definida como una reducción temporal o permanente de la capacidad productiva en un agro ecosistema determinado. En el caso de las pasturas, la degradación está directamente relacionada a prácticas no apropiadas (Spain y Gualdrón 1991). Es un proceso evolutivo de la pérdida de vigor de productividad y de capacidad de recuperación natural de las pasturas, para poder sostener los niveles de producción y calidad requeridos por los animales y superar efectos como plagas, enfermedades, malezas, etc., situación que reduce la producción de forrajes en la pastura, causando una producción más baja de leche y carne, lo cual, a su vez, reduce los ingresos de la actividad ganadera. Además, pueda afectar a los servicios eco sistémicos, como por ejemplo, los servicios relacionados con el almacenamiento de carbono orgánico en el suelo y la provisión de agua (Nieuwenhuyse et al. 2011<sup>1</sup>).

---

<sup>1</sup> Nieuwenhuyse, A.; Aguilar, A. 2011. Com.pers. ¿Como evaluar la condición de pasturas en Centro América, (Inédito) CATIE andreas.nieuwenhuyse@gmail.com

Una pastura esta degradada cuando:

- Se presentan procesos erosivos del suelo, lo cual deteriora la capacidad productiva de la tierra a mediano o largo plazo y generalmente es irreversible.
- Las fuentes naturales de agua dentro de la pastura están siendo afectadas por erosión de los cauces, por contaminación con sedimentos y con materia fecal del ganado, o porque el caudal disminuye y/o se hace más irregular.
- Se presenta disminución en la cobertura del suelo, hay presencia de manchas de suelo desnudo o malezas. Esto afecta la productividad de la pastura y aumenta el riesgo de que se presente erosión hídrica, pero son reversibles, ya sea a través de un mejor manejo de la pastura existente, o mediante una renovación de la misma.
- El vigor o la composición de las especies forrajeras de la pastura no son óptimos. (Nieuwenhuyse et al. 2011)

### 1.3.2 Factores que causan degradación de pasturas

En algunas pasturas degradadas, existe una reducción de nutrientes y de materia orgánica del suelo, así como una disminución en la capacidad de transporte y retención de agua en el perfil del suelo, existen varias razones que las pueden derivar: la introducción de especies forrajeras no adaptadas a las condiciones de una determinada región, el mal manejo de las pasturas como el pastoreo excesivo, la compactación del suelo, la erosión, establecimiento en zonas con suelos frágiles por sus altas pendientes por ejemplo; quema incontrolada y frecuente, y por ultimo agotamiento de nutrientes en el suelo. (Spain y Gualdrón 1991, Giraldo 1991).

#### 1.3.2.1 Biofísicas

La precipitación es el factor climático con el que más se ha relacionado la producción de forraje. Autores como Giraldo et al. (1995) han encontrado que la disponibilidad o producción de biomasa de pasto es mayor en la época lluviosa que en la época seca. Su influencia es conocida en la composición botánica y la productividad de las pasturas cuando se acompaña de presencia de especies gramíneas y leguminosas las cuales aumentan cuando hay incrementos en la precipitación (Garden et al. 2001).

Blanco, (2008) encontró en sus estudios realizados en las altas montañas del sur de España, que los factores que mayor influencia presentan con compactación del suelo causada por el pastoreo fueron el carbonato de calcio, encontró que la pendiente es uno de los mas importantes y la relaciona la pendiente como uno de los principales

#### 1.3.2.2 Manejo

Las pasturas de especies de *Brachiarias* suelen degradarse con el tiempo, de manera que paulatinamente, su productividad disminuye y las malezas las invaden (Fisher y

Kerridge 1998). En consecuencia, con la presencia de varios factores que lo intensifiquen, las malezas y plagas aumentan la degradación de una pastura por competencia de nutrientes y una pastura degradada permite una mayor dispersión de malezas por pérdida de vigor. Fallas en el establecimiento, sobrepastoreo, compactación del suelo, uso nulo o muy escaso de fertilizantes, prácticas de labranza inadecuadas, carencia de métodos de conservación de suelos y ausencia de leguminosas, uso del fuego y en ocasiones el sub pastoreo (Días-Filho 2005).

La carga animal es la capacidad de un área determinada para mantener al animal de forma productiva y constante; determina la utilización eficiente de los pastos y la producción por unidad animal y unidad de superficie. El potencial productivo de especies naturales es menor que el de las especies introducidas (Maldonado y Velásquez 1994), por lo tanto, la capacidad de soporte de estas pasturas siempre será menor que en las especies mejoradas (Pereira y Batista 1991) Una carga animal alta tiende a reducir la disponibilidad de pastos (Ramos 1987, Ibrahim 1994).

La elección de la carga animal en determinada área define según 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).

Las pasturas son el alimento básico para el ganado en el trópico, cuando su calidad es baja, en las regiones con épocas secas prolongadas se puede presentar escasez de alimento. Las leguminosas y gramíneas mejoradas de alta calidad tienen potencial para aumentar la producción de carne (Lascano y Estrada 1989) y leche (González 1992), alcanzándose en el caso de la leche una respuesta mayor (aumentos hasta de 3 l/ vaca por día) con animales de alto potencial (Lascano y Ávila 1991).

### 1.3.2.3 **Degradación del suelo**

Los sistemas ganaderos extensivos y semi extensivos aprovechan directamente las pasturas en el mismo medio en el que se encuentran. Por lo tanto, el suelo es el soporte físico donde se desarrolla la acción del pastoreo. Esta actividad no pasa inadvertida sobre las propiedades de los suelos sobre los que se desarrolla. En este sentido, cabe destacar el impacto directo que produce la acción de la pezuña de los animales al transitar por el suelo. La presión que ejerce la pezuña, a través del peso del animal y de la propia acción de caminar, provoca sobre el suelo una alteración de la estructura por compactación (Pérez y Díaz-Fierros 1988).

Los movimientos en masa como deslizamientos y derrumbes, provocan una importante e inmediata inestabilidad de la tierra, destruyen cultivos, reducen la superficie de tierra disponible para las actividades agropecuarias, esto es provocado principalmente por la geología y el clima, si hay presencia del animal se intensifica aún más.

La erosión en surcos y cárcavas. Los surcos son provocados por la escorrentía de agua (lluvia) que no logra infiltrarse en el suelo, esta se concentra según las ondulaciones naturales o artificiales en arroyos que paulatinamente van arrastrando material hasta su formación. Su presencia puede ser temporal y cuando el surco toma un mayor tamaño, se forma una cárcava, (profundidad mayor a 25 a 50 cm).

La erosión laminar es el arrastre de suelo y partículas como hojarasca y estiércol provocado por el impacto del goteo del agua de lluvia. La pérdida de suelo ocurre cuando la cantidad de agua lluvia es tan grande que no puede infiltrar en el suelo y fluye encima de la superficie como una delgada capa de agua que arrastra partículas de suelo, lo cual va reduciendo la fertilidad natural del suelo.

Sin embargo, al continuar por mucho tiempo estos efectos, terminan por dejar la parcela o potrero con poca o ninguna capacidad productiva al perder la capa fértil del mismo. Esto ocurre con mayor frecuencia en terrenos con pendientes, pero se debe tener en cuenta que en ellos, se encuentra presente la erosión como parte de un proceso natural aunque estén bosques establecidos, por tal razón el uso de malas prácticas agropecuarias como las mencionadas anteriormente, acentúan estos tipos de erosión. (Blanco et al. 2011)

Después de un período más o menos prolongado de utilización de las pasturas, es posible que ocurran cambios importantes en la estructura física del suelo. La compactación, aumenta la escorrentía y el arrastre de partículas, disminuye el desarrollo de raíces y la extracción de nutrientes que se encuentran a mayor profundidad en el suelo (Hoyos et al. 1995).

Reducción en la fertilidad del suelo, alta presión de patógenos, estrés de humedad (exceso o déficit), agresividad de plantas invasoras, inundaciones, quemadas provocadas o accidentales, etc.).

La deficiencia en fertilización de los suelos, por ejemplo, señalada como una de las principales causas de degradación de pasturas, aunque aún no se ha encontrado una relación directa entre los parámetros de fertilidad del suelo y los grados de degradación (De Oliveira et al. 2004; Müller et al. 2004).

El pastoreo a menudo resulta en compactación del suelo debido al peso de los animales y las fuerzas mecánicas que el ganado aplica. La compactación del suelo puede tener consecuencias negativas, tales como la reducción de la infiltración de la lluvia, lo que conlleva a una mayor erosión del suelo y la degradación de la cobertura de vegetación herbácea (Bouman et al. 1999; Blanco et al. 2008, 2011).

#### 1.3.2.4 **Factores Socioeconómicos**

La evaluación de las tierras para uso ganadero se realiza solamente teniendo en cuenta la capacidad del suelo para alimentar al ganado, expresada como la cantidad de vegetación que existe para alimentar una cantidad de animales y la cantidad de alimento que requiere dicho animal. No se tiene en cuenta la sostenibilidad ambiental, ni el proceso de degradación de la pastura en el tiempo (Blanco 2008).

Las políticas económicas que desestimulan el desarrollo ganadero sostenible (ausencia de créditos, incentivos, capacitación), 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).

#### 1.3.3 **Impacto de la degradación:**

En todo territorio ganadero las pasturas mejoradas presentan diferentes estados de degradación, lo cual es importante conocer para estimar la magnitud del impacto en la productividad animal y a nivel ambiental. Asimismo, conociendo las causas de la degradación, permite definir las estrategias para superar esta problemática.

La degradación de pasturas tiene serias consecuencias: reduce primero los rendimientos de la producción animal (menor producción de leche y carne), incrementa luego los costos de producción (compra de concentrado para suplementar la escases de alimento, etc.) y por ello contribuye finalmente a fomentar la escasez de los productos que necesitan los consumidores rurales y urbanos (menor oferta en el mercado). De otra parte, las pérdidas de agua, suelo y de residuos vegetales, causadas por la erosión y la escorrentía, tienen un impacto negativo en las fincas, en las corrientes y reservorios de agua, en las carreteras, etc.

Estos procesos de degradación se reflejan en baja productividad por disminución en los rendimientos de la producción animal, incremento de los costos de producción y fomento de la escasez de los productos en el mercado; pérdida de la fertilidad; deterioro de las condiciones físicas y biológicas de los suelos; baja producción de biomasa; baja carga animal por tanto baja producción de carne y leche por hectárea y ampliación de la frontera de producción hacia zonas ambientales frágiles (FAO 2006).

#### 1.3.4 **Construcción de una tipología de productor**

Las tipologías son una forma de representar la diversidad de los sistemas agrícolas y unidades de producción en una región determinada. Un análisis de tipología se puede realizar mediante dos tipos de métodos: (i) el método positivo basado en el análisis estadístico de las encuestas de granja y (ii) el método constructivista donde se

construyen las tipologías a partir del conocimiento basado en la experiencia y luego es validado por análisis estadísticos (Poussin et al. 2008, Leos-Rodríguez et al. 2008).

#### 1.4 BIBLIOGRAFIA

- 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 Jose, CR 334 p.
- Blanco, R. 2008. La evaluación de la vulnerabilidad del suelo a la degradación por uso ganadero en espacios montañosos. Análisis metodológico. Estudios Geográficos Málaga, ES. 264, 51-80.
- Blanco, R.; Nieuwenhuysen, A. 2011. Influence of topographic and edaphic factors on vulnerability to soil degradation due to cattle grazing in humid tropical mountains in northern Honduras. Elsevier 86.(2) B.V; Málaga ES. 130-137 p.
- Bounman, B; Nieuwenhuysen, A. Ibrahim, M 1994. Pasture degradation and restoration by legumes in humid tropical Costa Rica. Tropical Grasslands. CR. V33. P98-110
- 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 Brazilian Cerrado to chemical fertilization. BR, Pasturas Tropicales. 23 (1): 14-18
- Días-Filho, M.B. 2005. Degradacao de pastagens: Processos, causas e estrategias de recuperacao. 2da. Ed. EMBRAPA Amazonia Oriental. Belem, BR. 173 p.
- FAO. 2006. Políticas Pecuarias 03: Ganadería y deforestación. Consultado el 18 de junio 2008. Disponible en [http://www.fao.org/ag/AGInfo/resources/documents/polbriefs/03/ES/AGA04\\_ES\\_04.pdf](http://www.fao.org/ag/AGInfo/resources/documents/polbriefs/03/ES/AGA04_ES_04.pdf)
- Fischer, M.; Kerridge P.C, J. 1998. Agronomía de las especies de Brachiaria. In Brachiaria: biología agronomía y mejoramiento. Eds Miles, JW, Maass, Bl do valle, CB. CIAT, Cali, CO. P 46-57
- Garden, D.L.; Dowling, P. M.; Eddy, D.A.; Nicol, H. I. 2001. The influence of climate, soil, and management on the composition of native grass pastures on the central, southern, and Monaro tablelands of New South Wales. Australian Journal of Agricultural Research. AU, 52: 925-936 p.
- Giraldo L.V. 1991. Evaluación bajo pastoreo de la gramínea Brachiaria brizantha CIAT 6780 establecida sola o en asocio con Arachis pintoi CIAT 17434, manejadas bajo dos

cargas animales en el trópico húmedo de Costa Rica. Thesis Mag. Sc. Turrialba, C.R, CATIE

- \_\_\_\_\_; Botero J.; Saldarriega J.; David P. 1995. Efecto de tres densidades de arboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril natural, en la región Atlántica de Colombia, *Agroforestería en las Américas*, CR, 8(4): 14-19.
- Holmann, F; Argel, P; Rivas, L; White, D; Estrada, R.D; Burgos, C; Perez, E.; Ramírez, G.; y 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. Edición Alberto Ramírez P. Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Dirección de Ciencia y Tecnología (DICTA); International Livestock Research Institute (ILRI), 34 p. (Documento de trabajo No.196).
- Hoyos, A.; Palomar, M.L. y Hernando, J. (1995): “Génesis de un suelo desarrollado sobre material calizo”. *Anales de Edafología y Agro biología*. Tomo XXXVI, 3-4: Coruña, ES. 361-380.
- 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; Avila P. 1991. Potencial de producción de leche en pasturas solas y asociadas con leguminosas adaptadas en suelos ácidos. *Pasturas Tropicales*. 13 (3):2-10.
- Leos-Rodríguez, J.A., Serrano-Páez, A., Salas-González, J.M., Ramírez-Moreno, P.P., y Sagarnaga Villegas, M. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. MX 18p.
- Miles, J; Maass, B; DoValle, C. 1998. *Brachiaria: Biología, agronomía y mejoramiento*. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT No 295. CO. 312 p.
- Murgueitio, E; Muhammad, I; Ramirez, E; Zapata, A; Mejía, CE; Casasola, F. 2004. Land use on cattle farms. Guide for the payment of environmental Services. CATIE. Cali, Colombia. 56 p.
- Muller, M.M.; Guimaraes, M.F.; Desjardines, T.; 2004. The relationship between pasture degradation and soil properties in the Brazilian Amazon: a case study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 103: 279-288

- Pezo, D; Ibrahim, M. 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, MX. 39 p.
- Pérez, R.; Díaz-Fierros, F. (1988): “Resistencia del suelo y susceptibilidad a la compactación en terrenos a monte sometidos a pastoreo”. Anales de Edafología y Agro biología. Tomo XLVII, 3-4, 547-560.
- Poussin, J.C.; Imache, A.; Beji, R.; Le Grusse, P.; Benmihoub, A. 2008. Exploring regional irrigation water demand using typologies of farms and production units: an example from Tunisia. *Agricultural Water Management*, 95 (8):973-983.
- Serrao, E.A.S; Toledo, J.M. 1989. Degradacion y rehabilitación de pasturas. En: C.E Lascano y J. Spain (eds.). Establecimiento y renovación de pasturas. En: VI Reunion del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropicales (RIEPT) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). P. 283
- Spain, J. y Gualdrón, E. 1991. Degradacion y rehabilitación de pastures. In Lascano C.E.; Spain J.m. eds. Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. VI Reunion del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluacion de Pastos Tropicales (RIEPT) Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). P. 268-283
- Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M.; De Haan, C. 2006. *Livestock’s long shadow*. Roma, IT, FAO 391 p.
- Szott, L.; Ibrahim, M.; Beer J. (2000). The Hamburger connection hangover: Cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. *Tropical Agriculture Research and Higher Education Center (CATIE)*, Turrialba, pp. 71.

## **2. Capítulo 1. Estrategias de adaptación al cambio climático por los productores ganaderos en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica**

**Autores:** M.F. Benavides<sup>1</sup>, C. Villanueva<sup>2</sup>, D. Tobar<sup>2</sup>, M. Ibrahim<sup>2</sup>, A. Nieuwenhuys<sup>2</sup>, J. Robalino<sup>3</sup>.

<sup>1.</sup> Escuela de postgrado CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>2.</sup> Programa de Ganadería y Manejo del Ambiente (GAMMA)- CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>3.</sup> Investigador Maestría de Socio Economía Ambiental.

### **2.1 Resumen**

Se realizó una caracterización de fincas ganaderas con el fin de identificar las estrategias de adaptación a la variabilidad climática que los productores realizan, para mantener la producción ganadera durante la época crítica de alimentación animal (época seca) en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica. Se identificaron tres grupos de fincas: grandes, medianos y pequeños, las cuales se caracterizaron por el tipo de manejo de la finca (propietario o administrador), mano de obra contratada, carga animal, venta de ganado en la época seca, usos de la tierra.

Dependiendo de la tipología, los productores toman decisiones para desarrollar sus actividades y a la vez diseñar estrategias de adaptación a la variabilidad climática como el uso de bancos forrajeros, de pollinaza en las fincas pequeñas, mientras que los productores medianos y grandes tienden a comprar concentrados para suplementar la alimentación durante la época seca y/o vender parte del hato debido a que en época seca disminuye la productividad del pasto y por tanto no pueden mantener la misma carga animal. Lo que evidencia que los productores toman diferentes acciones y decisiones para mantener o disminuir la producción de carne y leche durante la época seca dependiendo de los recursos disponibles y el enfoque productivo.

**Palabras clave:** tipología de finca, adaptación a la variabilidad climática, ganadería sostenible, usos de la tierra.

### **2.2 Introducción**

La pérdida de biodiversidad, degradación del suelo, la contaminación de las aguas y del medio ambiente, son impactos negativos atribuidos a la producción ganadera; esto ha contribuido a que se analice esta actividad de manera más detallada, con el fin de mitigar estos impactos y permitir que la ganadería pueda crecer sin perjudicar el medio ambiente (Steinfeld 2006) Teniendo en cuenta que la actividad ganadera no ha

disminuido antes por el contrario, se espera que continúe creciendo en los próximos años; es de gran importancia conocer los contextos socio-económicos de quienes dirigen la actividad (propietarios y administradores de fincas), relacionados con la toma de decisiones de la producción ganadera, manejo de pasturas y los recursos naturales de la finca como bosque y agua, entre otros.

En Centroamérica la dedicación a la ganadería se realiza de manera tradicional, los sistemas de producción son básicamente de tipo extensivo, cientos de familias dependen total o parcialmente de la ganadería como fuente de ingresos y alimento, donde la producción y la calidad de forrajes disponibles son bajos por unidad de superficie, el precio de la carne y leche en el mercado son el principal motor en la toma de decisiones de producción, en lugar de realizarse basado en las capacidades uso de suelo del lugar. Este patrón de manejo ocasiona degradación de pasturas asociado principalmente al sobrepastoreo que conlleva a la reducción en la productividad de las pasturas (Argel 2000).

En Costa Rica, la ganadería ocupa alrededor del 26% del territorio (1.200.000 ha) y tiene una participación en el PIB del 14.7% que contribuye directamente en los medios de vida de 153.000 familias e indirectamente en más de 300.000 familias (MAG-CATIE 2010). A pesar de la importancia socioeconómica de la actividad ganadera, existen fuertes impactos ambientales relacionados con el predominio de dichos modelos tradicionales de producción ganadera. La cuenca del río Jesús María, una de las cuencas más degradadas de Costa Rica, presenta un 19,6% de sobreuso de sus tierras y un 16 % con señales de sobreuso severo debido, principalmente, al uso ganadero en áreas que deberían estar bajo cobertura boscosa (cuenca media y alta), mientras que el 10 por ciento de la tierra está subutilizada (CADETI 2004).

Los análisis por tipologías permiten caracterizar las fincas, el manejo, prácticas agrícolas y pecuarias así como las similitudes entre sí, por tanto esta comprensión permite poder entender como los productores manejan los sistemas de producción e identificar las estrategias de manejo para afrontar la variabilidad climática en la época seca (época crítica para la alimentación del ganado). Dufumier (1990), indica que en una misma región los productores presentan distintas condiciones sociales y económicas lo cual influye en las decisiones para innovaciones al interior de las fincas y que se refleja en los indicadores de crecimiento y productividad.

El conocer las estrategias de adaptación que toman los productores ganaderos según su tipología, frente a problemas que afectan la productividad como son la variabilidad climática (lluvias intensas, veranos prolongados, vientos frecuentes), condición de pasturas, y erosión del suelo relacionada con los efectos de la ganadería y pastoreo; permitirá establecer medidas de apoyo al productor en la diversificación de la producción, validación y sistematización de las mismas.

En la región, las pasturas están degradadas en un 30% (Szott et al. 2000); lo cual se puede interpretar en que existe una disminución significativa en ingresos esperados por la actividad o pérdidas económicas y ambientales de considerable magnitud, ya que esto influye en la productividad de la finca y generación de servicios ambientales. No obstante, tecnologías como los sistemas silvopastoriles, contribuyen a mejorar la producción animal y conservación de los recursos naturales de las fincas ganaderas, a la vez que permiten al productor adaptar y afrontar situaciones difíciles como la época seca donde no hay suficiente alimento.

El presente estudio tuvo como objetivo clasificar las fincas según sus condiciones biofísicas y socioeconómicas en la cuenca media del río Jesús María e identificar las medidas que han implementado los productores para la adaptación a la variabilidad climática enfocada a sequías prolongadas que se presenta en la región.

### 2.3 Materiales y métodos

El estudio se realizó en la cuenca media del río Jesús María, que posee una superficie aproximada de 352,8 km<sup>2</sup> comprende los cantones de Esparza y Montes de Oro de la provincia de Puntarenas, además de San Mateo, Orotina y San Ramón de la provincia de Alajuela. Se sitúa entre las coordenadas 84° 34'48" W y 9° 57'36" N y alturas comprendidas entre 170 msnm y 850 msnm (Figura 1).

En la cuenca, se distinguen tres zonas de vida Bosque húmedo pre montano transición a basal (bmn-P6); bosque húmedo tropical de transición a per húmedo (bh-T2); y bosque húmedo tropical (bh-T). La temperatura promedio es de 24.8°C, la humedad relativa es de 71.5%, Con una precipitación media de 2780 mm/año y variaciones de 2200 a 3300 mm/año, en la cuenca media es de 2600 mm. La distribución de la precipitación es de 91% entre los meses de mayo a noviembre y el 9% restante se registra entre los meses de diciembre a abril, presenta una evapotranspiración de 1,000 a 1,200 mm (FONAFIFO-CATIE 2011).

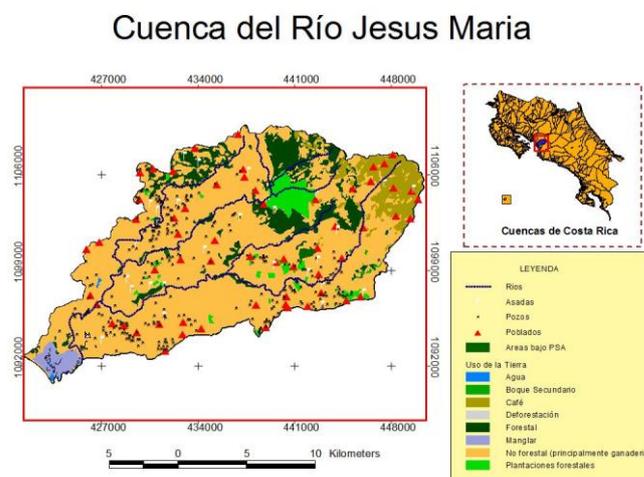


Figura 1. Ubicación cuenca río Jesús María Costa Rica. (CATIE-GAMMA 2012)

### 2.3.1 Selección de fincas y encuesta

Se realizó una encuesta a 57 productores al azar tomando en cuenta la base de datos de los productores de la región del MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería) e INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria), y la base de datos del Programa de Vigilancia Epidemiológica del Gusano Barrenador del Ganado del año 2007. Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección de los productores fueron: 1) productor ganadero con un área mayor a dos hectáreas y con un mínimo de 5 cabezas de ganado; 2) finca ubicada dentro de la cuenca media del río Jesús María con rango de alturas entre 170 y 850 msnm. La encuesta tomó variables biofísicas, socioeconómicas, productivas, ambientales y las medidas para hacer frente a la sequía con el fin de tipificar los productores en la región, previamente los formatos de la encuesta fueron validadas en campo con diferentes productores y actores del MAG e INTA, con el fin de ajustar detalles como duración de la misma y lenguaje utilizado.

### 2.3.2 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de conglomerados utilizando las variables tanto cuantitativas como cualitativas; medida de distancia *Gower* y algoritmo de agrupamiento *Ward*. Para identificar las variables cuantitativas que separaron los grupos, se realizó un análisis de la varianza no paramétrica por medio de la prueba de *Kruskall Wallis*, y en el caso de las variables cualitativas se realizó tablas de contingencia, cuya prueba de hipótesis fue una  $\chi^2$  de máxima verosimilitud (Balzarini et al. 2008).

## 2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.4.1 Características socioeconómicas

De las 57 encuestas realizadas, el 94% son del género masculino, es decir que las decisiones para invertir en la finca son tomadas principalmente por los jefes de hogar (género masculino). Respecto a la edad, los propietarios de las fincas están entre 28 y 80 años siendo el rango con mayor frecuencia el de 45-62 años con el 59%. En cuanto a la formación; el 8% no cuenta con ninguna educación, con estudios de primaria completa y sin terminar el 53%, con secundaria completa y sin terminar el 12% y finalmente, con estudios técnicos y universidad el 27%. También, el 90% de los encuestados son propietarios y de estos el 43% manejan directamente sus fincas, el restante 57% contrata administrador, quien es en estos casos, la persona que toma las decisiones básicas con respecto al manejo de ganado y pasturas. Los administradores de finca tienen el 46% primaria incompleta, el 50 % primaria completa y solo el 4% presenta estudios de universidad.

Respecto a otras actividades fuera de la finca (propietarios), el 33% es comerciante; el 19% tiene otros empleos los cuales van desde guarda de seguridad medio tiempo, conductor o transportista, profesional en medicina y comerciante; y un 46% se dedica exclusivamente a su finca. Han tenido capacitación y asistencia técnica en temas como: rotación de cultivos y manejo de plagas, durante los últimos 5 años pero solo el 11% en temas relacionados con ganadería como: gusano barrenador, nutrición animal, fabricación de silos y manejo de pasturas.

### 2.4.2 Tipologías de fincas

Se identificaron tres grupos de productores (Figura 2), los cuales se diferencian por nivel educativo del productor, presencia de administrador, tiempo de dedicación a la actividad ganadera, contratación de mano de obra, área dedicada a pasturas, área dedicada a bosque, sistema de producción, si el productor vive o no en la finca, toma las decisiones en la finca, infraestructura y carga animal (Cuadro 1).

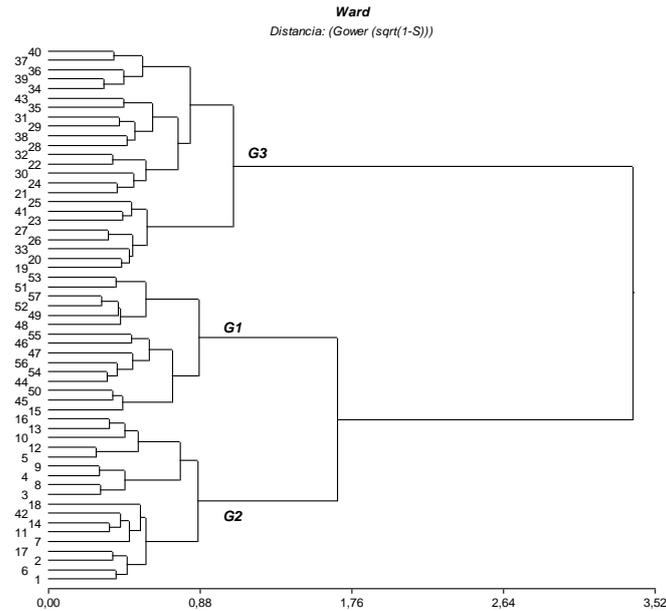


Figura 2. Tipologías de productores ganaderos encontradas en la cuenca.  
Donde G1=fincas pequeñas, G2=Fincas medianas, G3= Fincas Grandes

#### 2.4.2.1 Grupo 1: Los productores pequeños.

Los productores pequeños presentes en la zona, son personas con bajo nivel de estudios. Reside en la finca con su familia, lo que explica que dedica la mayor parte de su tiempo a la ganadería (62%), se distingue entre los demás grupos, por el predominio del sistema de producción leche (77.8%) con relación a la producción de carne (10%); la escasa contratación de mano de obra, proviene del grupo familiar para realizar chapias y control biológico durante 1 o 2 semanas del año.

Presentan una infraestructura para el uso de la ganadería en malas condiciones debido a la falta de mantenimiento y adecuación de corrales, manga, comederos y bebederos, no cuenta con maquinaria y equipo que puede deberse a los bajos recursos en finca, tamaño del hato reducido y baja capacidad de inversión y por tanto baja contratación de mano de obra.

Este grupo de productores son los que según la proporción a las condiciones de cada tipología, presentan mayor área dedicada a cultivos agropecuarios (maíz, caña, yuca, plátano, mango, entre otros) utilizada para autoconsumo y alimentación de ganado; presenta menor porcentaje de bosque que los demás grupos. Los productores manejan una carga animal media con relación a los demás grupos de 1,11UA ha/año (Cuadro 2). La toma de decisiones la realiza el propietario y el 55% de los ingresos de la finca son aportados por la actividad ganadera (leche, queso y carne en menor proporción), el restante 45% lo obtiene de jornales externos como guarda de seguridad, conductor y trabajo en otras fincas.

La base de la alimentación complementaria para el ganado es la pollinaza, y banco forrajeros de gramíneas (pasto de corta y/o caña) y en los potreros mantienen árboles frutales como mango (*Mangifera indica*), jocote (*Spondias purpurea*), marañón (*Anacardium occidentale*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), y coyol (*Acrocomia aculeata*), adicionalmente estos árboles ofrecen sombra durante el verano y son una alternativa para ofrecer a los animales frutos como fuentes de alto valor alimenticio y de bajo costo en la época seca (Villanueva et al. 2007).

#### 2.4.2.2 **Grupo 2: productores medianos.**

Las fincas de tamaño mediano presentan un 29% de productores que viven en ella; presenta nivel intermedio de estudios: el 60% no tiene estudios, el 44% terminó primaria, el 29% secundaria y el 10% son universitarios y o técnicos. Este productor reside en su finca o cerca a ella, razón por la cual la toma de decisiones se realiza básicamente por el productor, aunque en una menor proporción el administrador entra a formar parte de las decisiones del manejo de la finca, solo el 4% contrata administrador y el 25% vende parte de su ganado en época seca para descansar la tierra hasta el inicio de invierno, presenta sistema de producción doble propósito (75%) y carne (37,5%), contrata mano de obra temporal.

Las instalaciones para el manejo del ganado se encuentran en buen estado, los productores le realizan mantenimiento y cuentan con mayores recursos para hacerlo, además presentan mayor diversificación de los ingresos de finca. Casi el 10% de la tierra es empleada para cultivos perennes como café, mango, marañón entre otros (Cuadro 2) que son cultivos comerciales por los que perciben algunos ingresos adicionales como producto de esta actividad. El 51% de los ingresos de la finca provienen de la ganadería (carne, doble propósito). El resto de ingresos proviene de venta de frutales, principalmente.

Los productores manejan una carga animal de 1,17 UA/ ha, la mayor entre los grupos; y ofrecen para alimentación: pollinaza, concentrados (soya-maíz), banco forrajeros de pasto de corta y/o caña y en los potreros mantienen arboles dispersos como frutales de mango, jocote, marañón, guanacaste y coyol.

Cuadro 1. Variables explicativas del agrupamiento de la tipología de productores ganaderos en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica (n=57).

<b>INDICADOR</b>	<b>Pequeños (n=15)</b>	<b>Medianos (n=18)</b>	<b>Grandes (n=24)</b>	<b>**n =57</b>
Vive en la finca* (%)	48,15	29,63	22,22	27
Sistema de Producción de Leche* (%)	77,78	NA	22,22	18
Sistema de Producción Doble Propósito* (%)	NA	75	25	16
Sistema de producción Carne* (%)	10,42	37,5	52,08	48
Contrata Mano de Obra* (%)	13,89	22,22	63,89	36
Administrador* (%)	0	4	96	27
Toma las decisiones del potrero el administrador*	NA	NA	100	26
Tiempo dedicado a la ganadería (%)	62 ± 4 b	62 ± 4 b	44 ± 3 a	
Importancia de la ganadería en los ingresos del productor (%)	55	51	32	57
Vende Ganado en época seca*(%)	12,5	25	62,5	24
Estudios del Productor *				
Sin estudios	20	60	20	5
Primaria	40	44	16	25
Secundaria	29	29	43	7
Universitarios	5	10	85	20
Carga Animal	1,20 ± 0,06 b	1,17 ± 0,05 b	0,98 ± 0,07 a	57

Prueba de Kruskall Wallis con  $p < 0,005$

\*Análisis de contingencia con  $p < 0,005$

\*\*n= numero de productores presentes dentro de la variable analizada.

### 2.4.2.3 Grupo 3: Grandes productores.

Por lo general los productores tienen diferentes ingresos por otras actividades (comercialización de productos maderables, bienes raíces, empleos, entre otros), la ganadería no es el principal rubro económico y no reside en su finca (vive en áreas metropolitanas como Heredia, Alajuela y San José). Contrata mano de obra permanente (administración y jornales) y su nivel de estudios es medio alto, de este grupo el 20% no tiene estudios, el 16% han terminado la primaria, el 43% secundaria y estudios universitarios el 29%; los administradores de esta categoría, el 95% cursó primaria y el 85% universidad, razón por la que se encuentran notorias diferencias con relación a las demás tipologías.

Predomina el sistema de producción de carne, la toma de decisiones de la finca principalmente la realizan los administradores. Este grupo posee buenas instalaciones en condiciones mediana y alta, así como disponibilidad de materiales y equipos para su mantenimiento.

Presenta menor cobertura arbórea en sus potreros, esta disminución va relacionada con las toma de decisiones enfocada para mejorar la rentabilidad y productividad de la finca sin tener en cuenta la conservación de los recursos naturales (López et al. 2007). Las especies que los productores dejan en regeneración natural desde la asignación de potreros, son empleadas para uso múltiple como el guanacaste (sombra y frutos), coyol y genízaro, principalmente. Poseen mayor área dedicada a cultivos comerciales (aguacate, palma, cítricos, marañón, mango) (Cuadro 2) y áreas establecidas para el manejo de plantaciones forestales de madera principalmente de Teca. Los productores manejan una carga animal de 0.84 UA/ ha y el principal sistema de producción es carne (75%) con algo de doble propósito y leche (12.5% cada uno).

El 32% de los ingresos de este grupo provienen de la ganadería (carne) esto puede deberse a que el productor no está presente y contrata el cuidado de la finca a terceras personas (administrador). La presencia de ingresos por otras actividades (68%), les permite tomar decisiones de inversión y/o venta cuando las situaciones son adversas, sin afectar los ingresos familiares. Ofrecen como dieta alimenticia para el ganado sal, concentrados (soya, maíz y coco), pollinaza y bancos forrajeros de caña.

Cuadro 2. Características generales por tipología de productores en la cuenca media del río Jesús María (porcentajes por columnas).

Categorías de uso	Productores			Total (ha)
	Pequeños (%) (n=15)	Medianos (%) (n=18)	Grandes (%) (n=24)	
Pasturas (%)	63,3	65,3	56,9	2.568,4
Agricultura (%)	16,6	9,6	12,9	565,4
Bosque y Tacotal (%)	20,2	25,1	30,2	1.268,6
TOTAL	100	100	100	4.402,4
No. promedio de potreros	6,3±1,01	5,67±0,56	9,84±1,32	

#### 2.4.1 Estrategias de adaptación a la variabilidad climática.

En la región prevalece la ocurrencia de eventos de extrema sequía y de lluvias prolongadas (6 meses), donde se observó algunas fincas con disminución en el cauce de sus ríos y quebradas, carencia de alimento (pasto nativo o naturalizado) para el ganado (Figura 3) e incremento en la compra de concentrados, esto conlleva a una baja productividad de la actividad pecuaria en las fincas (FONAFIFO-CATIE 2011), ocasionando que los productores busquen estrategias de adaptación para afrontar la variabilidad climática, estas dependen de la vigilancia en el comportamiento de ciertos patrones: clima, suelo, cultivos, agua y animales; con el fin de tomar medidas con suficiente antelación a la ocurrencia de los mismos, aunque no sean del todo predecibles (Pomareda 2009) se encontró que las mismas varían según el tipo de finca (Cuadro 3).

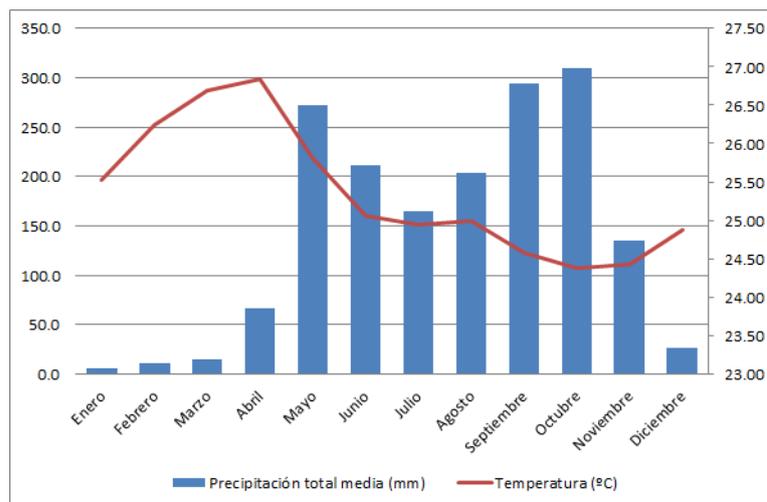


Figura 3. Datos climáticos de la zona, información mensual tomada de los últimos 10 años para las estaciones Orotina, Esparza y Atenas. Fuente IMN Instituto Meteorológico Nacional Costa Rica, 2011.

La caracterización de fincas, permite analizar la toma de decisiones del productor por tipología según las limitantes y oportunidades que se le presentan y comparar con el impacto que éstas tienen sobre la productividad, esto podría facilitar la identificación de acciones a desarrollar para mejorarla así como también los mecanismos de asistencia técnica que permitan una buena asimilación de tecnologías como el caso de los sistemas silvopastoriles. Por ejemplo, los productores pequeños que están ubicados en terrenos vulnerables (pendiente), necesitan acciones de revisión del uso potencial de la tierra que responda mejor a las condiciones del lugar y a los alcances del productor, la opción de no hacer nada o inacción, puede agudizar los problemas de degradación y erosión, lo cual va a repercutir en mayores costos de recuperación, renovación o cambio de uso (Holmann 2004).

#### 2.4.1.1 Estrategias identificadas en fincas de pequeños productores

Estos productores suplementan la dieta del ganado con pollinaza, bancos forrajeros de caña y maíz principalmente. Además, tienen en los potreros recursos arbóreos que producen frutos usados para la alimentación tanto del ganado como de las familias entre otros el coyol, jocote, guanacaste, y el mango (Villanueva et al.2007). Estos mismos árboles proveen sombra para mitigar el estrés calórico del ganado. Es de resaltar, que este grupo no descarga la finca en época seca y busca complementar la dieta con alimentos de menor costo como la pollinaza.

Se pudo observar que la práctica de sistemas silvopastoriles (SSP), además de consistir en una alternativa potencial para la adaptación al cambio y variabilidad climática permite reducir la presión a las pasturas que ayuda para que se mantengan en buena

condición y es una estrategia para la intensificación sostenible de sistemas ganaderos, especialmente pequeños y medianos.

#### 2.4.1.2 **Estrategias identificadas en fincas de medianos productores**

Algunos productores de este grupo durante la época seca suplementan la dieta con bancos forrajeros proteicos (cratylia, morera), compran concentrados (soya y maíz); tienen árboles en potreros que producen frutos y sombra para el ganado. Además, este grupo como parte de las estrategias de adaptación a la variabilidad climática (y fluctuaciones de precios de mercado de la ganadería) ha diversificado las actividades económicas en la finca con otros cultivos como caña, frijoles, maíz, sandía y melón, los cuales también le proveen residuos de cosecha que pueden ser usados en la alimentación del ganado (Casasola et al. 2009).

#### 2.4.1.3 **Estrategias identificadas en fincas de grandes productores**

La mayoría de productores de este grupo (62,5%) venden parte del hato ganadero para reducir la carga animal y facilitar el manejo basado en la disponibilidad de alimento en esta época, suministran concentrados considerando las necesidades de la finca, también manejan pasto de corte y caña aunque en menor cantidad que los demás grupos, por otro lado hay algunas fincas que están iniciando con la producción de bancos forrajeros de cratylia (*Cratylia argentea*), morera (*Morus alba*) y nacedero (*Trichanthera gigantea*) aun se encuentran en muy pequeñas proporciones, pero importante para observar estos cambios tecnológicos a futuro y su adopción.

Los productores grandes presentan una mayor variación en las estrategias de adaptación a la variabilidad climática. Por ejemplo, el 33% alquila pastos en verano; el 70% utiliza algún tipo de suplemento en época seca como por ejemplo: concentrado comercial, ensilaje de maíz, caña, pasto bancos forrajeros de gramíneas (caña de azúcar, King grass (*Pennisetum purpureum*), y de leñosas (cratylia -*Cratylia argénte*-, morera -*Morus alba*- y nacedero -*Trichanthera gigantea*-); y el 62% vende parte de su hato para reducir la carga animal y mantener una mayor disponibilidad de alimento durante la época de escasas de alimento.

La mayoría de fincas de este grupo se dedican al engorde de toretes, compran el ganado cuando está a mejor precio y los comercializan cuando las condiciones son apropiadas para optimizar los ingresos (época, precio de la carne en el mercado, aprovechamiento de los recursos de finca). Los productores de leche de este grupo pertenecen a diferentes cooperativas donde entregan diariamente su producción siendo la más representativa la empresa Dos Pinos S.A.

Puede existir relación con las estrategias usadas por las tipologías de fincas grandes, como el descargar parcial o totalmente la finca en época seca, es una práctica que ayuda a reducir la presión de la finca, de la misma manera, el incremento con un nivel importante de suplementación puede ser un agente de conservación de la calidad de la pastura por descanso y menor presión (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estrategias de adaptación durante la época seca en la cuenca media del Río Jesús María.

Estrategias de adaptación durante la época seca	Productores		
	Pequeños	Medianos	Grandes
Arboles en potreros	+++	+++	+
Alquiler de pasturas	+	++	+
Disminución del hato en época seca (venta)	-	-	+++
<i>Suplementación:</i>			
Pollinaza	+++	+++	+++
Bancos forrajeros (pasto corte)	+++	++	+
Ensilaje	-	-	++
Concentrados	-	+	+++

+++ Alta importancia ++ Mediana importancia + Baja importancia - No aplica

## 2.5 CONCLUSIONES

Existen diferencias entre los productores de fincas ganaderas, cada una de las tipologías encontradas, manejan algunos patrones para tomar sus decisiones que van ligados a su formación, recursos, componentes sociales y económicos, la importancia de analizarlos desde un punto de vista integral, a menudo ofrece alternativas para determinar las condiciones, factores y limitantes que motivan dicha toma de decisiones.

La identificación de estrategias de mejoramiento y planificación basada en una clara comprensión de las tipologías, permite garantizar la asimilación y adaptación de las mismas mediante propuestas de asistencia técnica, programas de incentivos y nuevas políticas de regulación.

Las estrategias de manejo y adaptación a la época seca encontradas en la cuenca media, ofrecen un panorama mas claro sobre la condición de pasturas al compararlas por tipología de finca, se puede concluir que los pequeños y medianos productores se caracterizan por suministrar alimentos provenientes de bancos forrajeros como pasto de corte y contar con árboles dispersos en potreros; los productores grandes complementan la alimentación con concentrados, a la vez que algunos realizan disminución del tamaño del hato; estas decisiones podrían afectar las causas de la degradación de las pasturas, como es el caso de los grandes productores que poseen mas del 50% de sus pasturas en buenas condiciones y son los únicos que presentan pasturas con óptimas condiciones, la disminución de la carga animal y suministro de concentrados; pueden ser una buena práctica para mejorar la condición de la pastura.

Los grandes productores invierten mayores recursos como el suministro de alimentos, renovación de pasturas y otras estrategias para mejorar la producción lo que ayuda a la condición de la pastura al disminuir la presión de la pastura, esto se refleja en la presencia de pasturas en buenas condiciones en éstas tipología.

## 2.6 RECOMENDACIONES

Los programas de desarrollo enfocados en ganadería sostenible, necesitan conocer las diferencias entre tipologías de finca, relacionadas con la toma las decisiones: reside el productor en finca o no, cantidad de mano de obra que contrata, tiempo dedicado a la ganadería, tipo de sistema de producción, diversificación de la finca, así también como el nivel de estudios del productor y administrador son algunas variables que definen las estrategias de adaptación al cambio climático y las necesidades reales de conocimientos y recursos para impulsar este cambio.

Los tres grupos de productores manejan diferentes combinaciones de estrategias de adaptación a la variabilidad climática, donde los productores medianos y pequeños, manejan algunas tecnologías silvopastoriles (cercas vivas, bancos forrajeros de gramíneas y árboles dispersos en potreros) para mantener la producción pecuaria en la época seca, a diferencia de los productores grandes que descargan sus fincas durante esta época e invierten más recursos en la alimentación por fuentes externas (concentrados).

Es necesario realizar estudios en la región enfocados a las estrategias de adaptación a la variabilidad climática, donde se involucre percepción del productor sobre las diferentes época, la toma de decisiones sobre las mismas, el conocimiento de las limitantes e impactos sobre el medio ambiente; así como también estudios sobre las áreas donde se debe realizar el cambio de uso de la tierra por su estado alto de degradación y por su cercanía a zonas de vulnerabilidad como zonas de recarga hídrica y parques naturales.

Las estrategias de mejoramiento y planificación del sector público y privado se deben realizar basadas en la comprensión de las tipologías lo que permitirá garantizar su asimilación y adaptación de innovaciones y mejoras.

Las universidades y centros de investigación, así como el sector público y privado deben incentivar investigaciones sobre el impacto de las estrategias de mitigación a la variabilidad climática y su efecto en la degradación de pasturas, ya que como se observó en el estudio, los sistemas silvopastoriles son una estrategia, que fácilmente puede servir para disminuir la presión sobre la pastura y mejorar las condiciones de la finca en diversificación, mayor alimento en época seca y por tanto disminución de costos de producción a la vez que ayuda a la conservación del medio ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- 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 Jose, CR 334 p.
- Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Casanoves, F.; Di Rienzo, J.A.; Robledo, C.W. 2008. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, AR. 333p.
- Casasola, F.; Ibrahim, M.; Sepúlveda, C.; Ríos, N.; Tobar, D. 2009. Implementación de sistemas silvopastoriles y el pago de servicios ambientales en Esparza, Costa Rica: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas,. *In*: M. Ibrahim & C. Sepúlveda eds. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Centro Agronómico Tropical (CATIE), Turrialba, CR. 169-188 p.
- Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras (CADETI). 2004. Programa de Acción Nacional de lucha contra la degradación de tierras / CADETI - 2 ed. - San José, CR.: MINAE; CADETI 111 p.
- Dufumier, M. 1990. La importancia de la tipología de las unidades de producción agrícolas en el análisis-diagnóstico de realidades agrarias. Instituto Nacional Agronómico Grignon (INAPG) Paris, FR. 17 p.
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); 2011. Caracterización, diagnóstico, línea base y zonificación territorial de la cuenca del río Jesús María. Turrialba, CR, 134p.
- Holmann, F.; Argel, P.; Rivas, L.; White, D.; Estrada, R.D.; Burgos, C.; Perez, E.; Ramírez, G.; y 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. Edición Alberto Ramírez P. Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Direccion de Ciencia y Tecnología (DICTA); International Livestock Research Institute (ILRI), 34 p. (Documento de trabajo No.196).
- Leos-Rodríguez, J.A.; Serrano-Páez, A.; Salas-González, J.M.; Ramírez-Moreno P.P., y Sagarnaga Villegas M. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. MX 18p.

- López, F.; Gómez, R.; Harvey, C.; López, M.; Sinclair, F.. 2007. Toma de decisiones de productores ganaderos sobre el manejo de los árboles en potreros en Matiguás, Nicaragua. NI. 8 p.
- MAG-CATIE, 2010. Estudio de competitividad para la transformación de los sistemas de producción de ganadería bovina tradicional en modelos de producción sostenible en diferentes zonas agroecológicas de costa rica. Turrialba, Costa Rica, 152 p.
- Pomareda, C. 2009. Políticas públicas para la adaptación a la variabilidad climática y al cambio climático. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América central CATIE Turrialba, Costa Rica 272 p.
- Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M.; de Haan, C. 2006. Livestock's long shadow. FAO Rome, IT. 391 pp.
- Szott, L.; Ibrahim, M.; Beer, J.; (2000). The Hamburger connection hangover: Cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR, CATIE 71p.
- Villanueva, C.; Tobar, D.; Ibrahim, M.; Casasola, F.; Barrantes, J.; Arguedas, R. 2007. Avances de Investigación. Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica Agroforestería en las Américas 45:16-20

### **3. Capítulo 2 Evaluación de la condición de pasturas de *Brachiaria Brizantha* y su impacto económico en la producción ganadera en la cuenca media del río Jesús María, Costa Rica**

**Autores:** M.F. Benavides<sup>1</sup>, A. Nieuwenhuyse<sup>2</sup>, C. Villanueva<sup>2</sup>, M. Ibrahim<sup>2</sup>, D. Tobar<sup>2</sup>, J. Robalino<sup>3</sup>.

<sup>1.</sup> Escuela de postgrado CATIE, Turrialba, Costa Rica

<sup>2.</sup> Programa de Ganadería y Manejo del Ambiente (GAMMA)- CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>3.</sup> Maestría de socio economía ambiental- CATIE, Turrialba, Costa Rica.

#### **3.1 Resumen**

Un mal establecimiento y manejo deficiente de las pasturas puede afectar la condición que provoca reducciones en la productividad e ingresos de las pasturas. Se analizó la condición de las pasturas, la identificación de los factores biofísicos y socioeconómicos que influyen en dicha condición y el impacto económico de las distintas condiciones de pasturas (a nivel de parcela y territorio) en la cuenca media del río Jesús María en Costa Rica. Fueron seleccionados al azar 168 potreros en los cuales se evaluó la afectación por erosión hídrica y la condición de las pasturas. Para el primero, en un transecto en diagonal (150 m) a la pendiente principal del potrero se distribuyeron equitativamente 50 puntos de monitoreo para calificar la erosión; el segundo caso se realizó lanzando 25 marcos (0.5 x 0.5 m) distribuidos sistemáticamente en el transecto anterior y en cada uno se levantó la información de coberturas (forrajeras deseables, forrajeras no deseables, malezas, suelos desnudo y piedras), vigor de las plantas, uniformidad de uso de la pastura y evidencia de compactación extrema del suelo. También, en cinco puntos se midió la pendiente del potrero.

Las condiciones de pasturas encontradas en el área de estudio fueron: el 12% de pasturas de la cuenca media presentan una condición mala y muy mala, el 37% en condición regular, el 47,3% en buenas condiciones y el 3,14% en óptimas condiciones. Las pasturas en general presentan estados en condiciones regulares y buenas. La afectación por erosión hídrica presentó correlación lineal positiva con la condición de pastura, aunque ésta aumenta con mayor magnitud en los estados donde la condición es severa.

Los factores que influyeron en el estado de las pasturas, obtenidos por la asociación de indicadores de condición y erosión hídrica, por un lado con variables relacionadas al manejo de pasturas (establecimiento, altura del pasto, edad de la pastura, días de ocupación y descanso, fertilización, chapia, manejo de plagas y carga animal) y por otro, con variables biofísicas (pendiente y altitud), fueron la pendiente, cantidad de semilla sembrada al momento del establecimiento, días de ocupación y descanso.

Así mismo, la reducción de la productividad de leche y carne en una pastura de mala condición en comparación a la condición óptima alcanza valores del 91% para leche y del 40% para carne; lo cual representa pérdidas anuales a nivel de cuenca de US\$843.760 para leche y US\$2.801.569 para la producción de carne.

Lo cual significa que para mantener una óptima producción ganadera, se debe dar importancia al establecimiento de la pastura, donde la densidad de siembra juega un papel importante, la selección de una carga ganadera basada en los potenciales usos de la tierra según verificación constante de alertas o cambios en el estado de la pastura, aplicación de herramientas y soluciones según el estado o condición de las mismas permitirá realizar mejoras significativas en la producción actual de las fincas ganaderas de la cuenca media del río Jesús María.

**Palabras clave:** Condición de las pasturas, erosión hídrica, estrategias de rehabilitación de pasturas, impacto económico en ingresos brutos, pérdidas por degradación.

### 3.2 Introducción

En las zonas tropicales y subtropicales la pérdida de la calidad y la vulnerabilidad de los suelos a la erosión por influencia de la ganadería, constituye algunas de las causas que genera la degradación de los pastizales y como consecuencia de ello, se reduce el rendimiento de biomasa vegetal, lo que a la larga conlleva a la disminución de la producción de leche y carne (Padilla 2005).

Algunas estrategias tecnológicas para mejorar la productividad del ganado son mediante el manejo de pasturas, una buena elección de pasturas mejoradas, según las condiciones del lugar podría ser una alternativa para producir un alto nivel de biomasa en cuanto a calidad y cantidad. Además de proporcionar forraje y cobertura vegetativa, los pastos productivos previenen la erosión y la rápida escorrentía del agua a la vez que contribuyen al soporte de otras especies presentes en el ecosistema (Pimentel et al. 1992).

Lo contrario ocurre con los manejos tradicionales de la ganadería, se siembra la pastura sin observar sus cualidades agronómicas como son: germinación, macollamiento, crecimiento, floración, reproducción y recuperación después del pastoreo y/o de corte (Szott et al. 2000). Lo que conlleva a una pérdida de los servicios eco sistémicos de la misma.

La ganadería establecida en condiciones de clima tropical presenta generalmente dos estaciones marcadas por lo que se observa una época de abundancia y otra de escasez que afectaría la cantidad y calidad de los forrajes conllevando a la falta de uniformidad en la producción y en el suministro a lo largo del año; esto no satisface los

requerimientos nutricionales para crecimiento y producción (Leos-Rodríguez et al. 2004).

Como resultado, se tiene una disminución paulatina en la producción de leche y de carne y por tanto de la rentabilidad en las explotaciones pecuarias, lo que hace no sustentable la actividad en el largo plazo. En estudios realizados en Guatemala y Honduras, relacionados con pérdidas por degradación de pasturas en producción de carne y leche, se logró estimar que el 70% de ellas se encontraban en un estado de degradación moderada y muy severa. En este punto, la producción de leche disminuyó de 7 a 34% y por otro lado para la producción de carne, cuando la degradación cambiaba de ligera a muy severa, los valores cambiaron entre 13 y 43% (Betancourt et al. 2006), similares a los hallazgos de Holmann (2004), en Honduras que mencionan pérdidas de leche del 48% y en carne 37% por encontrarse las pasturas en estado de degradación severos.

Según Holmann (2007), las pasturas en buenas condiciones incrementan la productividad representada en menores costos por manejo (herbicidas, fertilizante y mano de obra) y mayores ingresos por producción que es la base de la economía de las fincas, esto influye en la mejora de la capacidad de adaptación a las exigencias del mercado, de las capacidades competitivas y generando desventajas para aquellos productores que presentan pasturas con degradación severa.

Este estudio se realizó con el fin de caracterizar la condición de pasturas, que permita evaluar el impacto económico sobre la producción de carne y leche, dos importantes puntos en el camino hacia la sostenibilidad ambiental y socioeconómica, por un lado conocer las dimensiones de degradación en las pasturas de la cuenca media y por otro, la disminución de ingresos brutos en carne y/o leche atribuidos a pasturas en malas condiciones. Lo anterior en conjunto, servirá de insumo para lograr objetivos como el establecimiento de medidas preventivas y de recuperación de pasturas para mejorar la eficiencia productiva de la finca y minimizar las externalidades negativas para el ambiente.

### **3.3 Materiales y métodos**

#### **3.3.1 Características del Lugar.**

El estudio se llevó a cabo en las fincas ganaderas de la cuenca media del río Jesús María, donde se distinguen tres zonas de vida (FONFAFIFO- CATIE, 2010), Bosque húmedo pre montano transición a basal (bmn-P6); bosque húmedo tropical de transición a per húmedo (bh-T2); y bosque húmedo tropical (bh-T). Presenta una evapotranspiración de 1,000 a 1,200 mm, la precipitación media anual de la cuenca media es de 2600 mm/año presentando variaciones desde 2200 a 3300 mm/año. La

temperatura promedio anual es de 24.8°C, y una humedad relativa de 71.5%. La distribución de la precipitación es de 91% entre los meses de mayo a noviembre (época lluviosa) y el 9% restante se registra entre los meses de diciembre a mayo, que es considerada la época seca (FONAFIFO-CATIE, 2011).

En algunos los sistemas productivos agropecuarios de la cuenca, no se utilizan prácticas conservacionistas de uso del suelo, agua y vegetación. En la mayoría de actividades ganaderas y agrícolas predominan los usos de prácticas tradicionales. En la cuenca no se evidencia una diversificación en la producción, predomina en orden de superficie e importancia económica la ganadería de carne (37,3%), plantaciones de frutales y hortalizas en pequeña escala (4,4%) y café con sombra (3,4%). El riego no es muy utilizado a excepción de las plantaciones de melón ubicadas en la parte baja de la cuenca (FONAFIFO-CATIE 2011). La cuenca media presenta un área de 93,1 km<sup>2</sup> y una proyección estimada de pasturas de 3.470 hectáreas.

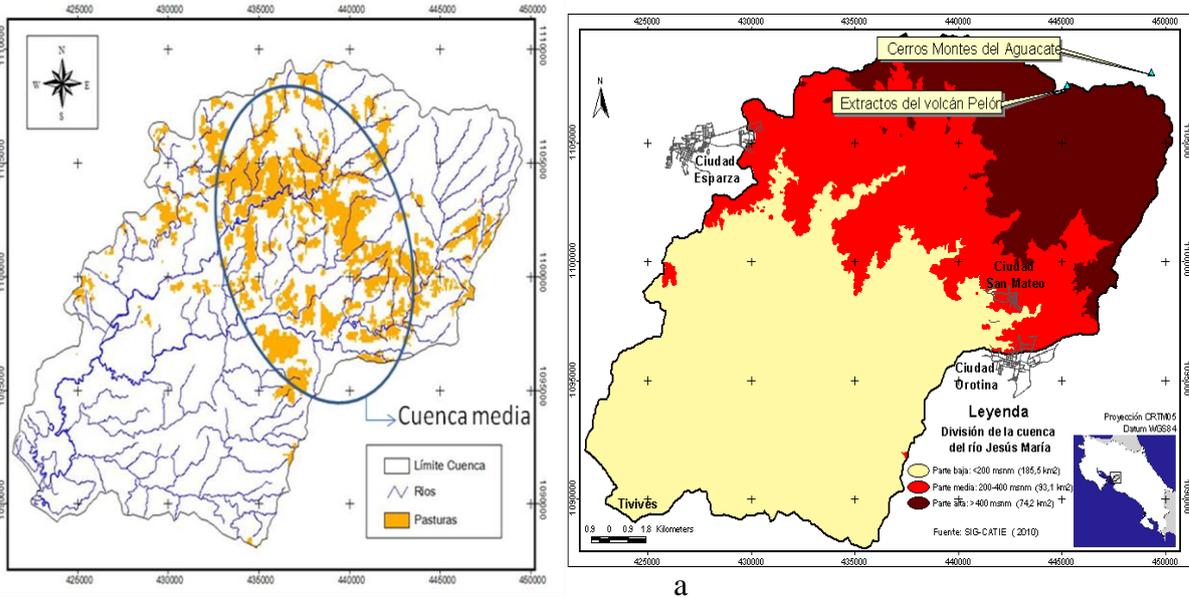


Figura 4a y 4b = Distribución de pasturas y división de la cuenca media del río Jesús María configuración topográfica y desnivel predominante. Fuente SIG-CATIE 2010.

El estudio se realizó en la cuenca del río Jesús María, que tiene una superficie aproximada de 352,8 km<sup>2</sup>, el 37.3% de esta, (131.5 km<sup>2</sup>) está dedicado a pasturas, ubicando la mayor proporción de ganaderos de la cuenca, se seleccionaron los cantones de Esparza y Montes de Oro de la provincia de Puntarenas además de San Mateo, Orotina y San Ramón de la provincia de Alajuela, ubicados entre las coordenadas 84° 34'48" W y 9° 57'36" N y alturas comprendidas entre 150 msnm y 800 msnm (Figura 5).

### 3.3.2 Selección de la muestra de potreros:

En el momento de recoger la información de la encuesta biofísica y socioeconómica (en 57 fincas descritas en el Capítulo 1), los productores dibujaron el mapa de la finca con los distintos usos de la tierra y en la parte de pasturas delimitaron los potreros de la finca. En base a la información anterior fue establecida una lista de los potreros con pasto *Brachiaria brizantha*, de la cual fueron seleccionados al azar 168 potreros, recogiendo para cada uno la información siguiente: establecimiento de la pastura<sup>2</sup>, manejo de la misma como períodos de ocupación, períodos de descanso, carga animal, control de malezas, fertilización; también información del suministro de alimentos complementarios al animal, variables que fueron comparadas con la condición de la pastura y la erosión hídrica encontradas en el estudio.

Posteriormente, en el momento del monitoreo para la evaluación de la afectación hídrica y condición de la pasturas se verificó con el productor la información relacionada con el establecimiento y manejo de los potreros.

### 3.3.3 Metodología para evaluar afectación por erosión hídrica en potreros

En cada uno de los potreros, usando cinta métrica, se trazaron transectos diagonales a la pendiente dominante en donde fueron distribuidos de manera sistemática 50 puntos de monitoreo; por ejemplo si el transecto mide 300 m los puntos se tomaron cada 6 m y se realizó el registro de erosión en un punto no mayor a 1 cm<sup>2</sup> en este punto se identificó la erosión hídrica, diferenciando 8 posibles afectaciones como: cráteres de erosión, estructura laminar superficial o superficie pulida, cambios en el color de la superficie del suelo, pedestales de erosión, piedras o rocas en proceso de estar expuestas, raíces lavadas, huella de pisada o resbalón y superficie donde se ha depositado material y para no afectación por erosión hídrica, se diferenciaron cinco indicadores: superficie cubierta por vegetación viva o muerta pero estable y no estable, suelo desnudo no vulnerable por estar en partes planas y vulnerable por estar en pendiente y por último, la presencia de piedras o rocas. Luego se estandarizó la muestra de las observaciones a 150 m. por hectárea para tener una medición homogénea (Blanco et al. 2011).

### 3.3.4 Metodología para determinar condición de pastura

La metodología para la determinación de la condición de las pasturas empleó la propuesta por Nieuwenhuyse et al. (2011)<sup>3</sup>, en la que se realiza el análisis de ocho

---

<sup>2</sup> Algunas variables analizadas: preparación del terreno previo a la siembra, cantidad en kilogramos de semilla por hectárea, control de malezas, fertilización, control de plagas y enfermedades, edad de la pastura al primer ingreso del ganado, entre otros.

<sup>3</sup> Nieuwenhuyse, A.; Aguilar, A. 2011. Com.pers. ¿Cómo evaluar la condición de pasturas en Centro América, (Inédito) CATIE andreas.nieuwenhuyse@gmail.com

indicadores relacionados con la productividad de las pasturas y está acondicionada para el manejo de pasturas realizado en varios países de Centro América, como Nicaragua y Honduras. Los ocho indicadores relacionados con la productividad de la pastura son:

- 1: Cobertura de todas las plantas forrajeras deseadas
- 2: Cobertura del suelo desnudo
- 3: Cobertura de especies no deseadas
- 4: Aporte de leguminosas forrajeras en la cobertura forrajera total en la pastura
- 5: Vigor de crecimiento de las plantas forrajeras
- 6: Uniformidad de uso de la pastura.
- 7: Evidencias de sobrepastoreo
- 8: Evidencias de compactación extrema del suelo

Cuando una pastura está en buenas condiciones, implica que existe la combinación de un conjunto de factores que la favorecen, como pueden ser la calidad del suelo, pendiente, clima, calidad de la semilla sembrada, manejo, entre otros. Para este análisis se quiere medir la condición comparada con algunos de los factores que podrían influir en este resultado y encontrar los principales factores que la causan.

Para la evaluación de la condición en cada uno de los potreros se lanzaron 25 marcos (0,5 x 0,5 m) distribuidos sistemáticamente en el mismo transecto de 150 m utilizado para la evaluación de la afectación por erosión. En cada punto de monitoreo se llevó a cabo la evaluación de la condición de la pastura según los indicadores de productividad mencionados anteriormente. También, en cada potrero se midió la pendiente en cinco puntos.

Se tuvo presente que en un potrero pueden existir dos o más sectores según la pendiente o vegetación presente (por ejemplo 30% del potrero es quebrado y el 70% plano), esta situación aplicó cuando al menos uno de los sectores distintos fue mayor al 25% del área del potrero y en este caso se tomaron observaciones para cada uno de los sectores y se promediaron para tener un resultado general del potrero.

Los indicadores fueron medidos en una escala de 1 a 5, donde 5 fue la óptima condición y 1 la peor condición; al final, para facilitar el manejo de la información y por la pequeña dimensión en las cifras, se sumaron los indicadores de piedra y suelo desnudo. La suma de los indicadores en cada potrero y ubicación dentro de la condición general arrojó cinco categorías: óptima (5), Buena (4), Regular (3), Mala (2), Muy mala (1). El Cuadro 4 describe los indicadores para cada categoría de condición de la pastura.

Cuadro 4. Descripción de los indicadores evaluados para condición de pastura y escalas de evaluación

<i>Condición Pastura</i>	<i>Forraje</i>	<i>Malezas</i>	<i>Suelo desnudo y piedra</i>	<i>Vigor</i>	<i>Uniformidad de uso</i>	<i>Compactación extrema</i>	<i>Evidencias de Sobre pastoreo</i>	<i>Evaluación General</i>
1	<40%	>50%	>30%	tr=lenta (amarillo - Café)	>50% del área es poco o no consumido	>35% perforaciones pezuñas	hp= muy baja, plantas arrancadas y suelo desnudo	<12
2	40-60%	36-50%	21-29%	tr=mayor a 15 días de lo normal (amarillo)	El 25-50% del área es poco o no consumido	10-35% perforaciones de pezuña	Presencia de tallos desnudos	13-17
3	61-75%	21-35%	11-20%	tr= 1 -2 semanas verde con parches orina	10-24% del área es poco o no consumida	<10% perforaciones	Alguna presencia de tallos desnudos	18-24
4	76-90%	10-20%	5-10%	tr=toma unos días. (verde )	<10% del área es poco o no consumida	No se presentan pisadas que perforan	hp= es un casi la optima	24-29
5	>90%	<10%	<5%	tr= Normal (verde) no plagas	Manchas de heces y orines no consumidas	No hay evidencias	hp= óptima para recuperación normal de la pastura	30-35

Donde las condiciones de pasturas fueron: 1= muy mala, 2= mala, 3= regular, 4= buena, 5= óptima; tr= tiempo de recuperación; hp= altura del pasto.

A partir del total del área de pasturas y los resultados de la condición en pastura encontrados, se tomó como base para poder hacer la estimación del área de pastura para la cuenca media con su respectiva condición, esto con el fin de poder estimar la valoración económica para la región.

### 3.3.5 Productividad e ingresos por productos ganaderos según condición de la pasturas.

La modelación y simulación se consideran como una técnica que permite visualizar escenarios diferentes resultantes de cambios en características de los animales o alimentos utilizados en un sistema con un rango de precisión cercano al valor real (León Velarde et al. 2006). El software LIFE-SIM<sup>4</sup>, permite simular los cambios en producción animal a lo largo del año en función de las variaciones en las estrategias de alimentación aplicadas. Para este estudio se usaron los modelos Dairy y Beef que contienen seis módulos de entradas: animal, pastura y forraje, condiciones ambientales, suplementación, estrategias de alimentación e información económica.

<sup>4</sup> LIFE-SIM Livestock Feeding Strategies Simulation Models Software desarrollado por la División de Manejo de Recursos Naturales del Centro Internacional de la papa (CIP) Perú

Para lograr una meta ambiciosa de producción se tendría que implementar un plan de suplementación estratégica, en el presente estudio eso no se llevó a cabo porque el objetivo fue conocer la respuesta en carne y leche según las distintas condiciones de pastura (diferentes disponibilidades de materia seca de pasto), por tanto, se utilizó como estrategia de alimentación la materia seca disponible (MSD) que es el indicador de la condición de pastura. La estimación de disponibilidad de forraje, así como los contenidos de proteína cruda (PC) y digestibilidad in vitro de materia seca (DIVMS), se tomaron basados en los datos de estudios realizados en zonas de vida similares (Esquivel 2007, CIAT 2004); posteriormente, mediante un panel de expertos se definieron unos escenarios acordes con las condiciones del lugar de estudio en los Anexos 1 y 2 se pueden observar los Cuadros que resumen esta información.

La disponibilidad de materia seca se tomó bajo los porcentajes promedio de cobertura de forraje en cada nivel usados en el Cuadro 4: para condición óptima el 95%, buena 83%, regular 68%, mala 50% y muy mala 20% (Anexo 3). Los datos climáticos de la zona promediados a 10 años en tres puntos: Atenas, Orotina y Esparza<sup>5</sup> la simulación se realizó a un año (Figura 3 del Capítulo 1), se obtuvo como resultado la producción de carne y leche /día/ha en cada condición.

Para realizar los análisis económicos se tomaron estimaciones de precios promedios del mercado, para el caso de la leche en las cooperativas donde los ganaderos la venden a precios de junio de 2012 (US\$ 0,40/kg)<sup>6</sup> y para carne se usó el precio promedio de compra y venta de machos de las subastas de la región para los últimos 6 meses (US\$ 1.8<sup>7</sup>/kg peso vivo). Por otra parte, se tomó como base la condición óptima para los dos análisis (leche y carne) y se comparó con los demás resultados según cada nivel, lo que permitió medir la variación en la producción de pastura cuando todo lo demás permanece constante, es decir cuando no se consideran variaciones en alimentación suplementaria, condiciones climáticas promedio por mes, características similares del animal al inicio en los 5 escenarios (condición de la pastura).

Para el caso de producción de leche, en el modelo se utilizó la información siguiente:

- Una vaca con 400 kg de peso, 8 años de vida y 4 lactancias, longitud de la gestación 284 días, longitud de la lactancia 274 días.
- La composición de leche de la zona: porcentaje de grasa de 4.3%, y de proteína 3.5%, sólidos totales de 8.7%,
- Contenido de proteína y energía requerido para ganar un kilogramo de peso fue de 17% y 4 MCal/kgPV, el consumo potencial del animal cambia en cada escenario así como la carga animal y el factor de corrección de costo de energía.

---

<sup>5</sup> Datos meteorológicos tomados de IMN. Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica.

<sup>6</sup> Precios obtenidos según información de los productores y verificada en Copeleche y DOS PINOS.

<sup>7</sup> Información tomada del promedio de los precios pagados por las subastas de Barranca (AGAINPA) y El progreso- Esparza de enero a junio de 2012.

La productividad de carne, se tomó como referencia novillos de 10 meses de edad al momento de la simulación:

- Peso de 200 kg,
- Factor de ajuste al pastoreo de 20%,
- Contenido de proteína por kg de ganancia fue del 17%, en consumo.
- Contenido de proteína y energía requerido para ganar un kilogramo de peso fue de 17% y 4 MCal/kgPV, el consumo potencial del animal cambia en cada escenario así como la carga animal y el factor de corrección de costo de energía.

Los cálculos de la producción de leche y carne en la cuenca media fueron basados en la distribución del área según condición de pasturas, con lo anterior se calculó directamente la producción de leche y carne por escenario, un promedio por hectárea del volumen total carne o leche dividido entre el área de pastos de la cuenca ponderado por condición de pastura. El resultado en US\$/ha/año para leche y otro para carne, se extrapoló para definir el significado a nivel de cuenca media en US\$/año para leche y para carne. Para calcular la producción a nivel de cuenca media, se tomó el porcentaje de uso de tierra dedicado a pasturas que es el 37% (3.470 hectáreas).

Para calcular la disminución de ingresos en carne y leche de la cuenca media, según los escenarios evaluados, se proyectó como óptima la producción en condición de pastura nivel 5. Posteriormente, este valor se restó del resultado obtenido por cada condición (1, 2, 3, y 4), se obtuvo así la cantidad de kg de carne o leche que se está dejando de producir; esta disminución en los ingresos brutos son el impacto que presenta cada uno de los diferentes estados o condiciones de las pasturas, consecuencia de ello influyen en los ingresos brutos de los productores.

Puesto que el nivel 5 está referido solamente a condición de pastura (cobertura, color, vigor, etc.) según criterios vegetativos de la misma, sin considerar que estén presentes otras variables expresadas para que exista esta condición (pendiente y calidad del suelo), que muy seguramente su presencia o ausencia tendrá influencia, es lo que en el estudio se quiere comparar, por tanto se trata de un nivel óptimo para las condiciones del lugar más no un óptimo ideal, asumiendo que las pasturas en malas y muy malas condiciones tienen potencial para alcanzar el óptimo del lugar. Además, esto depende del enfoque que se pretenda utilizar en la modelación, por ejemplo si el interés fuera determinar el potencial de producción de leche o carne en el área de pasturas con aptitud o potencial para dicho fin, ello significaría utilizar un indicador de producción con mayor ajuste ya que se estarían dejando fuera las áreas marginales que no tienen potencial para uso ganadero.

### 3.3.6 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos partieron de la estadística descriptiva de cada una de las variables con el fin de conocer su comportamiento en las 168 observaciones. Se

realizaron análisis de correlación para todas las variables entre sí, luego se analizaron de manera independiente la condición de pasturas vs los indicadores de erosión hídrica y cárcavas y surcos y con los factores que podrían afectarlos como biofísicos y de manejo donde se incluyó tipología de productor, esto con el fin de conocer si existe o no relación entre ellas.

Se realizaron análisis de varianza para discriminar, según las variables seleccionadas significativas de las correlaciones ( $p < 0.001$ ) las diferentes condiciones de pasturas y representar a las observaciones en un espacio donde las diferencias entre grupos sean máximas.

Posteriormente se aplicaron análisis de PLS (Partial Least Square) Mínimos cuadrados parciales, es una técnica que generaliza y combina los análisis de componentes principales y de regresión lineal. Es particularmente útil cuando se desea predecir un conjunto de variables dependientes (erosión laminar, condición de pastura, cárcavas y surcos) con otro conjunto (relativamente grande y posiblemente correlacionadas) de variables predictoras como pendiente, carga animal, cantidad de semilla sembrada, resiembra o no en la pastura, altura del pasto, percepción del productor sobre la siembra, periodos de ocupación y descanso, vigor, cobertura de forraje, malezas, piedras y suelo desnudo, evidencias de compactación extrema, sobrepastoreo y uniformidad de uso de la pastura, teniendo en cuenta la tipología del productor. Se usa este método para tener una visión más completa que la ofrecida por el análisis de componentes principales, por lo tanto lo que busca el PLS es una solución óptima o de compromiso entre la explicación de la máxima variación en X más las correlaciones de éstas con Y.

### 3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 3.4.1 Condición de las pasturas de la cuenca media del río Jesús María.

La magnitud de pasturas estudiadas en los potreros de las fincas fue de 446,3 ha, que equivalen al 12,8% de 3470 ha., de pasturas registradas en la cuenca media del río Jesús María. Dentro de las cuales, la estimación de la condición de pasturas realizada para la cuenca media permite apreciar que alrededor del 50% se encuentra en buenas condiciones (Condición 4; Cuadro 5). Mientras que el 37% requiere de un manejo apropiado para su recuperación, y el 12% requiere de estrategias de renovación.

Debido a las condiciones de la pasturas de Categoría 1 y 2 y bajo un manejo apropiado, es posible que se pueda llegar a condiciones de pasturas entre 4 y 5, las cuales serían las apropiadas para mantener una productividad rentable sin causar externalidades negativas para el medio ambiente (Holmann 2007).

Cuadro 5. Distribución de área de pasturas según condición encontrada en la cuenca media del río Jesús María.

<b>Condición</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total</b>
Porcentaje (%)	5,3	6,8	37,5	47,3	3,1	100
Area pasturas (ha)	182,7	234,8	1.302,4	1.641,4	108,9	3.470,1

Donde, 1= Muy Mala, 2= Mala, 3= Regular, 4= Bueno, 5= Optimo.

#### **Relación de la condición según la tipología de finca**

Se compararon las condiciones de pasturas según la tipología de finca encontrada (Capítulo 1); en el Cuadro 6, la única tipología que presenta pasturas en condición óptima (5) son los grandes productores, esto podría significar que, de acuerdo con las prácticas de adaptación a la variabilidad climática encontradas en el capítulo 1, la disminución de la carga animal y suplementación de alimentos podrían ser las prácticas que mejor resultado ofrecen sobre una buena condición de pastura, además de la presencia de algunas condiciones biofísicas favorables, como pendientes planas, sin embargo, la condición muy mala (1), fue encontrada el 33% de terrenos en pendientes planas, esto se presenta más adelante en el análisis de pendiente (Cuadro 9). Esto podría significar que hay otros factores que no solo tienen que ver con la tipología, y manejo, que intervienen en la buena condición de las pasturas. Por tanto, para llegar a conclusiones más consistentes sobre la relación del tipo de finca y condición de la pastura, será necesario realizar otros estudios a mediano plazo y que consideren además las dos épocas del año.

Cuadro 6. Distribución de la condición de pasturas según la tipología de finca.

Condición	Tipología (%)			Total
	Grande	Mediano	Pequeño	
5	3,14	-	-	3,14
4	26,06	13,89	7,35	47,30
3	17,61	12,28	7,64	37,53
2	3,47	2,35	0,94	6,77
1	3,36	0,45	1,46	5,27
<b>Total</b>	54	29	17	100

1= Muy Mala, 2= Mala, 3= Regular, 4= Bueno, 5= Optimo.

El manejo que se le da a las pasturas, estará asociado al tipo de producto, donde los pequeños presentan un manejo diferente en comparación a los productores grandes y medianos lo cual se puede ver reflejado en sus ingresos. En una finca de tamaño pequeño p.e. generalmente productora de leche, el ganadero va a tener al animal rotando en su finca, sólo cuando se observe que ha disminuido la producción de leche, tomará medidas como el alquiler de pasturas o suministro de concentrado a pesar del incremento en el costo. Muy diferente sería en las fincas de mayor tamaño, el tipo de producción más común sería carne, hay mayor área por animal y mayor disponibilidad de terreno para descanso de pasturas, ya que la carga animal presentada en esta tipología fue menor en comparación con las demás (Cuadro 1, presentado en el Capítulo 1), en época seca se descarga total o parcialmente la finca por lo que no hay alta presión sobre la pastura.

También se observó que el 43,1% se encuentra en condiciones (4 y 5), las cuales pertenecen a productores grandes y medianos (Cuadro 6). El área restante se divide en su mayoría en condiciones regular (3) 37,5%, mala (2) 6,8% y muy mala (1) 5,3% distribuidos en las tres tipologías, esto significaría que gran parte del impacto en la disminución de la producción lo recibirían los pequeños y medianos productores, quienes son los que menor capacidad de respuesta presentan ante situaciones adversas, por tanto requieren de apoyo institucional para mejorar las condiciones actuales.

### 3.4.1 Factores que intervienen en la condición y afectan la productividad de la pastura

Una mejor comprensión de la condición de la pastura, es mediante el análisis de la correlación presentada entre los indicadores que caracterizaron la condición con los demás indicadores de erosión, manejo y biofísicos, siendo éstos los principales factores que afectan la pastura. El Cuadro 7, presenta un análisis de correlación para identificar los factores biofísicos y de manejo de las pasturas asociados con la condición de la

pastura, erosión laminar, surcos y cárcavas; en el Anexo 4 se presenta los análisis adicionales de correlación de las variables estudiadas, con la condición de pastura, donde se complementa la información presentada en el Cuadro 7. La condición de la pastura está asociada con un buen establecimiento de la misma según la percepción de los productores; por otro lado, la pendiente del terreno afecta negativamente la condición de la pastura.

Cuadro 7. Análisis de correlación entre los indicadores de condición de pastura e indicadores de erosión, variables biofísicas y manejo.

Indicadores y variables	Cobertura Forraje	Malezas	Piedras y suelo desnudo	Vigor	Uniformidad Uso	Sobre Pastoreo	Compactación Extrema
Pendiente	-0,30*	-0,23*	-0,29*	-0,22*	-0,15*	-0,30*	-0,10
Edad de la pastura	0,01	0,06	-0,06	-0,08	0,05	0,06	0,09
Cantidad de Semilla (kg)	0,11	0,08	0,07	0,06	0,21*	0,08	0,11
Resiembra de la pastura	0,11	0,11	0,10	0,09	0,06	0,03	0,04
Edad al primer. uso de la pastura	-0,19*	-0,21*	-0,08	0,01	0,06	-0,06	-2,0E-03
Percepción siembra (productor)	0,66*	0,51*	0,53*	0,50*	0,43*	0,39*	0,35*
Período de ocupación	-0,12	-0,07	-0,15*	-0,17*	-0,13	-0,08	-0,11
Periodo de descanso	0,04	0,04	0,07	0,06	-0,13	-0,10	0,17*
Tipología de finca	0,07	0,07	0,02	0,12	0,13	0,15*	0,10
Carga animal	-0,02	0,02	-0,07	-0,03	0,07	-0,02	0,10
Erosión laminar	0,35*	0,33*	0,40*	0,31*	0,34*	0,36*	0,25*
Movimientos en masa	0,21*	0,17*	0,21*	0,18*	0,12	0,26*	0,14
Surcos Cárcavas	0,28*	0,19*	0,30*	0,30*	0,27*	0,14	0,21*

1. \*p<0.001

### 3.4.1.1 Relación de la condición con aspectos biofísicos

#### Cobertura de forraje

Es el principal indicador visual de la condición de la pastura y por tanto de productividad, es de esperarse que en la medida que hay mayor cobertura, la producción de forraje y biomasa por unidad de área incrementa, por tanto se podrían alimentar mayor cantidad de animales.

Hernández (2001) y Holmann et al. (2004) observaron en estudios realizados en Guatemala y Honduras respectivamente, sobre percepción de los productores a la degradación de pasturas, los indicadores que mayor sensibilidad presentaron sobre una buena o mala condición de pastura, fueron la cobertura de forraje y presencia de malezas, unido a esto, los resultados de este estudio demuestran que la cobertura es la

principal forma de encontrar cambios en el comportamiento de la pastura, la cual esta relacionada con pendiente, manejo y erosión laminar.

### **Pendiente**

La condición de la pastura presentó una correlación negativa con la pendiente (Cuadro 7 y Anexo 4) es decir, en la medida que la pendiente aumenta, la pastura va a perder su cobertura y condición debido a que algunos componentes del suelo como los nutrientes que se encuentran en la capa superficial del suelo, son arrastrados por el lavado que presenta la superficie del suelo ante agentes como el agua, viento, etc., lo que aumentará la erosión hídrica, por tanto va a disminuir la condición.

El 59.6% de las tierras presentan pendientes menores del 20%, de ellas, menos del 9% le pertenece a pequeños productores (Cuadro 8) y el 36,3% a los grandes productores. Del 13.2% de tierras encontradas en pendientes mayores del 40% el 6.5% le pertenecen a fincas de tipología medianas, el 5,3 a las grandes y el 1,4 a las fincas pequeñas.

Cuadro 8. Distribución de la pendiente por tipología de finca en la cuenca media del río Jesús María.

<b>Pendiente</b>	<b>Grande</b>	<b>Mediano</b>	<b>Pequeño</b>	<b>Total</b>
<b>0-20</b>	36,3	14,6	8,7	59,6
<b>20-40</b>	12,2	7,8	7,2	27,2
<b>40-60</b>	4,2	6,5	1,4	12,1
<b>60-80</b>	1,1	-	-	1,1
<b>Total</b>	<b>53,8</b>	<b>28,8</b>	<b>17,3</b>	<b>100,0</b>

El análisis de la pendiente según la condición (Cuadro 9) confirma los resultados obtenidos anteriormente, las condiciones 4 y 5 se encuentran en su mayoría (superior a 60%) en pendientes de 0-20%. En la condición mala y muy mala, hay mayor concentración de terrenos (más del 50%) en pendientes superiores al 20%.

Cuadro 9. Distribución la pendiente de acuerdo con la condición de las pasturas.

<b>Pendiente</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>0-20</b>	33.3	35.7	48.4	75.3	66.7
<b>20-40</b>	50	35.7	34.4	19.8	0
<b>40-60</b>	16.7	28.6	17.2	3.7	33.3
<b>60-80</b>	0	0	0	1.23	0
	100	100	100	100	100

Donde, 1= Muy Mala, 2= Mala, 3= Regular, 4= Bueno, 5= Optimo.

Salas (2011) explica que bajo condiciones donde aumenta la pendiente se reduce la infiltración y aumenta la escorrentía, la cual es mayor en los suelos con pasturas degradadas. Este problema de erosión del suelo disminuye aún más la condición de la

pastura que es invadida por otras especies (malezas) que a su vez reducen la cobertura de forraje.

En áreas de pendientes fuertes (mayor a 50%) será necesario analizar entre otros, dos caminos: el primero si es un área cuyo uso potencial es bosque, cabe la opción de destinar el terreno para conservación por medio de un incentivo económico (PSA, Certificación, reducción de impuestos, entre otros). El segundo camino consiste en el establecimiento de sistemas silvopastoriles: i) bancos forrajeros de gramíneas y leñosas, pensando en un sistema de explotación semi estabulado; ii) pasturas mejoradas en asocio con leguminosas herbáceas (p.e. *Arachis pintoi*) con alta densidad de árboles dispersos en potreros (mayor a 30 individuos con diámetro a la altura del pecho superior a 10 cm por hectárea) y se podría pensar en prácticas de conservación de suelos como barreras vivas con especies de gramíneas de baja preferencia por el ganado como el pasto vetiver (*Vetiveria zizanioides*). Perea et al. (2013) explica que esta práctica de conservación de suelos ha sido ampliamente difundida por los programas de transferencia de tecnología como una alternativa para el control de la erosión en zonas de ladera, reducción de escorrentía y de la pérdida de suelo.

### 3.4.1.2 Relación de la condición con los indicadores de erosión laminar, cárcavas y surcos

En el Cuadro 10 se muestra que hay una importante presencia de erosión laminar y cárcavas en las condiciones regulares y malas (2 y 3) varían entre 16 y 36%, se observa que en estos estados, las condiciones de erosión laminar y en cárcavas presentan cifras de degradación en mayor proporción que la condición de pastura. Esto significa que un 8.3% de las pasturas que se encuentran en condición 2 el 36,3% presenta erosión en cárcavas y un 16,1% en erosión laminar. Por tanto, podría ser que la calificación de la condición de pastura en sí misma, no es suficiente para el análisis, es decir, para una mejor calificación de la pastura, se debería tomar en cuenta tanto la condición como la afectación por erosión hídrica (Nieuwenhuyse et al. 2011)

Cuadro 10. Condición de pasturas en la cuenca media del río Jesús María y la afectación por diferentes tipos de erosión.

<b>Indicadores de erosión</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total</b>
Condición general de la pastura	3,6	8,3	38,1	48,2	1,8	100
Erosión Laminar	6,6	16,1	35,1	35,1	7,1	100
Cárcavas y surcos	6,6	36,3	17,3	31,0	8,9	100

Donde: 1= Muy mala, 2= Mala, 3= Regular, 4= Buena, 5= Óptima

La erosión laminar presentó relación con los factores como cobertura de forraje (0,35), y pendiente (-0.44), presentando una relación lineal positiva para el caso de cobertura,

es decir que en la medida que la erosión laminar presenta un puntaje alto (5) se va a encontrar que la cobertura de la pastura también estará en buenas condiciones (4 y 5), a diferencia de la pendiente que cuando la erosión laminar se encuentre con puntajes altos (4 y 5), la pendiente tendrá valores bajos, es decir la pastura se encontrará en terrenos con pendiente baja o plana presentando menor afectación por erosión laminar (Cuadro 7).

Se encontró que la cobertura presenta una relación significativa y positiva con la erosión laminar y en cárcavas y surcos; quiere decir que además de la cobertura, hay otros factores determinantes como son la pendiente y erosión; esto se debe a que en lugares con mayor pendiente, la erosión laminar será mayor y por tanto la cobertura disminuirá; así mismo, podría ser que debido a la cobertura hay menos arrastre de partículas y mayor fijación del suelo, es decir, la cobertura ayuda a mejorar y evitar las condiciones de erosión hídrica; esta estrecha relación con la condición de la pastura y con otros factores, sugiere que la cobertura es una primera e importante forma visual de evaluar la productividad de la misma (Nieuwenhuyse et al. 2011).

La erosión laminar presentó correlación positiva con todos los demás indicadores de condición: piedras y suelo desnudo, sobrepastoreo, cobertura, uniformidad de uso, malezas y compactación extrema; p.e., un valor bajo en la erosión laminar (1,2) indica una alta afectación; y comparada con el sobrepastoreo o con las evidencias de compactación extrema, sería de esperar que sus resultados también se encuentren en condiciones 1 o 2; esto podría estar acorde con los resultados de Blanco (2008) sobre la alta afectación por este indicador ya que en una región donde hay gran presencia de lluvias, como es esta zona, afectación por erosión hídrica en su forma de erosión laminar sería mayor.

El 35% de los potreros analizados presentaron evidencias de cárcavas y surcos en alta degradación (2) por transecto analizado (Anexo 4). Este valor, estaría relacionado a que se analizó la presencia y cantidad de las cárcavas y surcos por transecto, sin embargo no se tuvo en cuenta su origen, ya que los riachuelos y desagües naturales, producto de las ondulaciones y terreno sinuoso, son señales de la presencia de erosión en cárcavas y surcos, por lo tanto para generalizar si este tipo de erosión es producida o no por el efecto de la ganadería, haría falta análisis adicionales como la presencia y estado de las fuentes de agua con relación al acceso, vegetación y erosión (Nieuwenhuyse et al. 2011).

En el caso de surcos y cárcavas los factores que ayudan a explicarla son la cobertura de forraje y el vigor de la pastura, esto se puede comprender ya que cuando la pastura se encuentra con buen vigor, es decir el tiempo de rebrote es bajo, el color es verde intenso y no se observa presencia de plaga o maleza, los valores para calificación de cobertura van a ser altos (condición 4 o 5), lo que querría decir que, con relación a los resultados obtenidos, se esperaría que la presencia de surcos y cárcavas estarían también en estados de mejor condición 4 o 5 por cuanto la presencia de pasturas en buenas condiciones es

un factor que ayuda a que no se altere la apariencia y condición de las cárcavas y surcos; y al contrario, cuando una pastura se encuentre en regulares y malas condiciones, el estado de las cárcavas y surcos se podrían encontrar con un gran deterioro.

El 22% de los potreros analizados presentan afectación por erosión en salpicadura laminar alta (niveles 1 y 2; 6,6% y 16,1% respectivamente), se deben mejorar aspectos del manejo que causan dicha erosión como la carga animal, períodos de ocupación, así como la revisión de la cobertura del pasto, y en los casos donde se presente suelo desnudo, sembrar pastos rastreros en asocio con leguminosas como *Arachis pintoii* que mejor se adapten al sitio y aceptadas por el ganado.

#### 3.4.1.3 **Relación de la condición de la pastura con indicadores de manejo**

Para el establecimiento de la pastura, los productores sembraron un promedio de 4 kg/ha sin embargo las pasturas con nivel 5 presentaron densidad de siembra de 10 kg/ha lo cual puede significar que la densidad de siembra tiene algo que ver en el éxito de la pastura. El 13% de productores realizó resiembra a sus pasturas lo que podría expresar que hace falta divulgación sobre la importancia de la resiembra de la pastura luego del establecimiento (desde luego en los casos que sea necesario), la edad de la pastura al primer uso del ganado fue de 3,3 meses, encontrando potreros que presentaron como mínimo 2 y un máximo de 6 meses (Cuadro 11).

Dichos promedios mínimos no son acordes con las buenas prácticas de manejo y utilización por primera vez de la pastura, ya que es necesario esperar a que la pastura cubra el terreno y fortalezca sus raíces lo que ayudará en la persistencia e incremento de la productividad, que en la mayoría de los casos está por el orden de 5 o 6 meses, puede suceder que antes de este período se cumpla con estas condiciones, dependiendo de la especie, condiciones del suelo y clima (Rodríguez et al. 2011).

La relación encontrada entre la cobertura con la edad de la pastura al primer uso de entrada de ganado, podría significar que el éxito del establecimiento de la pastura tiene alguna relación con el tiempo que se espera para que la pastura tenga una considerable cobertura y enraizamiento antes de dar inicio al uso del ganado (Días-Filho 2005).

Cuadro 11. Medidas de resumen de las variables observadas (n=168)

<b>Variables</b>	<b>Media</b>	<b>D.E</b>	<b>E.E</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>
Pendiente (%)	20	16	1,2	0	67
Altitud (msnm)	375	181	14	116	775
Altura del Pasto (cm)	41	0,2	0,01	10	70
Edad de la pastura	9,4	4,0	0,3	4	25
Cantidad Semilla (Kg)	4,0	1,8	0,1	1,0	10,5
Hubo resiembra de la pastura (%)	13	0,3	3	0	1
Edad al 1er uso de la pastura (meses)	4	0,1	0,01	1,2	6
Percepción del éxito de la siembra (productor)	3,5	0,6	0,05	1,0	5,0
Fertilización (%)	17	0,4	0,03	0	1
Control Plagas (%)	85	0,4	0,03	0	1
Chapia (%)	95	0,2	0,02	0	1
Erosión laminar	3,2	1,0	0,1	1	5
Surcos y Cárcavas (calificación 1 a 5)	2,9	1,1	0,1	1	5
Condición de la pastura	3,4	0,8	0,1	1	5
Período de ocupación (días)	16,9	8,6	0,6	4	30
Período de descanso (días)	30,6	15,5	1,2	8,0	90
Carga Animal (UA/ha)	1,1	0,5	0,04	0,30	2,6
Vigor de la pastura (que unidad)	3	0,8	0,06	1	5
Uniformidad de uso de la pastura	2,8	0,8	0,06	1	4
Sobre pastoreo	3	0,7	0,05	1	5
Compactación extrema	3	0,8	0,06	1	4
Forraje	3,5	1,1	0,1	1	5
Maleza	4,3	1,1	1,1	1	5
Piedra y Suelo desnudo	3,6	0,9	0,08	1	5

n= 168 potreros

\*= Promedio ponderado según calificación realizada de 1 a 5

El 17% de los productores realiza fertilización química a sus pasturas al momento del establecimiento y en menor grado fertilización orgánica (estiércol de corral y pollinaza) luego de establecida la pastura aunque de manera esporádica, el 85% al menos una vez al año realiza control de plagas y el 95% chapias una o dos veces por año.

### **Cantidad de semilla usada en la siembra**

Se observó una correlación positiva entre la condición de pasturas y la cantidad de semilla de pasto usada en la siembra de la pastura. Algunos manuales para establecimiento de pasturas indican entre 4-6 kg de semilla por hectárea (Toledo 1982), sin embargo, en el campo eso no ha logrado buenas coberturas según la percepción de los productores y la condición de las pasturas. La mayoría de los productores siembran de 3 a 5 kg de semilla por hectárea, a diferencia las pasturas clasificadas como “óptimas” la cantidad de semilla usada por hectárea en promedio fue de 6,1 kg

existiendo establecimientos hasta con 10,5 kg por hectárea (Figura 5), este podría ser un indicador de que el establecimiento de la pastura mejoraría incrementando la cantidad de semilla, aunque esto depende también de otros factores como la pureza y porcentaje de germinación de la semilla, entre otros.

Una razón podría ser que una mayor cantidad de semilla garantiza la cobertura de pasto, siempre y cuando exista un buen establecimiento y posterior manejo (fertilización, carga animal, rotación, períodos de ocupación y descanso). Sierra (2005), menciona que la densidad de siembra en campo presenta dificultades en el establecimiento ya que debe ser calculada según el análisis de su calidad, las causas, entre otras, tienen que ver con la distribución uniforme en campo, el arrastre debido al agua superficial, por el viento o consumo de animales (pájaros y hormigas); sugiere que la densidad debe ser mayor a la cantidad calculada y podría ser de dos a cuatro veces mayor según la metodología usada siendo menos para siembra a chuzo y mayor para siembra al voleo. La correlación positiva existente sobre la percepción del productor acerca del éxito de la siembra y la condición de la pastura, podría confirmar si un establecimiento es exitoso o no y si tiene repercusiones en el largo plazo.

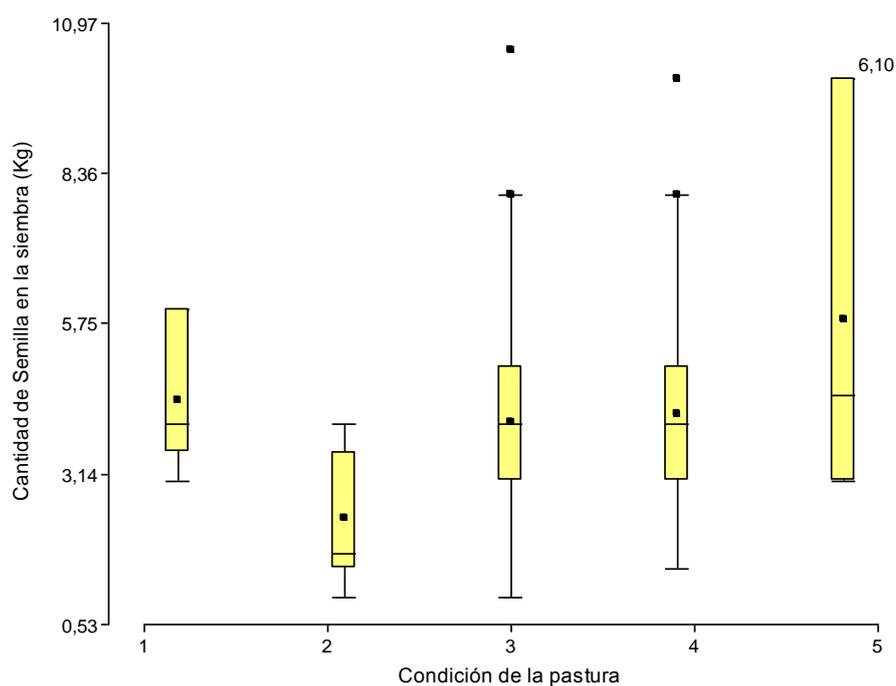


Figura 5. Condición de la pastura por cantidad de semilla en la siembra (kg).

## Período de descanso y ocupación

Los períodos de ocupación y descanso promedio fueron de 16,89 días y 30,58 días respectivamente; presentando máximos de 30 días de ocupación y 90 días de descanso (Cuadro 11). El período de ocupación es alto y podría estar comprometiendo la condición de la pastura (tiene relación con la carga animal), ya que según las leyes universales de pastoreo un período de ocupación no debería ser mayor a 7 días, para que el ganado no tenga oportunidad de pastorear dos veces la mismas planta en el mismo período (Franco 2009).

En la Figura 6, se presenta la correlación significativa para los períodos de ocupación y descanso con la condición de la pastura. Se observa que la mejor condición presenta tiempos de descanso mayores a 45 días. Así mismo, en las pasturas con malas condiciones, los períodos de descanso son insuficientes con relación a los tiempos de ocupación, períodos de ocupación mayores de 40 días no son apropiados para mantener en buen estado de la pastura como se presenta por su mayor frecuencia en las condiciones mala y muy mala, se refleja también en la figura, que la mejor calidad de las pasturas tiene que ver con que los períodos de descanso son mayores que los de ocupación por tanto, se podría pensar que un buen manejo de los mismos influyen en la mejora de la condición de la pastura.

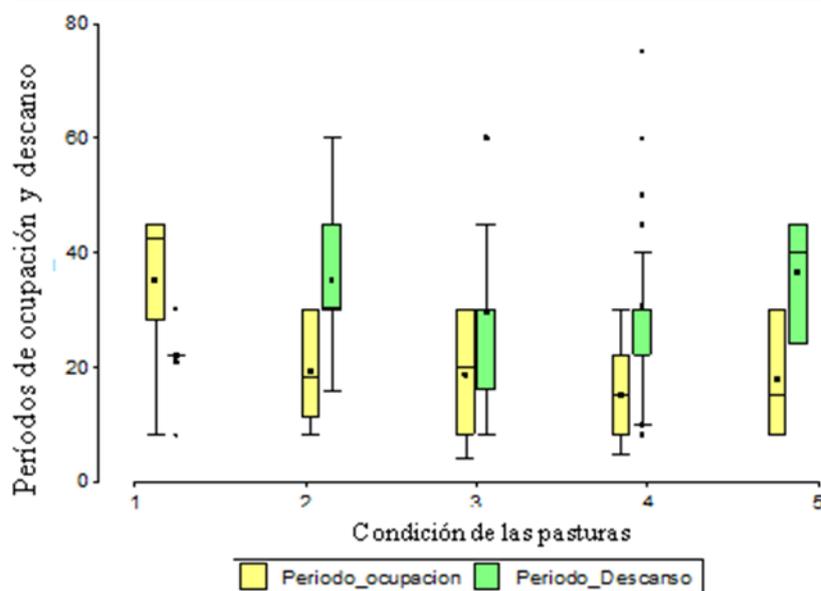


Figura 6. Periodos de Ocupación y descanso según la condición de pastura. Condiciones: 1= muy mala, 2= mala, 3= regular, 4= buena y 5 = óptima

Un aumento de los períodos de ocupación conlleva al sobrepastoreo, el cual ocasiona que se reduzca la capacidad productiva. Dávila et al. (2005) y Spain y Gualdrón (1991) señalan que el sobrepastoreo ocasiona 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. Posteriormente se facilita la invasión de malezas porque se deja el pasto menos palatable por lo que se envejece y es menos consumido por el ganado.

Es de gran conocimiento, que el manejo deficiente de los pastos es una causa de la baja productividad pecuaria, porque requiere de bases agronómicas, zootécnicas y/o presencia de asistencia técnica (Argel 2008).

Las alternativas de tratamientos y mejoras en el manejo estaría: realizar ajustes de la carga animal (acorde a la disponibilidad de pasto), períodos ocupación y descanso (disminución e incremento respectivamente). Con el fin de incrementar su productividad y proyectar su sostenibilidad en el tiempo, es importante mencionar que en los casos de pasturas con una condición mala o muy mala, la mejor alternativa será la renovación de la pastura (siembra de pasturas en asocio con leguminosas y árboles de regeneración natural si es posible, sistemas silvopastoriles, liberación del área para conservación o cambio de uso de la tierra según aptitud y mercado) para recuperar la condición productiva de la misma. En algunos casos según el grado de erosión del suelo, será necesario dejar en descanso el terreno (barbecho o regeneración natural) por al menos tres años y posteriormente realizar el establecimiento de la pastura directamente o por medio de un cultivo agrícola.

### **3.4.2 Impacto económico del estado actual de la condición de pasturas sobre la producción de carne y leche en la cuenca media del río Jesús María**

#### **3.4.2.1 Producción de leche**

Se encontró que las pérdidas de producción de leche variaron de 8,2 a 40,4% para una condición buena y una muy mala en comparación a la óptima respectivamente. Es decir una pastura en nivel (1) estaría produciendo al 60% de sus capacidades con relación a la óptima condición, asumiendo que ésta pastura (nivel 1) tiene potencial para llegar a un nivel óptimo (5); mientras que en el (4) estaría al 91,8%, el deterioro en la condición de las pasturas ocasiona una disminución en la calidad y por tanto pérdidas en producción (Cuadro 12).

Según Barrientos et al. (2010), en regiones de bajura de Costa Rica (menos de 1.000 msnm) se han encontrado producciones de leche entre los rangos de 1.5 y 4.3 kg/an/día, lo cual está dentro de los rangos utilizados en el presente estudio. Sin embargo, es de tener en cuenta, que en la simulación de esta investigación solo se incluyó una dieta base que fue la pastura, ya que el objetivo principal era evaluar el impacto de la condición de pasturas en la producción de leche y carne que se explicará más adelante, como efecto de la disponibilidad de pasto.

Como se mencionó anteriormente, casi la mitad de las tierras en buenas condiciones pertenecen, en su mayoría a productores medianos y grandes, el otro 50% está distribuido en pequeños y medianos productores para las condiciones 1, 2 y 3. Esto evidencia que los mayores impactos económicos con relación a las pérdidas encontradas, estarían entre los productores pequeños y medianos (Cuadro 12).

Cuadro 12. Producción de leche anual y pérdidas de ingresos brutos por condición de pasturas encontradas en la cuenca media del Río Jesús María.

Escenario	Kg Leche ha/año (a)	Area (ha) por condición (b)	Producción (kg/año) c=(a*b)	Ingresos US\$/año d=(c*pv)	Ingreso esperada US\$/año e=(b*p5*pv)	Pérdida US\$/año f=(e-d)	Pérdida (%)
1	460,3	182,7	84.100,5	33.640,2	56.467,5	22.827,3	40,4
2	498,7	234,8	117.090,1	46.836,0	72.570,1	25.734,1	35,5
3	600,1	1302,4	781.518,1	312.607,3	402.535,4	89.928,1	22,3
4	709,7	1641,4	1.164.835,9	465.934,4	507.310,8	41.376,4	8,2
5	772,7	108,9	84.144,9	33.657,9	33.657,9	-	-
<b>Promedio-suma</b>	608,3	3470,2	2,231,689,4	892.675,8	1.072.541,7	179.865,9	

Donde: 1= Muy mala, 2= Mala, 3= Regular, 4= Buena, 5= Optima

p (5)= Producción en el nivel óptimo= 772,7 kg leche/ha/año; pv= precio de venta tomado= US\$0.4

Considerando la proyección de pasturas a muy buena condición (5) en la cuenca media y que la región se dedicara a la producción de leche, se esperaría un ingreso anual total de US\$1.072.541,7; sin embargo, comparando el ingreso actual con el esperado, resulta una reducción (pérdida aparente) por año de US\$179.865,9. En otras palabras equivale a una pérdida general en la cuenca de US\$ 51.85/ha/año, esta reducción en los ingresos es mayor a la reportada por Betancourt et al. (2006) en Petén, Guatemala, quien encontró una reducción hasta del 33% de la producción de leche y de 43% la producción de carne, esto equivale a una disminución en el ingreso bruto por animal por año de US\$ 158 y 144 por leche y carne, respectivamente.

### 3.4.2.2 Producción de carne

Se encontró que las pérdidas de producción de carne variaron del 6 al 91,4% para una condición buena y una muy mala en comparación a la óptima respectivamente. Una pastura en nivel 1 estaría produciendo al 8,6% (13 kg por hectárea al año) de sus capacidades con relación a la óptima condición, asumiendo que ésta pastura (nivel 1) tiene potencial para llegar a un nivel (5) óptimo (153 kg por hectárea al año); mientras que en el (4) estaría al 94%, el deterioro en la condición de las pasturas ocasiona una disminución en la calidad y por tanto pérdidas en producción (Cuadro 13).

En la simulación, la condición muy buena de pastura (5) presenta una producción de carne de 153 kg/ha/año, dicho valor está dentro de los rangos encontrados por otros estudios en Costa Rica, como el de Holmann et al. (2007), quien reporta una producción de carne que varía entre 126 a 300 kg/ha/año. Es importante resaltar que la ganancia de peso puede mejorarse con una suplementación diseñada según la cantidad y calidad de la pastura, las metas de ganancia de peso y buscando el mejor costo –beneficio para la finca. Considerando que las pasturas de la cuenca media estuvieran en muy buenas condiciones (5) y dedicadas a la producción de carne, se esperaría un ingreso anual total de US\$957.567; sin embargo, analizando el ingreso actual con el esperado resulta una reducción en los ingresos (pérdida aparente) por año de US\$ 308.294,5. En otras palabras equivale a una pérdida general en la cuenca de US\$ 88.84/ha/año, Esta reducción en los ingresos es similar a la presentada por Holmann (2004), quien encontró en sus estudios en Honduras, disminución en la producción promedio de un nivel de degradación leve a severo de 434 kg/ha/año a 27 kg/ha/año respectivamente, lo que equivale a la disminución del 37% de la producción anual.

Cuadro 13. Producción de carne y pérdidas de ingresos brutos según la condición de pasturas encontradas en la cuenca media del Río Jesús María

Escenario*	Producción (Kg/ha /año) (a)	Area por condición (ha) (b)	Producción por condición (kg/año) c=(a*b)	Ingresos** por condición (US\$/año) d=(c*pv)	Ingreso esperado** US\$/kg/año e=(b*p5*pv)	Pérdida US\$/año f=(e-d)	%
1	13	182,7	2.400,7	4.321,2	50.414,2	46.093,0	91,4
2	26	234,8	6.084,8	10.952,7	64.790,7	53.838,0	83,1
3	76	1.302,4	98.878,2	177.980,8	359.384,3	181.403,5	50,5
4	144	1.641,4	236.648,8	425.967,9	452.927,9	26.960,0	6,0
5	153	108,9	16.694,4	30.049,9	30.049,9	-	-
<b>Promedio /Suma</b>	82	3.470,1	360.706,9	649.272,5	957.567,0	308.294,5	

\* 1= muy mala, 2= mala, 3= regular, 4= buena y 5 = óptima. \*\* Ingreso bruto utilizando un precio de venta.; p (5)= Producción en el nivel óptimo= 153 kg leche/ha/año; pv= precio de venta equivale a U\$1,8/Kg de peso vivo.

### 3.4.3 Estrategias para reducción de la degradación de pasturas

Las estrategias recomendables para la recuperación de pasturas, son aquellas conocidas como labores culturales y comprenden: clases de herbicida a utilizar, (dosis, frecuencia) aplicación de fertilizante (simple o compuesto) dosis, frecuencia, riego y drenaje (en caso de ser necesario), períodos de descanso. En el Cuadro 14 se puede observar la base de costos para clasificarlos y de acuerdo a ello, la aplicación de estrategias tanto de rehabilitación como de renovación según la condición.

Cuadro 14. Costo de las estrategias de rehabilitación y renovación según la condición de las pasturas.

<b>Estrategia</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Rehabilitación</b>					
Mayor período de descanso de la pastura, control de malezas y fertilización	N/A	N/A	+	+	-
<b>Renovación</b>					
Renovación de pasturas asociadas con leguminosas herbáceas (p.e. <i>Arachis pintoii</i> )	++	++	-	-	-
Sistema silvopastoril (pastura asociada con leguminosas herbáceas y combinada con árboles en un arreglo según las condiciones biofísicas y preferencias del productor)	++	++	+	-	-
Sistemas silvopastoril diversificado: banco forrajero de gramínea y leñosas forrajeras, ambos combinados con otras leñosas con fines maderables, frutales y otros usos	+++	+++	+++	-	-
<b>Liberación del área para regeneración natural*</b>	++	++	++	-	-

Donde: 1= Muy mala, 2= Mala, 3= Regular, 4= Buena, 5= Optima

+++ Alto costo ++ Mediano costo + Bajo costo- No aplica

\*Aplica para aquellas áreas que no tienen aptitud para ganadería y que tienen potencial para participar en un programa de pago por servicios ambientales u otro mecanismo de incentivo para conservación (créditos verdes – baja tasa interés en relación a la tasa comercial del mercado-, certificación, exención de impuestos, etc.).

Las pasturas para rehabilitación son aquellas que están entre las condiciones 3 y 4 y algunas en condición 2, que han perdido algo de cobertura y vigor por tanto, se podrían encontrar mejoras en las mismas con la aplicación de estas prácticas (Cuadro 14). Los tiempos requeridos para rehabilitación de acuerdo al estado encontrado pueden variar desde 2.5 a 5.9 meses de acuerdo con la condición en que se encuentren (Holmann 2004).

Aquellas pasturas que dificultan o imposibilitan la rehabilitación, tal es el caso de las condiciones 1 y 2, tanto por sus costos y tiempo de recuperación y que no son suficientes las estrategias, así como también en los casos donde el uso de la tierra no es el adecuado para ganadería (y que requieren la liberación de las áreas para regeneración natural o reforestación); tal es el caso de las condiciones 1 y 2, la renovación de pasturas es la mejor alternativa. En el Cuadro 15 se presentan de manera general los costos base para realizar estrategias de rehabilitación, las cuales dependerán de la condición, el

tiempo y el área, de ellas se conocerá si es una mejor estrategia la renovación de la pastura.

Cuadro 15. Costos de rehabilitación de pasturas por hectárea.

Item	Unidad	Cantidad	₡	US\$	Costo US\$
Herbicida	l/ha	3	3.847	7.694	23.1
Jornal	Día	15	7.000	14	210
Fertilizante granulado	kg/ha	3	9.500	19	57
Alquiler pastura*	animal/mes	2.2	5.000	10	22
Total					312

Información entregada por los productores en estudio de campo.

Puede darse el caso de algunas pasturas con condiciones entre 3 (regular) y 1 (muy malo), que luego de aplicar las estrategias de recuperación, tanto de rehabilitación como de renovación de pasturas, difícilmente lleguen al óptimo esperado (5) sino a una condición 3, tal vez por las condiciones y la geografía del lugar; la ganadería en estos casos, no es el uso potencial de la misma y como consecuencia de esto, se deben revisar las características del lugar para conocer con mayor certeza si es el caso mencionado, y realizar así un cambio de uso de tierra; de ser así, los incentivos para conservación ya sea para de bosque u otro tipo de uso de suelo, serían la mejor alternativa sin embargo será necesaria la revisión de las áreas con criterios de elegibilidad p.e. si está cercana a un parque natural, a un área protegida, o es una zona de importancia en la producción de agua (zona de recarga hídrica).

La aplicación de dichos incentivos (PSA) en Costa Rica<sup>8</sup>, actúa como un reconocimiento financiero por parte del país, a través de FONAFIFO, a los propietarios de bosques y plantaciones forestales, por los servicios ambientales que éstos proveen directamente en la protección y mejoramiento del medio ambiente; la cuenca presenta actualmente como áreas protegidas el Cerro Chompipe y la zona protectora Tivives.

Existen varias iniciativas acerca del diseño, implementación e impacto de los diferentes mecanismos para promover buenas prácticas de usos de tierra, entre otros están: el proyecto GEF Silvopastoriles-Banco Mundial, realizado entre el 2002 y el 2006 en Costa Rica, Colombia y Nicaragua; el proyecto CAMBIO en Nicaragua, PSA FONAFIFO, SAF, etc., los cuales han demostrado no sólo que es posible su realización, sino la importancia que éstos tienen en los cambios de comportamientos y creación de cultura de conservación ambiental.

<sup>8</sup> El pago de Servicios Ambientales PSA funciona en el Gobierno de Costa Rica de conformidad con la Ley Forestal No. 7575, se reconoce como servicios ambientales la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, protección del agua para uso urbano o rural, protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible así como la belleza escénica y natural para fines turísticos y científicos.

El proyecto CAMBIO, p.e., financiado por el Banco Centro Americano de Integración Económica (BCIE), que proporciona apoyos en calidad de créditos por medio de su red financiera regional, desarrollando nuevos productos financieros diseñados para MIPYME amigables con la biodiversidad, sumado a recursos del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) ayudan a crear dos mecanismos de apoyo a los fondos de crédito (Fondo de Garantía Parcial de Crédito y Fondo de Premios por generar beneficios para la biodiversidad).

Las facilidades para acceder a estos incentivos, a pesar de ser amplias, tienen algunas limitaciones relacionadas con: las características de idoneidad para cumplir los requisitos exigidos por la entidad donante; encontrar la entidad dispuesta a pagar este costo de oportunidad, debido a la alta demanda de posibles beneficiarios, por tanto se deben diseñar alternativas que cumplan con esta función, lo que mejor responde a estas necesidades es el diseño de SSP para reducir el impacto o intensificar la producción en menos área, logrando así liberar las áreas en estados de degradación altos; ya que los sistemas silvopastoriles utilizan diferentes formas de uso y ordenamiento de la tierra, que permiten una mejor productividad de la finca a través de la combinación de cultivos agrícolas con pastos, arbustos, árboles de uso múltiple y explotación de animales, al mismo tiempo o en forma sucesiva, para esto, el papel del estado es importante ya que de los incentivos con que cuentan los productores, se verá un cambio radical hacia la conservación de la cuenca.

Según Holmann (2004) en sus estudios en Honduras, tanto para productores como extensionistas estaban de acuerdo que es más fácil, práctico y económico recuperar pasturas que estaban en etapa temprana de degradación, de la misma forma, Lemus (2008) señala que en la medida que se disminuye la condición de la pastura, se va a requerir aumentos en los tiempos de descanso y uso de estrategias de alimentación adicionales que incrementarán el costo de producción. Se presentan los costos de recuperación de pasturas con base en información obtenida de este estudio y comparada con estudios locales (Cuadro 14), así mismo se muestran las diferentes estrategias de rehabilitación.

Según Holmann (2004), los costos de rehabilitación de pasturas degradadas se subsidian con las pérdidas estimadas durante el primer año; el mismo autor encontró en la percepción de extensionistas y ganaderos quienes consideraron que resultaba más económico, práctico y rápido rehabilitar pasturas que se encontraban en una etapa temprana de degradación (estados 4 y 3). En la medida que este proceso de degradación avanza (estados 2 y 1), el costo se incrementa significativamente así como también el tiempo requerido para rehabilitarlas. Por ejemplo para Honduras, donde se realizó el estudio, pasar del nivel leve a nivel sin degradación, costaba en promedio US\$29/ha y el proceso de rehabilitación tardaba 2.5 meses. A juicio de los productores y extensionistas esta cifra representaba el 26% de los ingresos en leche y carne que se estaban dejando de recibir anualmente.

### 3.5 CONCLUSIONES

La condición de las pasturas evaluadas en los potreros en la cuenca media del río Jesús María, evidenció que el 43.1% se encuentran en buenas condiciones (4 y 5), las cuales pertenecen a productores grandes y medianos. El 50% restante se divide en condiciones regular (3) 37.5%, mala (2) 6,8% y muy mala (1) 5,3% en su mayoría perteneciente a pequeños y medianos productores. En general la calificación de la cuenca media es de regular (3,4).

Aproximadamente la mitad de los terrenos de pasturas de la cuenca media, requieren al menos un tratamiento de recuperación (rehabilitación o renovación) para encaminar la pastura a una condición óptima acorde con las características del lugar y con las expectativas de producción, ya que en la medida que disminuye la condición, incrementa tanto el costo de recuperación como la reducción de la producción y las externalidades negativas para el ambiente.

Los principales indicadores que explican la condición de la pastura son la pendiente, cobertura, el vigor, y la presencia de erosión laminar. El establecimiento de las pasturas en terrenos vulnerables acentúa más la presencia de malas condiciones que obedecen a usos ganaderos en pendientes inclinadas.

La cobertura del pasto es el indicador que más valor tiene sobre la condición de la pastura, donde el establecimiento, la cantidad de semilla usada, la edad de la pastura antes de la entrada del ganado por primera vez, así como la resiembra son importantes para garantizar el éxito de misma en el largo plazo.

Según los resultados obtenidos, en la cuenca del Río Jesús María, los productores ganaderos dejan de producir entre 63 y 312 kg de leche por ha/año; en el caso de carne, dejan de producir entre 9 y 140 kg carne/ha/año; para la condición buena y muy mala en relación a la óptima respectivamente; esto se asocia a deficiencias en el establecimiento y manejo de las pasturas en las fincas. Esta reducción en la productividad puede ocasionar pérdidas económicas a nivel de cuenca media de US\$ 179.865,9 y US\$308.294,5 por año, para los escenarios de leche y carne respectivamente.

### 3.6 RECOMENDACIONES

Realizar evaluaciones periódicas a la condición de las pasturas, mínimo 2 veces en cada época (seca y lluviosa) por al menos 3 años continuos, de tal manera que permita identificar las causas que presentan mayor afectación, permitiendo así tomar decisiones oportunas, en primer lugar en el establecimiento de la pastura, que es donde se inicia el éxito o no de la misma y por otro lado relacionadas con el manejo, realizando ajustes según las condiciones del terreno y el potencial productivo de la especie forrajera para este sitio. Es importante que los productores entiendan estos procesos y sean capaces de ajustarse a las condiciones de producción, con el fin de conservar la sostenibilidad económica y ambiental de la región.

Los factores que ocasionan la mala condición de las pasturas (biofísicos y manejo) podrían estar indicando un mal uso del suelo y se deben considerar acciones para recuperar su condición, por tanto es importante promover e incentivar sistemas ganaderos sostenibles y amigables con el ambiente.

Las universidades, centros de investigación y el gobierno, juegan un papel fundamental en la sensibilización y aplicación de esta metodología de caracterización de la condición de pasturas, por tanto es necesario promover mediante escuelas de campo, la capacitación de manejo de pasturas para evitar o disminuir la degradación de las mismas y estrategias de suplementación, para mejorar la nutrición animal en la época crítica, de esta forma fomentar un manejo sostenible de los pastos.

Para llegar a conclusiones más precisas sobre la condición de pasturas, es necesaria una revisión más detallada de estos lugares, identificando sectores en los que estos terrenos o parcelas presenten este tipo de erosión, lo que significaría que no son aptos para el uso actual que se les está dando (ganadería) debido a que son terrenos vulnerables (pendientes inclinadas) y para protegerlo, se podría realizar con un cambio a uso forestal analizando las mejores estrategias de apoyo e incentivos que esto conlleva.

Realizar gestión territorial para reducir los conflictos relacionados con el uso de la tierra y promover su uso potencial.

Insertar mecanismos de incentivos para promover usos sostenibles de la tierra, por ejemplo el pago de servicios ambientales PSA que promueve la adopción de prácticas como los sistemas silvopastoriles donde se han visto grandes impactos en experiencias GEF Silvopastoriles, adicionando los lugares donde se deben liberar áreas que no son aptas para la ganadería y que además están en zonas críticas para la generación de servicios eco sistémicos. Además, dentro de un plan de reordenamiento gestión territorial se deberían de identificar los diseños de usos sostenibles de la tierra con menor impacto ambiental y sin afectar los medios de vida de las familias rurales.

Encontrar cambios relacionados con disminución en la condición de pastura, es un indicador que obliga la revisión a tiempo de los posibles efectos negativos en el manejo, que podrían estar ocasionándola, de esta manera, los productores pueden estar alerta sobre los mismos y realizar oportunamente soluciones para mantener las óptimas condiciones.

En general en la cuenca media, se deben liderar procesos que permitan mejorar las condiciones de las pasturas, en áreas con estados avanzados de degradación, es necesario realizar una planificación a nivel de finca y cuenca para reducir la degradación de los recursos naturales y las pasturas. De la misma forma, considerar estrategias de rehabilitación de pasturas así como de renovación y en las áreas donde el uso de suelo no es el adecuado para ganadería, aplicar estrategias de incentivos para realizar cambios de uso, revisando especialmente las áreas prioritarias por su cercanía a zonas de recarga hídrica o para conservación de bosques.

### 3.7 BIBLIOGRAFÍA

- Arce, E. 2011. Políticas diferenciales de apoyo al desarrollo sostenible del sector ganadero en Centroamérica con énfasis en el pequeño productor familiar. FAO, CR, informe nacional de costa rica 102 p.
- Barrientos, O.; Villegas, L. 2010. Ministerio Cadena Productiva de la Leche: Políticas y Acciones. Secretaría Ejecutiva De Planificación Sectorial Agropecuaria. Sector Agropecuario, CR, SEPSA y MAG. 11 p.
- Betancourt, H. 2006. Evaluación económica del impacto de la degradación de pasturas en fincas ganaderas de doble propósito en el Chal Peten. Thesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 91 p.
- Blanco, R. 2008. La evaluación de la vulnerabilidad del suelo a la degradación por uso ganadero en espacios montañosos. Análisis metodológico. Estudios Geográficos 264: 51-80.
- CATIE. 2010. Estudio de Competitividad para la Transformación de los Sistemas de Producción de Ganadería Bovina Tradicional en Modelos de Producción Sostenible en Diferentes Zonas Agroecológicas de Costa Rica. Programa de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente-CATIE. CONSULTORÍA SP-05-2009. Realizado para el Ministerio de Agricultura y Ganadería en el Marco del Programa de Fomento de la Producción Agropecuaria Sostenible. CONTRATO PRÉSTAMO 1436/OC-CR-BID. Turrialba, CR
- CORFOGA. 2000. Resumen del Censo Agropecuario 2000. <http://www.corfoga.org/censo.php>
- CORFOGA. 2010. Estadísticas Sectoriales, Cierre 2009. CORFOGA. <http://www.corfoga.org>
- Esquivel H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica. Doctoral PhD Thesis. Turrialba, CR CATIE. 161 p.
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal FONAFIFO, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 2011. (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) Caracterización, diagnóstico, línea base y zonificación territorial de la cuenca del Rio Jesus Maria. Turrialba, CR, 134p.
- Franco, M. 2009. Las leyes universales de André Voisin para el pastoreo racional. Colombia, Cultura Empresarial Ganadera. 33 p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung BMZ, Australian Government Australian Centre for International agricultural research, Department of International Development DID Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation CSIRO, Lucid Queensland Government Department of primary Industries and Fisheries, ILRI International Livestock Research Institute. 2004 Tropical Forages (en línea) Consultado 29 jun. 2011. Disponible en:

<http://www.tropicalforages.info/Multiproposito/key/Multiproposito/Media/Html/Brachiaria%20brizantha.htm/>

Holmann, F.; Argel, P.; Rivas, L.; White, D.; Estrada, R.D.; Burgos, C.; Perez, E.; Ramírez, G.; y 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. Edición Alberto Ramírez P. Cali, CO: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Dirección de Ciencia y Tecnología (DICTA); International Livestock Research Institute (ILRI), 37 p. (Documento de trabajo No.196)

\_\_\_\_\_; Rivas, L.; Pérez, E.; Castro, C.; Schuetz, P.; Rodríguez, J. 2007. La cadena de carne bovina en Costa Rica: Identificación de temas críticos para impulsar su modernización, eficiencia y competitividad. Cali, CO: (CIAT); (ILRI); Corporación Ganadera (Corfoga), 68p- (Documento de trabajo No. 206).

Lascano, C.E.; Euclides, V.P.B. 1998. Calidad nutricional y producción animal en las pasturas de Brachiaria. In Miles, J.W; Mass, B.L; Valle, C.B. do; Kumble, V. eds Brachiaria: Biología, agronomía y mejoramiento. CIAT, Cali, CO. p. 116-135. CIAT, Cali, CO. P 116-135. (CIAT publicación no. 295)

Leos-Rodríguez J.A.; Serrano-Páez A.; Salas-González J.M.; Ramírez-Moreno P.P.; y Sagarnaga Villegas M. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. MX 18p.

León Velarde, C.; Quiroz, R. A.; Cañas, R.; Osorio, J.; Guerrero, J.; Pezo, D. 2006. LIFE SIM: Livestock feeding strategies simulation models. CIP, Lima, PE. 37p. (Working paper no. 2006-1)

Lobo M.; Acuña V. 1999. Producción de leche en vacas de doble propósito pastoreando una pastura Brachiaria Brizantha cv. La libertad sola y asociada con *Arachis Pintoi* cv. Porvenir en el trópico sub húmedo. In XI congreso nacional agronómico (10, 1999) Dirección de Investigaciones agropecuarias MAG, San José, CR.

MacLeod N.D.; Ash A.J.; McIvor J.G.; 2004. An economic assessment of the impact of grazing land condition on livestock performance in tropical woodlands.

- MacLeod, N.D.; Ash, A.J.; McIvor, J.G. 2004. An Economic Assessment of the impact of grazing land condition livestock performance in tropical woodlands. *The Rangeland Journal* 26(1). Queensland, AU. 49 – 71p Tambien disponible en <http://www.southwestnrm.org.au/sites/default/files/uploads/ihub/macleod-nd-et-al-2004an-economic-assessment-impact.pdf>
- Padilla, C.; Sardiñas, Y. 2005. Degradación y recuperación de los pastizales. Instituto de Ciencia Animal, La Habana CU. 18p.
- Perea, N. Lizcano, C. 2013. Uso del pasto vetiver como una propuesta de bioingeniería en la estabilización de taludes. Universidad Industrial de Santander, CO. 23p.
- Pimentel, D.; Stachow, U.; Takacs, D.; Brubaker, H.W.; Dumas, A R.; Meaney, J. J.; O'neil, A.S.; Onsi, D.E.; Corzilius, D.B. 1992. Conserving biological diversity in agricultural and forestry systems *BioScience* 42( 5) 60p.
- Rodríguez-Romero, N.L.; Araujo-Febres, O.; González, B. 2004. Efecto de la adición de úrea sobre la composición química y digestibilidad in vitro de la materia seca de heno de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick cosechado a diferentes edades. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 12,(2), pp. 52-58. San Cristóbal, VE.
- Rodríguez, G.; Patiño, R.; Altahona, L.; Gil, J.; 2011. Dinámica de crecimiento de pasturas con manejo rotacional en diferente topografía en un sistema de producción de carne vacuna en Córdoba, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Animales* 3 (1) 47-61p.
- Sierra, J. 2005. Fundamentos para el establecimiento de pasturas y cultivos forrajeros — 2.a edición. Universidad de Antioquia Colección Ciencia y Tecnología, Ciencia y Tecnología Editorial xvi, 246 p.
- Steinfeld, H.; Gerber, P.; Wassenaar, T.; Castel, V.; Rosales, M.; De Haan, C. 2006. *Livestock's long shadow*. Roma, IT, FAO 391 p.
- Szott, L.; Ibrahim, M.; Beer, J.; (2000). The Hamburger connection hangover: Cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. Turrialba, CR, CATIE 71p.
- Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Haensel, G. 2010, Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles: estudios de caso en América Central. Turrialba, CR., CATIE 78p.

### 3.8 ANEXOS

Tabla de datos para alimentar LIFE SIM

Anexo 1. Disponibilidad Materia Seca KgMS/ha/mes para cada condición de pastura.

<b>Disponibilidad KgMS/ha/mes</b>	<b>Optima 95%</b>	<b>Buena 82.5%</b>	<b>Regular 67.5%</b>	<b>Mala 50%</b>	<b>Muy Mala 30%</b>
Enero	700	607.9	497.4	368.4	350
Febrero	600	521.1	426.3	315.8	300
Marzo	600	521.1	426.3	315.8	300
Abril	600	521.1	426.3	315.8	300
Mayo	2000	1736.8	1421.1	1052.6	631.6
Junio	3500	3039.5	2486.8	1842.1	1105.3
Julio	3500	3039.5	2486.8	1842.1	1105.3
Agosto	3500	3039.5	2486.8	1842.1	1105.3
Septiembre	3500	3039.5	2486.8	1842.1	1105.3
Octubre	3000	2605.3	2131.6	1579	947.4
Noviembre	3000	2605.3	2131.6	1579	947.4
Diciembre	2500	2171.1	1776.3	1315.8	789.5

Anexo 2. Valores de Carga Animal, consumo potencial de MS digerida y corrección de factor de energía según la condición de pastura.

Escenarios	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Carga animal	2.2	1.8	1.3	1	0.7
Consumo potencial MSD*	4	3.5	3	2.5	2
Corrección factor de energía	10	15	25	35	50

Donde: 1= Muy mala, 2= Mala, 3= Regular, 4= Buena, 5= Optima

MSD= materia seca digerida

Anexo 3. Promedios tomados de cada condición de pasturas para cálculo de la Materia Seca Disponible MSD.

Condición	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Metodología	0-40	40-60	61-75	76-90	90-100
Promedio	20	50	68	83	95

Donde: 1= Muy mala, 2= Mala, 3= Regular, 4= Buena, 5= Optima

Anexo 4. Análisis de correlación entre la condición de pastura e indicadores de erosión versus. Variables estudiadas

Indicador	Condición pastura	Erosión Laminar	Surcos y Cárcavas
Cobertura de Forraje	N/A	0,35*	0,30*
Cobertura de Maleza	N/A	0,33*	0,19*
Cobertura Piedras y Suelo desnudo	N/A	0,40*	0,31*
Vigor Pastura	N/A	0,31*	0,32*
Uniformidad Uso Pastura	N/A	0,34*	0,26*
Sobrepastoreo	N/A	0,36*	0,19*
Compactación extrema	N/A	0,25*	0,23*
Pendiente	-0,36*	-0,44*	-0,26*
Altitud	-0,31*	-0,32*	-0,18*
Cantidad semilla de pasto sembrado Kg/ha	0,18*	0,00	0,06
Resembro pasto	0,12	0,05	0,06
Usa Fertilizante	0,01	0,13	-0,20*
Control de Plagas (si/no)	0,31*	0,15	0,16*
Percepción del productor sobre el éxito de la siembra de la pastura	0,81*	0,33*	0,37*
Periodo de Ocupación	-0,20*	-0,26*	-0,12
Periodo de descanso	0,07	-0,20*	0,12
Altura del Pasto al momento de la muestra	0,33*	0,19*	0,13
Uso de Chapias (si/no)	-0,09	0,02	0,06
Edad de la pastura	0,001	0,02	-0,02
Edad al primer uso de la pastura	-0,11	-0,05	-0,01
Tipología Productor	0,10	0,09	0,06
Carga Animal (UA)	0,05	0,04	0,02
Area del Potrero	0,001	-0,07	-0,03

\*p<0.001