

Cuantificación y calificación de pasturas degradadas  
incorporando conocimiento local de ganaderos de  
la Calzada Mopán, Dolores, Petén, Guatemala

**KAREN JUDITH HERNÁNDEZ CABRERA**

---

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

**“CUANTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS  
INCORPORANDO CONOCIMIENTO LOCAL DE GANADEROS DE LA  
CALZADA MOPÁN, DOLORES, PETÉN, GUATEMALA**

**POR**

**KAREN JUDITH HERNÁNDEZ CABRERA**

**CATIE**

**Turrialba Costa Rica**

**2001**

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO

**CUANTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS  
INCORPORANDO CONOCIMIENTO LOCAL DE GANADEROS DE LA  
CALZADA MOPÁN, DOLORES, PETÉN, GUATEMALA**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación y Desarrollo y a la Conservación del Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza como requisito parcial para optar al grado de:

Magíster Scientiae

Por

KAREN JUDITH HERNÁNDEZ CABRERA

Turrialba, Costa Rica

2001

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

*MAGISTER SCIENTIAE*

FIRMANTES:

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

Celia Harvey, Ph.D.  
**Miembro Comité Consejero**

Cornelis Prins, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**

Guillermo Detlefsen, M.Sc.  
**Miembro Suplente Comité Consejero**

Ali Moslemi, Ph.D.  
**Director Escuela de Posgrado**

Karen Judith Hernández Cabrera  
**Candidata**

## DEDICATORIA

*A DIOS.....*  
*....Qué sería de mí si no me hubieras rescatado y levantado.*

*A Sarita y Gertu.....*  
*....por sobrellevar los días conmigo en el campo.*

*A mis Papás y mi Hermana.....*  
*....por su amor y apoyo a pesar de las vicisitudes.*

## AGRADECIMIENTOS

A mis Padres  
Gertulio Hernández y Elsitá Cabrera

A mis Hermanos  
Maryssa y Gertulio

A mi Abuelita María Luz y  
Mis Tías Flory e Ibrandy

Al **CATIE** y **DANIDA**

A los Proyectos **PDS** y **NORAD**

Al Dr. Allan González y su familia

Al **ICTA**, especialmente al Ing. Carlos Collado  
y el personal del laboratorio de suelos

A la **Facultad de Medicina Veterinaria y  
Zootecnia**

Al **Laboratorio de Bromatología** de la FMVZ  
Luis Corado, Miguel Rodenas, Tono, Hans,  
Marina y Don Pantaleón

Al **Centro Universitario de Petén**,  
especialmente al personal del laboratorio y al  
Lic. Magno Orellana

A "CALULA" mi asistente de campo y Don  
Juanito, su padre.

A todos los productores de la Calzada Mopán,  
Las Delicias, El Calabazal y Agua Blanca.

A los Doctores Charles Staver y Bruce  
Ferguson

A Frank López, El personal de Posgrado,  
Todos mis amigos de la Biblioteca Orton, el  
personal del área de Agroforestería y del  
Edificio Wallace en el CATIE

A mi familia de CATIE: Ángela, Judith, Tania,  
Cristóbal, Alfredo, Marco, Karla, Beatriz,  
Cristina, Jaime, Wilber, Norvea y Carissa  
Sabido, Alex Hernández y familia.

A los **Doctores miembros de mi comité  
consejero** Muhammad Ibrahim, Celia Harvey,  
Cornelis Prins y al Mg. Sc. Guillermo  
Detlefsen

Por amarme tanto y afrontar los obstáculos a mi lado y  
seguirme amando a pesar de mí misma.

Que siempre me han apoyado en todo. Al ser mis  
auxiliares, niños, asistentes de campo, y  
especialmente mis hermanos.

Porque las distancias no nos han separado nunca.

Por permitirme vivir la experiencia y el conocimiento  
de un estudio de posgrado.

Que me permitieron realizar todo el trabajo de campo y  
que apoyaron al cubrir mis necesidades durante el  
trabajo de campo.

Su apoyo siempre incondicional me ayudo más que  
simples promesas.

Por su ayuda, comprensión y paciencia conmigo.

Por permitirme la oportunidad y el tiempo de terminar  
con mis trámites de tesis

Siempre dispuestos a ayudarme, buscando los espacios  
dentro de sus múltiples actividades.

Estuvieron siempre dispuestos a solucionar mis  
problemas y mis dudas. Siempre me apoyaron sin  
dilación.

Sin su apoyo las distancias recorridas hubieran sido  
insalvables.

La oportunidad de entrar a sus fincas y aprender de sus  
conocimientos fue invaluable.

Quienes reservaron tiempo dentro de sus ocupadas  
actividades para resolver mis dudas interminables.

Gracias por tener siempre tiempo para mí, mis dudas,  
mis penas y mis apuros.

Me permitieron crecer, aprender, vivir, soñar, tener fe,  
esperanza y lo más importante afirmarme en la vida.  
Gracias por contribuir grandemente a mi bienestar,  
alegría y tranquilidad durante mi estancia en Costa  
Rica.

Sus conocimientos, paciencia, y amistad sirvieron  
muchísimo en mi crecimiento profesional y durante la  
elaboración de este trabajo de investigación

## CONTENIDO

<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1 OBJETIVOS</b>	<b>3</b>
1.1.1 <i>Objetivo General</i>	3
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i>	3
<b>1.2 HIPÓTESIS</b>	<b>4</b>
<b>2 REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>4</b>
2.1 Deforestación y Degradación de los Bosques	4
2.2 Degradación de Pasturas en los Trópicos	6
2.3 La Dinámica de la Degradación de Pasturas en Petén	7
2.4 Las Zonas Ganaderas en el Departamento de Petén	8
2.5 Forma de Manejo de Los Pastizales y su Degradación	10
2.6 Formas de Recuperación de Pasturas Degradadas	12
2.7 Alternativas de los Sistemas Silvopastoriles	13
2.8 Conocimiento Local	15
2.9 El Papel de las Instituciones Nacionales e Internacionales	16
<b>3 MÉTODOS</b>	<b>19</b>
3.1 Descripción del Área de Estudio	19
3.2 Etapas del Proceso de Investigación	21
3.2.1 <i>Talleres de caracterización participativa</i>	21
3.2.2 <i>Caracterización de sistemas de producción y conocimiento local sobre pasturas degradadas</i>	23
3.2.2.1 <i>La encuesta</i>	24
3.2.2.2 <i>Selección de potreros</i>	24
3.2.3 <i>Estado biofísico del suelo y abundancia y productividad de las pasturas</i>	25
3.2.3.1 <i>Evaluación físico-química del suelo</i>	25
3.2.3.2 <i>Porcentaje de cobertura, producción de biomasa y calidad de las pasturas</i>	26
3.2.3.3 <i>Caracterización de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas</i>	27
3.3 Análisis de los Datos	28
<b>4 RESULTADOS</b>	<b>31</b>
4.1 Caracterización de los Sistemas de Producción	31
4.1.1 <i>Análisis de conglomerados</i>	31
4.2 Caracterización de las Fincas Ganaderas	34
4.2.1 <i>Condiciones de vida</i>	34
4.2.2 <i>Uso de la tierra</i>	35
4.2.3 <i>Manejo de la finca</i>	38
4.2.4 <i>Componente animal</i>	40
4.3 Análisis Canónico Discriminante	41
4.4 Modelo de Regresión Múltiple por Pasos	43
4.5 Cuantificación y Calificación de Pasturas Degradadas	44
4.5.1 <i>Causas de la degradación de pasturas</i>	46
4.5.2 <i>Conocimiento local de pasturas degradadas</i>	46
4.5.3 <i>Prácticas de recuperación de pasturas degradadas</i>	48

4.6	Especies Leñosas y Herbáceas Indicadoras de los Diferentes Estados de Degradación	48
4.6.1	<i>Inventario de leñosas y herbáceas encontradas en los dos sistemas de producción</i>	48
4.6.2	<i>Estado de regeneración natural</i>	52
4.6.3	<i>Conocimiento local sobre la presencia de árboles dispersos en potreros</i>	53
4.6.4	<i>Invasión de malezas en los potreros</i>	54
4.6.5	<i>Especies indicadoras</i>	57
4.7	Modelo de Regresión Múltiple por Pasos	60
4.8	Cuantificación de las Áreas de Pasturas Degradadas	61
4.9	Evaluación Físico Química del Suelo	62
4.10	Producción y Calidad de las Pasturas	65
4.11	Análisis Canónico Discriminante	67
4.12	Modelo de Regresión Múltiple	69
5	DISCUSIÓN	71
5.1	Caracterización de los Sistemas de Producción	71
5.1.1	<i>Condiciones de vida y uso de la tierra</i>	71
5.1.2	<i>Manejo de la finca</i>	73
5.1.3	<i>Comercialización</i>	75
5.2	Efecto Multivariado sobre los Estados de Degradación	76
5.3	Modelo para los Estados de Degradación	77
5.4	Conocimiento Local	79
5.4.1	<i>Degradación de pasturas y sus causas</i>	79
5.5	Especies Leñosas y Herbáceas Indicadoras de los Diferentes Estados de Degradación	81
5.5.1	<i>Inventario de Especies</i>	81
5.5.2	<i>Especies Presentes</i>	83
5.6	Cuantificación y Calificación de Pasturas Degradadas	86
5.7	Evaluación Físicoquímica del Suelo	87
5.8	Producción y Calidad de las Pasturas	89
5.9	Opciones de Producción Silvopastoril para la Recuperación de Pasturas Degradadas	90
5.9.1	<i>Sistemas silvopastoriles para potreros ubicados en degradación leve</i>	92
5.9.1.1	<i>Sistema de producción de engorde (EN)</i>	92
5.9.1.2	<i>Sistema de producción de doble propósito (DP)</i>	93
5.9.2	<i>Sistemas silvopastoriles para potreros ubicados en degradación moderada</i>	94
5.9.2.1	<i>Sistema de producción de engorde (EN) y doble propósito (DP)</i>	94
5.9.3	<i>Sistemas silvopastoriles para potreros ubicados en degradación severa</i>	95
5.9.3.1	<i>Sistema de producción de engorde (EN) y doble propósito (DP)</i>	95
6	CONCLUSIONES	97
7	RECOMENDACIONES	100
8	BIBLIOGRAFÍA	102
9	ANEXOS	114



## CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Distribución de los potreros sometidos a la evaluación de estado físicoquímico del suelo, calidad y productividad de las pasturas y observación de arbóreas, arbustivas y malezas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén.	25
<b>Cuadro 2.</b> Principales variables cuantitativas que participaron en el agrupamiento, de los sistemas de fincas encuestadas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén.	33
<b>Cuadro 3.</b> Principales variables cualitativas que agruparon los sistemas de producción bovina identificados en la Calzada Mopán, Dolores, Petén (n=35 productores.	34
<b>Cuadro 4.</b> Proceso de desarrollo de la ganadería y cambio de uso del suelo en los últimos 40 años en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Información aportada por los productores durante el taller de caracterización participativa y durante la fase de recorrido de sus potreros.	36
<b>Cuadro 5.</b> Pastos presentes en la Calzada Mopán, Dolores, Petén, y su distribución porcentual con respecto al número de productores entrevistados por sistema de producción (DP n = 20, EN n =15)	37
<b>Cuadro 6.</b> Prácticas más comunes usadas para el establecimiento de las pasturas por los productores en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Los porcentajes corresponden al número de productores entrevistados por sistema de producción (DP n = 20, EN n =15)	38
<b>Cuadro 7.</b> Variables de mayor peso en la estructura canónica total y su relación con la degradación de las pasturas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén	43
<b>Cuadro 8.</b> Valores de $R^2$ y probabilidad de F para las variables socioeconómicas y de manejo que influyen en la dinámica de los estados de degradación moderada y severa de las fincas analizadas de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. ( $P<0,05$ )	44
<b>Cuadro 9.</b> Comparación de los parámetros utilizados por el técnico y el productor para describir los diferentes estados de degradación de las pasturas en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén	45
<b>Cuadro 10.</b> Principales causas de degradación de los potreros, de acuerdo con el conocimiento de los productores del área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén	46
<b>Cuadro 11.</b> Características de los suelos, pastos, especies de árboles y malezas indicadoras de los diferentes estados de degradación presentes en los potreros del área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Información proporcionada por los productores (n= 35) en la encuesta	47

<b>Cuadro 12.</b> Prácticas más comunes utilizadas por los productores en la recuperación de potreros degradados del área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén	48
<b>Cuadro 13.</b> Nombres comunes, nombres científicos y usos de los árboles encontrados en el inventario realizado en los potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén	49
<b>Cuadro 14.</b> Nombres comunes, nombres científicos y tipo de malezas encontradas en el inventario realizado en los potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén	50
<b>Cuadro 15.</b> Abundancia y riqueza de especies de árboles y malezas presentes en los potreros bajo estudio de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Estimados sobre la base de parcelas de 0,10 ha <sup>-1</sup>	51
<b>Cuadro 16.</b> Comparación de la composición de especies arbóreas y herbáceas de los diferentes estados de degradación presentes en la Calzada Mopán, Dolores, Petén, por medio del índice de similitud de Jaccard	52
<b>Cuadro 17.</b> Densidad media ha <sup>-1</sup> de los diferentes estados sucesionales de la regeneración natural de especies de arbóreas para los diferentes estados de degradación presentes en la Calzada Mopán, Dolores, Petén.	53
<b>Cuadro 18.</b> Especies arbóreas características de los diferentes estados de degradación mencionadas en el taller participativo, en la encuesta y presentes en potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.	55
<b>Cuadro 19.</b> Especies herbáceas y arbustivas que invaden las áreas de pasturas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén, según orden de los productores dado en el taller participativo y en la encuesta. Dinámica de apareamiento dentro de los potreros. Reportados sólo los mayores porcentajes del total de respuestas	56
<b>Cuadro 20.</b> Especies de malezas características de los diferentes estados de degradación mencionadas en el taller participativo, en la encuesta y presentes en potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.	56
<b>Cuadro 21.</b> Medias y valores de significancia del análisis de varianza de las especies de malezas más características presentes en los potreros bajo estudio de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.	60
<b>Cuadro 22.</b> Valores de R <sup>2</sup> y probabilidad de F para las variables fisicoquímicas del suelo y abundancia y riqueza de árboles y malezas que influyeron en la dinámica de los estados de degradación moderada y severa de las fincas analizadas de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. (P<0,05)	61

- Cuadro 23.** Distribución porcentual de los diferentes estados de degradación en los potreros bajo estudio del área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Calificación dada por los productores encuestados y comparada con el criterio de calificación del técnico 62
- Cuadro 24.** Estado fisicoquímico de los suelos según el estado de degradación de los diferentes potreros evaluados en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén (desviación estándar). 63
- Cuadro 25.** Medias y niveles de significancia según el análisis de varianza de los elementos del suelo estadísticamente diferentes según los estados de degradación presentes en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén (desviación estándar) 64
- Cuadro 26.** Comparación de medias de los elementos del suelo estadísticamente significativos ( $P < 0,05$ ). Según los diferentes estados de degradación y topografía presentes en los potreros bajo estudio en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. 64
- Cuadro 27.** Medias y niveles de significancia según el análisis de varianza de los elementos de producción y calidad de las pasturas presentes en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. 65
- Cuadro 28.** Variables de mayor peso en la estructura canónica total según criterio de ubicación de los potreros dados por el productor, y su relación con la degradación de las pasturas en la Calzada Mopán, Petén 69
- Cuadro 29.** Valores de  $R^2$  y probabilidad de  $|t|$  para las variables fisicoquímicas del suelo, y de calidad y producción de las pasturas que influyen en la dinámica de los estados de degradación moderada y severa de las fincas analizadas de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. ( $P < 0,05$ ) 70

## FIGURAS

- Figura 1.** Ubicación del área de estudio en la Calzada Mopán, Petén, Guatemala. 20
- Figura 2.** Valores de la prueba de pseudo  $t^2$  en relación al número de conglomerados de fincas encuestadas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén 32
- Figura 3.** Diagrama de clasificación de los sistemas de producción por similitud en las variables socioeconómicas y de manejo de las pasturas. Los conglomerados agrupan a los 35 productores por su número de código dado en la encuesta. 32
- Figura 4.** Promedios de área total de finca predominantes en cada sistema de producción en la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Las líneas representan las desviaciones estándar; letras distintas indican diferencias significativas entre sistemas ( $P < 0,05$ ) 34
- Figura 5.** Distribución porcentual del uso del suelo en las fincas de los sistemas de producción presentes en la zona de la Calzada Mopán, Dolores, Petén (las líneas representan las desviaciones estándar; las barras de diferente color a los dos sistemas de producción y las letras diferentes indican diferencias significativas) 37
- Figura 6.** Distribución porcentual de los diferentes estados de degradación en las fincas de los sistemas de producción presentes en la zona de la Calzada Mopán, Dolores, Petén (las líneas representan las desviaciones estándar; las barras de diferente color representan a los dos sistemas de producción y las letras diferentes indican diferencias significativas) 39
- Figura 7.** Relación entre los conglomerados o grupos de degradación con respecto a la variable canónica 1 y 2. Calzada Mopán, Dolores, Petén. Números representan los conglomerados: 1 (0-10% de degradación moderada+severa), 2 (10-50 % de degradación moderada+severa) y 3 (>50% de degradación moderada+severa) 42
- Figura 8.** Densidad de especies de arbóreas y de malezas por hectárea en los diferentes estados de degradación presentes en la Calzada Mopán. Las líneas representan la desviación estándar 51
- Figura 9.** Presencia de especies arbóreas en los potreros (a) y mencionadas en la encuesta (b) en la Calzada Mopán, Dolores, Petén y en los tres estados de degradación encontrados en el área de estudio (ref. Cuadro 18). 58
- Figura 10.** Presencia de (a) especies de malezas en los potreros y (b) mencionadas en la encuesta en la Calzada Mopán, Dolores, Petén en los tres estados de degradación encontrados en el área de estudio (ref. Cuadro 20). 59

- Figura 11.** Porcentajes de materia seca de los pastos en las distintas interacciones de topografía por degradación (leve  $n=12$ ; moderada  $n=11$ ; y severa  $n=12$ ) de los potreros bajo estudio de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Las líneas representan las desviaciones estándar y las barras de diferente color, a las diferentes topografías ( $P<0,05$ ). 66
- Figura 12.** Porcentajes de fibra cruda de los pastos en las distintas interacciones de topografía por degradación de los potreros bajo estudio de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. (las líneas representan las desviaciones estándar; las barras de diferente color a las diferentes topografías) ( $P<0,05$ ) 67
- Figura 13.** Relación entre los conglomerados o grupos de degradación con respecto a la variable canónica 1 y 2 de los elementos físicoquímicos del suelo y pasto. Calzada Mopán, Dolores, Petén. (1 observación oculta. Números representan los conglomerados: 1 (0-10% de degradación moderada+severa), 2 (10-50% de degradación moderada+severa) y 3 (>50% de degradación moderada+severa). 68
- Figura 14.** Avance de los estados de degradación de los suelos y las pasturas en función del aumento de la carga animal en los potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén 78

**Hernández C., Karen J. 2001.** Cuantificación y calificación de pasturas degradadas incorporando conocimiento local de ganaderos de la Calzada Mopán, Dolores, Petén, Guatemala.

### **Resumen**

La degradación de las pasturas es un problema significativo alrededor del mundo y las técnicas normalmente utilizadas para su recuperación son de alto costo. El desconocimiento por parte de los técnicos de la dinámica de cambio de los indicadores propios de cada estado de degradación induce muchas veces a utilizar prácticas de recuperación poco adecuadas. Con la finalidad de determinar indicadores que fueran de utilidad para la cuantificación de las áreas de pastos que se encuentran en las diferentes etapas de degradación, se evaluó el conocimiento local de los ganaderos: el grado de conocimiento y el tipo de manejo que le dan a las especies leñosas de regeneración natural que se encuentran en sus fincas.

Se caracterizó los sistemas de producción presentes en la zona de la Calzada Mopán, Dolores, Petén, Guatemala. Se entrevistó a 35 productores para identificar los factores ecológicos y socioeconómicos que inciden en la decisión de plantar, retener y/o cortar dichos árboles en sus fincas, y además se llevó a cabo una evaluación de campo de los factores físico-químicos de los suelos y de la productividad, abundancia y calidad de las pasturas presentes (en 35 potreros) para corroborar si la información dada por los productores será útil de ser usada para la determinación de las características de los estados de degradación.

Para agrupar los sistemas de producción a través de características similares se realizó análisis de conglomerados. Se encontró dos sistemas, el de doble propósito (57% de los productores) y el de ganado de engorde (43%), determinándose que aunque el sistema de ganado de engorde posee el menor porcentaje de productores, fue en realidad el que influyó más en la formación de los conglomerados. Pudo constatarse que los productores de la zona conocen las especies de árboles, arbustos y herbáceas que se encuentran dentro de los potreros en diferentes etapas de degradación, pero no saben hacer una discriminación de cuáles especies son las más características de cada etapa. La ubicación que dieron los productores a los potreros dentro de los diferentes estados de degradación, influyó en que los análisis físicoquímicos del suelo, y de

calidad y productividad de las pasturas no mostraran diferencias significativas entre degradaciones al aplicarse un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Duncan.

Después de realizar un análisis canónico discriminante y de regresión múltiple por pasos, se concluye que las técnicas de manejo de los sistemas de producción son las principales causantes de la degradación. Las quemas, chapias y aplicación de herbicidas para la limpieza y renovación de las pasturas en los potreros, unidas a la alta carga animal y el sobre pastoreo, están llevando a las pasturas de la zona hacia estados severos de degradación. Los productores entrevistados conocen muy bien las características que presentan los potreros en los diferentes estados de degradación. Identifican los cambios que ocurren en sus pasturas conforme esos estados avanzan, pero no optan por técnicas diferentes de manejo para aminorar o evitar esta condición en sus fincas.

El hecho que los productores califiquen los potreros de sus propias fincas provoca un sesgo grande con respecto a la ubicación de los mismos dentro de los estados de degradación, ya que ubicar los potreros en alguna de las categorías de degradación los hace sentirse incómodos, pero casi siempre están conscientes del mal manejo al que están siendo sometidas sus pasturas.

En la zona bajo estudio no hay muchos árboles forrajeros dispersos en los potreros debido a la selección hecha por los productores en el momento de la chapia, y además por falta de interés no observan cuáles son los más consumidos cuando el ganado se ve en la necesidad de cubrir sus requerimientos alimenticios con el follaje de algunos árboles.

Los cambios en las pasturas deben ser monitoreados en el tiempo para poder entender con qué intensidad se dan, qué elemento del sistema es el que se perturba primero y poder entonces tener los criterios necesarios para entender la dinámica de degradación para cada lugar en particular.

**Hernández C., Karen J. 2001.** Cuantificación and qualification of Degraded pastureland using local knowledge of farmers on La Calzada Mopán, Dolores, Petén, Guatemala.

### Summary

Pasture degradation is a significant problem throughout the world, and the technologies normally used for its restoration are expensive. In general local experts do not have sufficient knowledge about the problems related to pasture degradation and have promoted unsustainable alternatives for recovery of degraded pasture lands. The objectives of this study was to determine useful indicators for the quantification of pasture areas found in different degradation phases by assessing farmer's local knowledge about pastureland degradation and management provided to natural regeneration woody species in their farms.

The production systems on the study area (Calzada Mopán, Dolores, Petén, Guatemala) were characterized. Thirty five farmers were interviewed to identify ecological and socioeconomic factors that affect their decision on planting, keeping or removing trees from their properties. Also, soil and grass samples were taken to measure its physicochemical properties and pastures' productivity and quality to check if the information given by farmers would be useful in the determination of the different phases of degradation characteristics.

The study area's production systems were grouped using the cluster analysis. Two systems were found: double purpose system (57% of the interviewed farmers) and the beef system (43%). Though the beef system showed the minimum farmer's percent, it was the system that most influenced the cluster conformation. The farmers knew the trees, shrubs and herbs' names present in their pasturelands' different phases of degradation, but generally did not know how to discriminate which of them are the most common in each phase. Because of the way farmers allocate their pastures on the different phases of degradation, the soil's chemical and physical analysis and the grasses' productivity and quality of the grasses did not show statistical differences between degradation phases when ANOVA and Duncan analysis were used.



After the use of canonical discriminant and stepwise regression analysis, it was concluded that management techniques on the production systems are the principal causes of degradation. Burning, manual weed control, and weed killer applications used to promote the cleaning and restoration of pastures linked to overgrazing and high stocking rates are driving pasturelands located on the study area to severe stages of degradation. The interviewed farmers knew very well the characteristics of the pasturelands that are on different phases of degradation. They could recognize those changes as they occur through time but do not look for different management options to reduce or prevent degradation conditions on their farms.

Allowing farmers to allocate their own pasturelands into the different stages of degradation causes statistical bias. Performing this action makes them feel uncomfortable because most of the time they are aware of the inappropriate techniques used in the management of their pastures. The study area has a poor distribution of natural regeneration trees because of the kind of selection made during the trenching. There is a lack of interest in observing which species are eaten by cattle in the critical times of the year.

Changes in pastures must be assessed over time to know their intensity, what element is the first one to disturb the system and then have the criteria to understand the degradation dynamics for each place in particular.

## 1 INTRODUCCIÓN

La expansión de la ganadería en Latinoamérica está fuertemente asociada con la deforestación. El cambio más importante en el uso de la tierra en los últimos años ha sido la conversión de bosques en pasturas y se considera que entre 1990 y 1999 se deforestaron 94 millones de hectáreas. Una parte importante de esta área fue utilizada para agricultura y la ganadería extensiva (FAO, 2000).

La tierra en Centro América es deforestada por muchas razones en adición a la producción de ganado vacuno: extracción de madera para aserrió, leña y la producción de cultivos entre otros. Sin embargo, una parte sustancial de la región que anteriormente era bosque primario está ocupada ahora por pasturas. Esta correlación entre el área decreciente de bosque y el incremento de tierras para pasturas ha sido usada como uno de los argumentos que apoyan la idea que la producción de ganado incentiva la tala de bosques (Nicholson, Blake y Lee, 1995).

Mucha de la deforestación llevada a cabo en Centro América y específicamente en el departamento de Petén en Guatemala, se debe a que los sistemas ganaderos necesitan grandes extensiones de terreno por unidad animal, debido al carácter extensivo de las explotaciones. Young (1997) menciona que muchas veces la pérdida de suelo en las áreas con pasto es mayor que en las tierras cultivadas, haciendo que el pastoreo y la compactación de las tierras causada por el ganado dejen una cobertura vegetal mínima y a los suelos desprotegidos. Cronológicamente, bajos rendimientos de leche y carne por unidad de área implican que más tierra se requerirá para satisfacer las crecientes demandas de esos productos; lo que provoca que áreas boscosas con suelos frágiles y poco fértiles se utilicen para tales fines. Sin importar el hecho de que esos suelos no permitan que este tipo de sistemas de producción sean sostenibles.

El problema básico de la falta de sostenibilidad en los sistemas de producción animal en los trópicos es la degradación de las pasturas (Toledo, 1994). El que los terrenos desarrollen pasturas degradadas es causa de la falta de implementación de tecnologías adecuadas en el manejo de especies forrajeras exigentes principalmente en nutrientes. Se considera que una

pastura está degradada cuando ha sufrido una disminución considerable de su productividad potencial en unas condiciones edafoclimáticas y bióticas dadas (Spain y Gualdrón, 1988), pero la falta de metodologías de fácil aplicación en el campo para determinar el estado de degradación de las pasturas y los diferentes criterios utilizados por los productores para renovarlas, son un obstáculo para resolver la situación de manera rápida y práctica.

Una opción biológicamente viable para el manejo sostenible de la ganadería en estos terrenos, son los sistemas silvopastoriles (bancos forrajeros, pastoreo bajo plantaciones forestales, árboles dispersos en potreros, cercas vivas con especies de valor nutritivo y pasturas en callejones), ya que ofrecen no sólo productos animales, sino también madera, leña, frutas, materiales para la construcción de techos, sombra para mitigar el efecto de altas temperaturas en los animales favoreciendo una mayor producción y mejor reproducción, etc. (Martínez 1999, Russo, 1994).

Mediante la realización del presente estudio se buscó: evaluar el conocimiento local de los ganaderos, el grado de conocimiento y el tipo de manejo que le dan a las especies leñosas de regeneración natural que se encuentran en sus fincas, llevar a cabo una evaluación de campo de los factores físico-químicos de los suelos y de la productividad, abundancia y calidad de las pasturas presentes para comprobar el grado de similitud existente entre el conocimiento de los productores sobre las dinámicas de degradación y los cambios que se muestran en los potreros.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 *Objetivo General:*

Cuantificar y calificar áreas degradadas de pasturas y determinar el potencial de los sistemas silvopastoriles para su mejoramiento, tomando en cuenta el conocimiento local de los ganaderos de la Calzada Mopán, Dolores, Petén, Guatemala.

### 1.1.2 *Objetivos Específicos:*

- ☞ Caracterizar los sistemas de producción bovina predominantes en el área de influencia de la aldea Calzada Mopán, municipio de Dolores, Petén, Guatemala.
- ☞ Evaluar el conocimiento local que los productores de la aldea Calzada Mopán tienen sobre los factores que causan la degradación de las pasturas y estudiar las prácticas de manejo que ellos aplican para restaurarlas.
- ☞ Realizar un inventario con productores seleccionados al azar en la comunidad bajo estudio sobre la abundancia y similitud de especies leñosas y herbáceas en pasturas de diferentes estados de degradación, para identificar especies indicadoras y con potencialidad para recuperación de pasturas degradadas en Petén, Guatemala.
- ☞ Incorporar los conocimientos de los productores, la información sobre la composición florística de las áreas bajo estudio y el estado fisicoquímico de los suelos para cuantificar y calificar las áreas de pasturas degradadas en la aldea Calzada Mopán.
- ☞ Proponer opciones de producción silvopastoril que sean adecuadas para conseguir la restauración y el desarrollo sostenible de las áreas de pasturas degradadas en las comunidades seleccionadas.

## 1.2 HIPÓTESIS:

- ∞ Existen diferencias entre los criterios que utilizan los productores y las prácticas que deben ser realizadas para la identificación y manejo de áreas de pasturas degradadas, así como los factores que influyen para que un productor defina un área como degradada.
- ∞ Existen especies leñosas y herbáceas que sirven como indicadores de los diferentes estados de degradación de las pasturas .
- ∞ Existe relación entre los factores fisicoquímicos del suelo y la productividad y composición florística de las pasturas según su estado de degradación.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Deforestación y Degradación de los Bosques

La presión de la población no es la única causa del mal manejo de los recursos del bosque. Se ha llegado al consenso de que en adición a la agricultura y urbanización permanentes, hay cuatro agentes mayores causantes de la deforestación y degradación de los bosques (Hendrison, 1990): agricultura migratoria, conversión de los bosques a pasturas, tumba del bosque para leña y aserrió.

La agricultura migratoria es una de las formas más antiguas del uso de tierras boscosas para cultivos que si se ejecuta en forma adecuada con suficientes periodos de descanso (barbechos), puede ser un práctica sostenible. Normalmente consiste en tumbar y quemar pequeñas áreas de bosque y sembrar cultivos por dos a tres años, hasta cuando la invasión de malezas y la declinación de la fertilidad del suelo hacen necesario movilizarse a otro sitio. En muchos casos

el incremento de la población ha reducido el periodo de barbecho a menos de lo requerido para restaurar la fertilidad del suelo.

La transformación del bosque en pasturas para la producción de ganado vacuno no es siempre apropiada en suelos pobres. Este proceso ocurre con éxito moderado en los suelos medianamente fértiles de América Central, pero con efectos sumamente negativos en Brasil, por ejemplo. Vastas cantidades de madera han sido quemadas para el establecimiento de pasturas y como lo mencionó en su oportunidad Myers, ya en el año 198, esto se había vuelto el motivo principal para que muchos autores culparan a la ganadería de ser la causante de la deforestación de las selvas tropicales. Estas actividades han sido ampliamente estimuladas por las formas de vida consumistas de los sectores influyentes de la comunidad global, ya que mientras se produzca carne de ganado vacuno a un alto costo en los países desarrollados, se seguirá promoviendo la crianza de los mismos en áreas poco apropiadas para tal actividad en los países en desarrollo (Myers, 1980; Myers, 1981).

La extracción de madera para leña y aserrío ha provocado serios efectos en los bosques en los últimos años. La extracción comercial de madera es considerada un agente muy importante en la degradación del bosque. Cabe hacer notar que la explotación del bosque afecta el ecosistema pero no necesariamente lo destruye, especialmente si se trabaja de manera planificada, como lo demuestran estudios recientes (Carrera, 2000; Bámaca, 2000; Mollinedo, 2000; Reyes, 1995.). Madera para leña es recopilada de los “desechos” de la extracción de maderas finas o de los terrenos limpiados para cultivo (Hendrison, 1990), y a pesar de los altos costos de extracción y transporte, la creciente demanda de combustible y materiales de construcción ha provocado una presión que hoy por hoy se considera crítica.

## 2.2 Degradación de Pasturas en los Trópicos

Uno de los principales problemas en la producción de ganado en el trópico húmedo es la degradación de pasturas, seguido por la poca o nula sostenibilidad e ineficiente producción de los sistemas. Serrao y Toledo (1992), estimaron que al menos un 50% de las pasturas presentes en estos sistemas se encuentran en algún estado de degradación.

Estos estados de degradación forman parte de dos ciclos en la dinámica de las pasturas. El primero comprende su establecimiento y paulatina reducción de la producción a lo largo de un periodo que va entre los 10 y 15 años. En general, la productividad en estas pasturas es buena durante los tres primeros años del establecimiento. Sin embargo, después se inicia una gradual pero rápida reducción, acompañada por un incremento en la presencia de malezas, hasta alcanzar los estados avanzados de degradación alrededor de los cinco a siete años. El segundo ciclo (crecimiento de bosque secundario) se presenta cuando la pastura degradada es abandonada por un periodo de barbecho indeterminado o simplemente se vuelve a preparar el terreno para reestablecer un nuevo sistema de pasturas (Serrao y Toledo 1992).

La recuperación de áreas de pasturas degradadas en su segundo ciclo (crecimiento de bosque secundario), se ha vuelto una forma cada vez más utilizada, debido a la conversión del bosque primario en pasturas, así como al incremento de la presión de la sociedad por la reducción de la deforestación, a los incentivos fiscales reducidos y a la necesidad de una mejor utilización de la infraestructura existente en las fincas (Serrao y Toledo 1992). Cargas animales inadecuadas, quemadas frecuentes y malos planes de fertilización y control de malezas han provocado que los sistemas de producción se degraden hasta el punto de sólo contener especies nativas como cobertura en sus pastizales, las cuales no aportan la calidad y producción necesarias para considerar esos sistemas como productivos a lo largo del tiempo.

Aunque parezca contradictorio, otra causa de la degradación de las pasturas (muy poco conocida) es el subpastoreo (Szott, Ibrahim y Beer 2000), resultante de bajas cargas animales, o por la falta de uso de las pasturas en largos periodos de tiempo. Entre las consecuencias de este subpastoreo se encuentran los cambios en calidad de las pasturas, pues se vuelven menos

gustosas para el ganado, haciendo que éste no las consuma. Además puede permitir la invasión de malezas, árboles y arbustos que llegan a reemplazar a los pastos introducidos.

### **2.3 La Dinámica de la Degradación de Pasturas en Petén**

La degradación de pasturas en los trópicos se debe a causas ambientales, socioeconómicas y tecnológicas. Este es el caso del departamento de Petén en Guatemala, el cual ha experimentado cambios drásticos desde su inclusión a la economía nacional ocurrida a partir de los años 70 del siglo XX.

Guatemala (108.889 km<sup>2</sup>) es un país subtropical con vocación principalmente forestal, debido entre otros factores a lo escarpado de su topografía. Durante el periodo colonial se manifestó una poca utilización e ingerencia de los bosques del departamento, ya que el acceso a la zona desde la ciudad de Guatemala era largo y difícil. Se establecieron algunas fincas de ganadería alrededor de las hoy cabeceras municipales de Poptún, Dolores, La Libertad, San Francisco, Flores y San Andrés. La extracción de madera era mínima y se limitaba a las áreas alrededor de las fincas y orillas de los ríos La Pasión, Usumacinta y Mopán (Soza, 1970; PDI, 1992).

En la actualidad, el departamento de Petén con 35,854 km<sup>2</sup> (33 % del territorio nacional) es el que aún posee la mayor cobertura boscosa (más del 50% de su área). Sin embargo, desde hace aproximadamente 40 años ha venido incrementando aceleradamente su densidad poblacional, por la fuerte inmigración de personas de otras regiones del país en busca de tierra (Heckadon, 1991; Valenzuela, 1996; SEGEPLAN, 2000). Esta inmigración está vinculada a varios problemas estructurales de Guatemala (altísima densidad de población en el Altiplano, concentración de la tierra en pocas manos en la Costa Sur y degradación de los recursos naturales en Oriente), los que originaron una fuerte corriente migratoria hacia Petén.

Esto ha traído como consecuencia un avance de la frontera agrícola, con la subsiguiente tala desmedida y desordenada de grandes extensiones de bosque, dándose también un mal uso de recursos hídricos y edáficos. Valenzuela (1996), en su estudio de caso sobre Petén y la Sierra de las Minas, menciona que a principios de los años 90 el Petén poseía alrededor del 80 por



ciento de su área cubierta por bosque principalmente latifoliado (26.000 km<sup>2</sup>), perdiéndose éste a una tasa de 600 km<sup>2</sup> por año, y que gran parte de los bosques estaban degradados, incluyendo el inicio de desaparición de la fauna terrestre, acuática y la flora.

La lejanía del departamento a la mayor parte de centros de comercio en el resto del país, la dificultad para su acceso (hasta 1999 se unió al resto de la República mediante una carretera pavimentada), la utilización de tecnologías poco apropiadas y costosas, la escasez de transporte, la falta de estudios agronómicos, de mercado, de infraestructuras de acopio y procesamiento, entre otros, han hecho que los intentos de realizar inversiones económicas a gran escala sea muy arriesgada.

Fracasos con el establecimiento de algunos cultivos, como achiote (*Bixa orellana*), marañón (*Anacardium occidentale*), papaya (*Carica papaya* L), pony e izote (*Yucca* spp.) sirven para ejemplificar tales situaciones. Muchos campesinos han quedado endeudados, molestos y sumamente decepcionados, lo que los inclina a abandonar la agricultura y cubrir los terrenos con pastizales para la ganadería o simplemente dejarlos abandonados y dedicarse a otro tipo de actividades para mantener a sus familias. Todo esto desencadena en que cada vez existan mayores áreas de bosque (tanto primario, como secundario), que son taladas para introducción de cultivos, los cuales provocan que la fertilidad de los terrenos se pierda en pocos años y que entonces se busquen nuevas áreas para seguir cultivando.

#### **2.4 Las Zonas Ganaderas en el Departamento de Petén**

En cuanto al desarrollo ganadero, se menciona que a finales del siglo XVII la producción ganadera se desarrolló como algo capaz de defender la economía del departamento (Soza, 1970).

Algunos pueblos del departamento han explotado la “industria agropecuaria” como cita Soza (1970), desde el momento de su fundación, pero especialmente la crianza de ganado vacuno y caballar. Ya por 1875, el gobernador de la provincia informaba al Capitán General de Guatemala, que en los pueblos de las sabanas (entre ellos Dolores), existían grandes y

florecientes haciendas de ganado vacuno y caballar de propiedad particular y de congregaciones religiosas, los cuales hacían sus transacciones comerciales con las provincias vecinas de México.

En los años 60 y 70 del siglo XX se empezó a hablar de incorporar la selva a la economía nacional guatemalteca, pues en ese entonces se consideraba a Petén como campo promisorio para movilizar hacia allá la creciente frontera agrícola. Entonces como ahora, la mayoría de los campesinos no poseían tierra propia, y por el deseo de obtenerla se trasladaron hacia ese departamento (Heckadon, 1991, Detlefsen y Pineda, 1991, UNESCO/CIFCA, 1980).

De esa cuenta, el gobierno a través de la Empresa de Fomento y Desarrollo Económico de Petén (FYDEP), en la década de los 60 del siglo XX llevó a la práctica la Ley de Colonización Agropecuaria que consistía en distribuir las grandes extensiones de tierra “ociosa” del departamento a las grandes caravanas de campesinos que migraron hacia él y que se empezaron a establecer en las márgenes del río Pasión en el municipio de Sayaxché y Río Mopán en el municipio de Dolores (Soza, 1970), extendiéndose después hacia los otros municipios del departamento.

Desde entonces la colonización de la zona Petenera se ha caracterizado por prácticas tradicionales de cultivo, que año con año incluyen la tumba y quema de nuevas extensiones de bosque, para transformarlas en áreas poco productivas, debido a la destrucción acelerada de la materia orgánica (Martínez, 1999). Las prácticas anteriores obligan a que la agricultura se torne nómada, volviendo improductivos los terrenos en un corto tiempo, lo que induce a que sean convertidos en pastizales o bosques secundarios.

Otra forma de habilitar la tierra a sistemas de producción tradicionales (que también ha mermado el bosque Petenero), es la adoptada por los ganaderos, quienes para minimizar costos en el establecimiento de las pasturas, proceden al desmonte del terreno para sembrar maíz como un cultivo previo al establecimiento de los pastos.

Las actividades agrícolas y ganaderas se caracterizan en Petén por su bajo nivel de producción y productividad. Esto es el resultado de la utilización de la tierra en forma extensiva, lo que provoca que para aumentar la producción se extiendan las áreas de cultivo, en lugar de usar en forma más intensiva las áreas ya existentes para tal fin (PDI, 1992).

### **2.5 Forma de Manejo de los Pastizales y su Degradación**

Las costumbres con las que los productores han crecido influyen mucho en la forma del establecimiento y manejo de sus pastizales. Otros factores que han provocado que se maneje mal los terrenos que los productores poseen para su subsistencia y para la producción de sus sistemas son las políticas gubernamentales y el creciente avance de la frontera agrícola hacia áreas poco apropiadas para los cultivos (Schneider y Burnett, 1997). En Petén esta situación es más que evidente debido a que hasta la década del 80 del siglo XX se había considerado que los recursos del departamento nunca escasearían.

Las causas de degradación de los pastizales que han sido identificadas como las más importantes son, el pobre mantenimiento y manejo inadecuado de los terrenos sembrados con pastos, además de la forma inadecuada en que las pasturas son establecidas en los potreros. Estas causas provocan la pérdida de fertilidad, invasión de plantas indeseables, falta de cobertura, compactación y erosión de los suelos (Spain y Gualdrón, 1988); pero el sobre pastoreo, que es una consecuencia del manejo inadecuado, es generalmente reconocido como la razón mayor de esta degradación. Este sobre pastoreo responde a la interacción que se da entre los factores técnicos y socio económicos, cuya naturaleza no es necesariamente comprendida del todo, pero que opera en la mayoría de los productores (Costa y Rehman, 1999).

Además del desconocimiento del manejo de cargas animales adecuadas por los productores, las condiciones propias de los suelos poco profundos (con poca materia orgánica y mal drenaje, etc.) influyen grandemente en este proceso. Los periodos de degradación-recuperación se dan por lapsos variados de tiempo, porque además de las malas condiciones generales del suelo, el pastoreo retrasa el proceso de sucesión secundaria, impidiendo que las pasturas viejas sean colonizadas por especies leñosas y frenando la acumulación de biomasa (Montagnini y Sancho,

1990). Este ciclo resulta esencial para restaurar la materia orgánica de los suelos y su posterior recuperación en fertilidad. Utting (1996) menciona que según investigaciones sobre reforestación en antiguas áreas de pastoreo, se hace difícil introducir especies forestales nativas sin antes incorporar humus al suelo.

Existen diferentes métodos utilizados para el cálculo de las áreas de pasturas degradadas, como por ejemplo el utilizado por Spain y Gualdrón (1988) que incluye la evaluación tanto de las características cuantitativas (grado de pérdida de productividad), como cualitativas (tipo de degradación) de la pastura (técnica apropiada para medir los cambios causados por sobrepastoreo únicamente). Se sabe que para medir la pérdida de fertilidad en los suelos bajo pastoreo, se hace evaluaciones físico-químicas de los mismos, pero esta técnica únicamente se concentra en el suelo dejando por un lado la pastura.

En Centro América, la definición y cuantificación de degradación de pasturas se hace dificultosa, ya que no se cuenta con la suficiente información sobre cantidad de pasturas degradadas, o de pasturas en general. No existe continuidad en el tiempo con la toma de datos de las áreas ya evaluadas; los estudios que se tienen sobre el tema en las áreas de interés son escasos y no son recientes. Además, el término degradación en sí no se ha definido del todo bien.

De esa cuenta, Szott, Ibrahim y Beer (2000), estimaron las áreas de pasturas degradadas (asignándoles diferentes escalas de degradación) de algunas regiones representativas en Centroamérica (Petén en Guatemala, la zona central de Nicaragua y el norte de Honduras), partiendo de dos supuestos: que los valores reportados en la literatura podían compararse con los encontrados en las áreas bajo estudio y que el área de pasturas en cada región estaba bien cuantificada. Los autores llegaron a la conclusión de que alrededor de 600.000 a 900.000 ha están degradadas en las áreas bajo estudio. A pesar de la incertidumbre de los datos encontrados, es posible identificar circunstancias específicas donde los diferentes estados de degradación puedan llegar a tener lugar. Desafortunadamente, es indispensable hacer una evaluación específica para cada área que se desee evaluar.

## 2.6 Formas de Recuperación de Pasturas Degradadas

Zimmer *et al* (1999), mencionan que la degradación es el proceso evolutivo de la pérdida de vigor, de productividad y de capacidad de recuperación natural de las pasturas para sostener los niveles de producción y calidad requeridos por los animales, así como para superar los efectos nocivos de plagas, enfermedades y malezas, desencadenando la degradación avanzada de los recursos naturales debido a sistemas de manejo inadecuados. Este concepto resume las ideas generadas por varios autores y productores en los últimos años, provocando que en diferentes lugares del orbe se lleven a cabo investigaciones que han generado tecnologías de recuperación y renovación de pasturas. Entre las más comunes están:

- ☞ La forma directa, utilizando correctivos de acidez, fertilización y manejo del suelo.
- ☞ La rotación con cultivos anuales de mediana y corta duración.
- ☞ Asociación de cultivos anuales con forrajeras.
- ☞ Diferentes sistemas silvopastoriles.

Entre estas formas, la que posee el enfoque más sostenible es la silvopastoril, debido a que ofrece una diversificación de las actividades productivas de la finca, de la mano de obra y de la naturaleza de los productos del sistema. Reduciendo con esto, el riesgo de fracasos económicos, evitando incendios, facilitando las labores de limpieza de malezas en sus terrenos, y contribuyendo con la fertilidad de los suelos (especialmente fijando N), algo muy importante para el pequeño productor (Russo, 1994).

Dentro de los elementos esenciales que se pierden por lixiviación y evaporación en las pasturas tropicales, es el N el de mayor importancia. Para detener esta disminución, se hace necesario la implementación de tecnologías que sean viables económicamente. La principal vía de entrada de N a las pasturas es a través de la fijación simbiótica de microorganismos con leguminosas (Bouman, Nieuwenhuys, Ibrahim, 1999) o a través de fertilizantes.

En un estudio llevado a cabo en la Zona Atlántica de Costa Rica, Veldkamp (1993) encontró que el flujo de N<sub>2</sub>O desde el suelo hacia la atmósfera tiene un patrón estacional en las pasturas

fertilizadas y notó que es mayor cuando los suelos están húmedos. Además que la cantidad de nitrógeno perdida como gas fue de  $0,94 \text{ mg de N cm}^{-2}\text{ha}^{-1}$ , que corresponde a un 1,3% de fertilizante aplicado dentro del estudio. Según este autor, las especies forrajeras con alta productividad, son buenas competidoras por el N mineral en el suelo, lo cual puede disminuir la nitrificación y denitrificación del N disponible, disminuyendo la liberación de gases hacia la atmósfera. Muchos agricultores y ganaderos sin conocer a profundidad el proceso, permiten la presencia de ciertos árboles en sus terrenos, porque pueden observar los beneficios que éstos aportan en esas áreas.

## **2.7 Alternativas de los Sistemas Silvopastoriles**

Los agricultores en todos los lugares han practicado actividades agroforestales desde la antigüedad. Esta agricultura forestal consiste en el cultivo combinado de una o más variedades de alimentos o con la cría de algunos animales en el mismo terreno, convirtiéndose de esa manera en una tecnología apta para tierras de mala calidad (Detlefsen y Pineda, 1991; Somarriba, 1993). Un concepto mucho más completo de agroforestería lo aporta Young (1997) al definirla como “sistemas de uso de la tierra en los que los árboles crecen en asociación con cultivos, pasto o ganado. La asociación puede ser en el tiempo, tanto como una rotación entre árboles y otros componentes, o en espacio, con los componentes creciendo juntos en la misma área. Existen interacciones ecológicas y económicas entre los árboles y los otros componentes del sistema. Las interacciones ecológicas, que son las más distintivas, toman lugar sobre la superficie del suelo, bajo ella y a través de la transferencia de biomasa (como cuando la hojarasca o material de poda son agregados al suelo)”.

Hay varias modalidades de aprovechamiento agroforestal, tal es el caso de los sistemas silvopastoriles, que combinan especies arbóreas con animales. En sistemas como éste, los árboles, arbustos, pastos y ganado forman una unidad manejada para la generación de varios productos. En estos sistemas los árboles y arbustos juegan dos roles muy importantes, el primero es el familiar: proveyendo de una variedad de productos útiles para el uso directo de los propietarios y su ganado (madera, leña, frutos y ramas). El otro rol es el de reciclar nutrientes a través de la hojarasca, alterar el microclima con la sombra de los árboles ya sea

dispersos en el terreno (por ser plantados allí, o por ser de regeneración natural) u ordenados como cortinas rompevientos, además de servir como cercas para los animales. Sistemas que han sido utilizados por generaciones, pero que hasta los últimos años no habían sido notados por los técnicos (UNESCO/CIFCA, 1980; Somarriba, 1993; Ginsberg, 1997).

La importancia de los rumiantes en la agroforestería es ampliamente conocida, ya que proveen comida, ingresos, tracción, transporte, fertilizante y combustible (a través de las heces) y de alguna manera se reducen los riesgos asociados a los cultivos, además de contribuir al estatus social (Jones, 1988). La nutrición inadecuada es la mayor preocupación al generar más ingresos provenientes de los rumiantes en estos sistemas, ya que generalmente sólo se consigue cubrir las necesidades de mantenimiento la mayor parte del año. Una forma de solucionar esta situación es la utilizada por muchos granjeros, los cuales utilizan los forrajes de especies nativas para alimentar a su ganado en las épocas críticas.

Rusten y Gold (1991), encontraron que los granjeros en una villa de las colinas de Nepal, cubrían con forrajes de árboles más del 50% de las necesidades nutricionales de su ganado durante el año. En Colombia Murgueito (1990), reportó resultados prometedores de tres años de evaluación de un modelo agroforestal basado en la utilización de caña de azúcar y árboles y arbustos fijadores de nitrógeno como alternativa a sistemas de pastoreo extensivo. En Guatemala, la documentación de este tipo de investigaciones es relativamente reciente. Es a finales de la década de los 70 y principios de los años 80, cuando a través de un proyecto de investigación en sistemas mixtos de producción para pequeñas fincas, ubicados en la costa sur del país y conducido por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA con el apoyo del CATIE, que se hacen los primeros experimentos con árboles y ganadería (ICTA, 1986; ICTA 1987).

Con el tiempo estas investigaciones se iniciaron evaluaciones con especies arbóreas y arbustivas nativas, realizándose tanto caracterizaciones de dichas especies como pruebas de consumo voluntario, obteniéndose resultados interesantes y prometedores para la ganadería sostenible, los que no deben pasar desapercibidos por los técnicos que trabajan en

agroforestería, especialmente en sistemas silvopastoriles (Hernández, 1994; Villanueva, 1994; Hernández, 1997; Herrera, 1995; Gálvez, 1996).

## **2.8 Conocimiento Local**

Buena parte del mejoramiento en los sistemas silvopastoriles consiste en aplicar el conocimiento que los productores locales poseen sobre las condiciones climáticas, biofísicas, ecológicas y socioeconómicas de sus localidades y fincas. Información que casi nunca se toma en cuenta y que representa la base de transferencias de tecnologías exitosas. Muchas de las prácticas que realizan los productores han sido consideradas por años como rudimentarias y hasta primitivas. Sin embargo, hoy en día son reconocidas como apropiadas para las condiciones de su entorno. En las sociedades rurales de los países en desarrollo, el conocimiento endógeno es un potencial que permite sostener un desarrollo agrícola en el que la experimentación y la experiencia pueden ser utilizadas como un recurso viable en los proyectos y programas de asistencia técnica (Quintero, 1991).

Si bien en años anteriores era poco utilizado el conocimiento local, en el presente es muy común incorporarlo en los diseños de proyectos y programas de investigación y extensión en los países en desarrollo. Se ha dicho que los planes de desarrollo agrícolas exitosos son aquellos que enfatizan tanto el uso de la vegetación local, como el conocimiento de esas especies (Morrison, Gold y Lantagne, 1996).

Una forma de hacer eso es explorar el conocimiento local de pequeños campesinos, tal como lo hicieron Rusten y Gold (1991), al llevar a cabo un trabajo de investigación sobre el conocimiento de árboles forrajeros en Nepal. Los agricultores en ese estudio demostraron un conocimiento sofisticado del forraje y los árboles que lo proveen, la calidad nutricional del follaje, la época apropiada para el corte y los efectos de las mezclas de diferentes forrajes en la salud animal.

Aunque está comprobado que la mayoría de los productores no manejan sistemáticamente el uso de los árboles para optimizar sus beneficios, son prácticas tradicionales en América Central



usarlos como cercas vivas, división de potreros, sombra, forraje, etc. El conocer las especies que ellos utilizan, su fenología y beneficios es de utilidad para implementar sistemas silvopastoriles sostenibles, pues es una opción viable y práctica para ser adoptada por los ganaderos.

## **2.9 El Papel de las Instituciones Nacionales e Internacionales**

La mayoría de los países latinoamericanos comenzaron en la década de los 80s del siglo XX con procesos de privatización, descentralización y desconcentración institucional y en general, con una disminución del papel e injerencia del Estado. A ese cambio institucional le siguió la presencia de otros agentes no gubernamentales, que a su vez incrementaron notablemente la captación de cooperación internacional y su acción vinculada al desarrollo rural de los pobladores. Los gobiernos locales, las organizaciones no gubernamentales, las organizaciones sociales y económicas y el sector público, forman parte de la nueva institucionalidad vinculada al desarrollo del medio rural y particularmente de las regiones y pobladores rurales históricamente marginados (Miranda, 1995).

Es ya una tradición la débil relación que existe entre las instituciones de investigación y las de extensión. En la mayoría de los casos, estas relaciones se limitan a contactos informales y a reuniones, cursos y publicaciones esporádicas. La mayor parte de las prácticas vinculadas con tecnología que promueven los extensionistas, partes de información que recibieron durante su formación, o de sus experiencias en el campo, generalmente no tienen demasiada relación con las necesidades específicas de los productores. Los extensionistas normalmente no cuentan con suficiente acceso a materiales bibliográficos actualizados, ni a los adelantos tecnológicos producidos fuera de su país; tampoco han sido entrenados para aprender de la experimentación que realizan los agricultores. En muchos casos la investigación misma es muy débil y no se cuenta con tecnología mejorada apropiada para las condiciones de los productores. Por otro lado, casi siempre los extensionistas han tenido poca participación en la definición previa de los problemas por investigar (Kaimowitz y Vartanián, 1990). Debido a esa situación, muchos extensionistas disponen de poca tecnología adaptada a la necesidades de los productores;

cuentan asimismo con un escaso conocimiento sobre la rentabilidad de las nuevas técnicas y los obstáculos que pueden surgir durante su utilización.

En años recientes la efectividad de la transferencia de tecnología convencional o de aproximación, ha sido cambiada hacia el incremento de la participación en investigación y desarrollo por parte de los productores. El conocimiento que éstos tienen y su capacidad de generar nuevas tecnologías (probándolas en sus terrenos), provee a los técnicos de nueva información y medios apropiados para acoplar las formas de manejo probadas en ambientes controlados (Joshi, 1997).

Centroamérica presenta una gran diversidad de culturas, sistemas de producción, problemas tecnológicos y condiciones agroecológicas. Los enfoques de transferencia de tecnologías y las recomendaciones técnicas que pueden ser apropiadas para algunos productores, pueden resultar inadecuadas para otros. Es importante que se pueda adaptar el tipo de asistencia, los canales de comunicación y los mensajes técnicos a las diferentes situaciones (Kaimowitz y Vartanián, 1990). Este ha sido el papel que las ONGs han desempeñado en los últimos años. Estas instituciones han sido consideradas la tercera gran fuerza de promoción del desarrollo, después de la inversión privada y de los programas públicos de interés social. En el año 1995 se calculó que movilizaban entre 700 y 800 millones de dólares anuales en Centroamérica. Debido a que operan principalmente en las regiones marginales y con la población más pobre del campo, se han destacado como las principales promotoras de prácticas agroecológicas (Miranda, 1995).

En la década de los 90 del siglo XX, la comunidad internacional puso especial atención en el departamento de Petén, Guatemala, ya que se le consideró como uno de los pocos pulmones del mundo que aún no había enfrentado una intervención irreversible en sus ecosistemas. Es por eso que se realizó un plan de desarrollo para el departamento, el cual buscaba mejorar el sistema de producción y la calidad de vida de sus pobladores. Para darle operatividad al mismo, instituciones gubernamentales como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA), Secretaría General de Planificación (SEGEPLAN), Pro Fruta, etc. y no gubernamentales como CARE, Asociación de rescate y Conservación de la Vida

Silvestre (ARCAS), Centro Maya y Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN), entre otras, han accionado desde entonces llevando asistencia técnica a muchas poblaciones que por su localización estratégica funcionan como grupos clave en la propagación de nuevas tecnologías.

Tal es el caso del Programa de Desarrollo Sostenible de Petén (PDS), enmarcado en el Plan de Desarrollo Integral de Petén, cuyo propósito es contribuir al manejo sostenible de los recursos naturales renovables y a la preservación del patrimonio cultural del departamento, a través de proyectos piloto económicamente sostenibles. Este programa acciona en las comunidades que tienen influencia en la Reserva de la Biosfera Maya y en las áreas protegidas del sur de Petén. Dentro de sus componentes está el de Manejo Sostenible de los Recursos Naturales, cuya finalidad es impulsar el manejo de dichos recursos con la participación activa de las comunidades para compatibilizar los usos de la tierra con la capacidad de uso sostenible, aumentando el rendimiento e ingresos, y reduciendo a la vez las tasas de deforestación que se dan en el área (UEC-PDS/CATIE, 2001).

Siendo el PDS una unidad administradora de recursos que pueden ser de utilidad para el departamento, y enmarcada en el componente de Manejo Sostenible de los Recursos Naturales, propone evaluar las condiciones socioeconómicas, biofísicas y ecológicas de una de las zonas ganaderas más importantes del municipio de Dolores (La Calzada Mopán). La finalidad de dicha propuesta es evaluar los diferentes estados de degradación de las pasturas y determinar las causas que lo producen, obteniendo entonces las herramientas suficientes para generar una metodología de campo útil y rápida que permita posteriormente agilizar dicha evaluación.

### 3 MÉTODOS

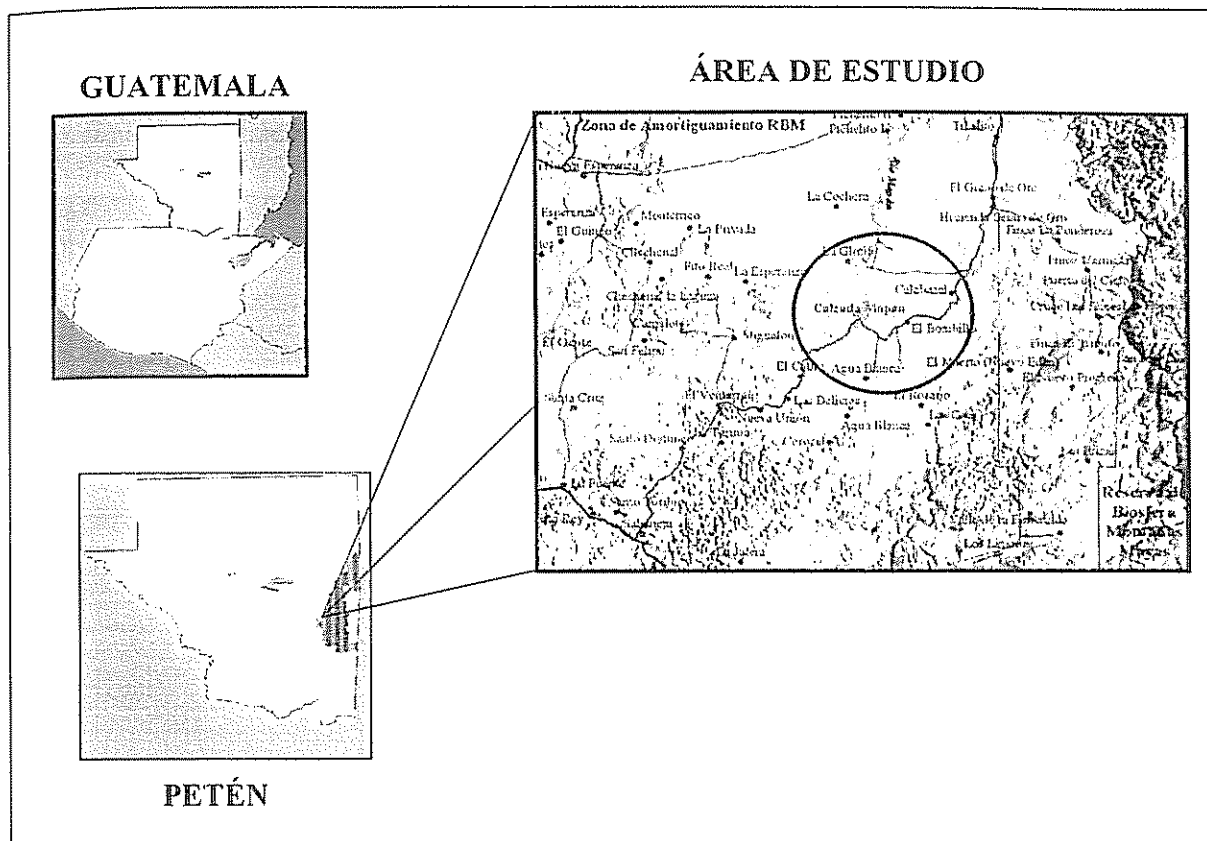
#### 3.1 Descripción del Área de Estudio

La presente investigación se realizó en la aldea Calzada Mopán y tres de sus caseríos: El Calabazal, Las Delicias y Agua Blanca, ubicados en el municipio de Dolores, en el departamento de Petén, Guatemala (Figura 1).

Estas comunidades se encuentran situadas en la parte sureste del departamento, con coordenadas UTM X= 244459 y Y= 1852099. El clima es cálido con un promedio de humedad relativa del 60% y una temperatura media de 32 ° C. Se encuentra en la zona de vida Bosque húmedo sub-tropical cálido (De la Cruz, 1982), con alturas entre los 200 a 300 msnm y con precipitaciones que van desde 1160 a 2000 mm por año (Centro Maya, 2001).

La zona de estudio se encuentra en el Valle del Mopán, a lo largo de la rívera del río del mismo nombre, dentro de lo que el Plan de Desarrollo Integrado de Petén (PDI) identifica como la subregión central del departamento (PDI, 1992). Las condiciones de esta área hacen que sus suelos sean de profundidades de hasta 25 cm, arcillosos de un color negro a grisáceo en los primeros centímetros de profundidad, cambiando a una arcilla plástica color café oliváceo conforme se profundiza en el perfil de suelo. Presentan drenaje lento y a veces hasta deficiente. En algunas zonas el suelo tiene una capa superficial de materia orgánica en descomposición, son suelos alcalinos que se han desarrollado sobre residuos de rocas calcáreas depositados por el agua (Simmons, Tárano y Pinto, 1959, Centro Maya, 2001).

La zona está representada por un karst relleno y denudado, donde hay una defectuosa distribución del agua y obstrucción marcada del drenaje subterráneo. Aunque se presentan mayores porcentajes de pendiente, los predominantes son del 2 al 10 %. Tobías (1997) basándose en la clasificación de suelos de FAO/UNESCO, indica que los suelos de la zona pueden ser situados dentro del orden de los cambisoles.



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio en la Calzada Mopán, Petén, Guatemala.

Más del 50 % del área está deforestada, dedicada principalmente a la ganadería extensiva en fincas con extensiones que van desde las 45 ha (unidad de área mínima en la que la Empresa de Fomento y Desarrollo de Petén -FYDEP-), distribuyó las tierras en las épocas de los 60s y 80s del siglo XX. La agricultura hasta hoy se ha limitado generalmente al cultivo de maíz y frijol, cultivos que muchas veces se siembran por uno o dos años en el terreno y luego se convierten en pasturas (PDI, 1992).

La Calzada Mopán fue una de las primeras comunidades fundadas con gente que migró hacia Petén en el lugar que en su momento ocupó un campamento chiclero. Su nombre tiene origen en el del campamento “La Calzada”, el cual fue bautizado así por los vestigios arqueológicos encontrados en ese lugar pertenecientes a la etnia Mopán (Hoil, s.f.). Debido al trazado de la ruta alterna que lleva hacia Melchor de Mencos, esta comunidad siempre ha sido un punto estratégico y de confluencia de muchos parcelamientos, caseríos y aldeas que ven en ella el lugar donde pueden abastecerse de insumos para cubrir sus necesidades familiares, laborales,

de servicios y salud. Los pobladores de esta comunidad son migrantes de otros departamentos de la república, principalmente de Jutiapa. Es una comunidad muy progresista que centra sus esfuerzos en la ganadería de doble propósito, la agricultura (con cosechas de maíz, frijol, cucurbitáceas y arroz) y el comercio.

En la actualidad la aldea cuenta con una escuela que imparte los niveles desde el preprimario hasta el nivel básico, un puesto de salud bien abastecido, la infraestructura necesaria para las actividades cívicas y sociales, vías de acceso en muy buen estado y muchos de los ganaderos del lugar forman parte de la cooperativa lechera de El Chal (PETENLAC), comunidad ubicada también en el municipio de Dolores.

### **3.2 Etapas del Proceso de Investigación**

Con el fin de obtener la mayor información posible y que fuese fidedigna, el estudio se dividió en tres fases: a) talleres de caracterización participativa; b) caracterización de sistemas de producción y conocimiento local sobre pasturas degradadas; y c) estado biofísico del suelo y abundancia y productividad de las pasturas.

#### ***3.2.1 Talleres de caracterización participativa***

Previo a realizar los talleres, se evaluó visualmente las pasturas que se encontraban en las fincas de la zona, con el objetivo de seleccionar áreas que fueran representativas de los diferentes estados de degradación y poder utilizarlas como ejemplos de degradación durante los talleres. Se identificaron cuatro estados de degradación: leve, moderado, severo y muy severo con las características propias de cada uno, tales como cobertura del pasto, invasión de malezas, especies arbóreas y arbustivas presentes, erosión y lixiviación del suelo, etc. Esta selección de áreas se llevó a cabo en las condiciones de topografía más representativas identificadas en la comunidad: topografía plana, ondulada y quebrada (> 35 % de pendiente), con el fin de tomar en cuenta el efecto que la misma tiene sobre los diferentes estados de degradación. Se

seleccionó un potrero de cada estado de degradación en cada una de las topografías, obteniéndose un total de 12 potreros.

Del total de productores de ganado en la zona de la Calzada Mopán y sus caseríos se seleccionó a 10 informantes claves (el 10%), los cuales fueron elegidos por ser personas interesadas en la mejora de sus fincas, productores observadores de los cambios generados en sus potreros y que tienen ya muchos años de estar viviendo en el área, además de estar dispuestos a compartir sus conocimientos. Estos 10 productores se dividieron en dos grupos de cinco personas cada uno. Con cada grupo se realizó el taller de caracterización en días diferentes. En cada oportunidad se les pidió su propia evaluación visual de una parcela de 0,10 ha dispuesta en cada uno de los 12 potreros seleccionados para tal fin. Se les pidió que ubicaran cada parcela dentro de los diferentes estados de degradación considerados por ellos. Al comparar las observaciones hechas en los potreros por los técnicos y por los productores, se logró redefinir las escalas de degradación y fueron de utilidad en el momento de evaluar los potreros de los productores elegidos al azar, para la encuesta de la fase recopilación de conocimientos locales.

A cada uno de los dos grupos de cinco productores se le sometió a una entrevista grupal, utilizando la técnica del diálogo semi estructurado (Geilfus, 1998), la cual consistió en recolectar información general o específica mediante el diálogo. Esta técnica buscó evitar algunos de los efectos negativos de los cuestionarios formales y permitió a la vez un diálogo e intercambio, en el cual las personas aportaron información pertinente para orientar sobre la vía correcta el trabajo de campo. Con la aplicación de esta técnica se buscó que los productores respondieran interrogantes de tipo socioeconómicas, ecológicas y biofísicas de sus sistemas de producción (Anexo 1). Esta información fue de utilidad para tener una perspectiva de la información que se obtendría con las encuestas y además, para contar con un panorama más completo de la situación actual de la zona.

### *3.2.2 Caracterización de sistemas de producción y conocimiento local sobre pasturas degradadas*

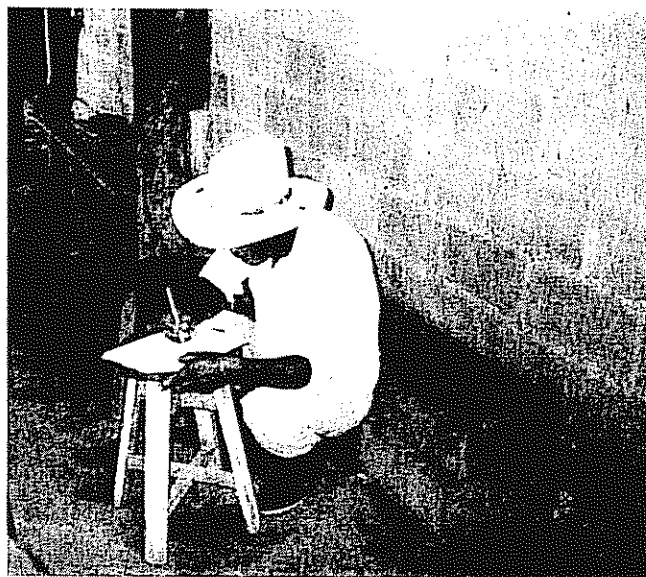
Una vez corregidas las discrepancias que se encontraron en la encuesta, se entrevistó a 35 productores elegidos al azar dentro de los que llenaron los criterios requeridos para el estudio (mencionados a continuación) y que estuvieron de acuerdo a responder las preguntas:

- a) que sus fincas presentaran pasturas degradadas (según la evaluación del técnico);
- b) que fueran residentes del lugar desde hace más de 10 años (con esto se pretendió garantizar que conocieran la dinámica de uso de la tierra y de la degradación de sus pasturas);
- c) que la actividad ganadera fuera uno de los principales sistemas de uso de la tierra en la finca (lo cual se definió a través del número de potreros y animales que se tuvieran; la finalidad fue obtener áreas de pasturas representativas para hacer la identificación de las diferentes escalas de degradación y además, que el productor se mostrara realmente interesado en colaborar con un estudio de este tipo);
- d) con potreros que poseyeran árboles dispersos de regeneración natural para caracterizar las especies que estuvieran presentes y determinar cuáles serían representativas de las diferentes escalas de degradación de suelo.

Estas encuestas se llevaron a cabo individualmente con la finalidad de captar la perspectiva de cada productor con respecto a su concepto de pastura degradada, qué especies arbóreas y arbustivas se encuentran en la comunidad y los usos que puedan dárseles, las prácticas de manejo de las pasturas de cada productor, los aspectos socioeconómicos de cada individuo, etc., (Anexo 2). Con los datos aportados en el taller se reorganizaron las preguntas de la encuesta y se readecuaron los estados de degradación para tres categorías: leve (bueno), moderado (regular) y severo (muy malo). Aún así, siempre se preguntó por el cuarto estado (muy severo) para confirmar si todos los productores consideraban que las características de dicho estado pertenecían a guamiles (algo que se comprobó en el 100% de los casos).



**3.2.2.1 La encuesta:** además de contener información que permitiera comprender el contexto socioeconómico, la dinámica de manejo de la finca, el manejo de las pasturas y el conocimiento de arbóreas y herbáceas que diera cada productor, la encuesta también incluyó una sección en la que el dueño de la finca dibujó un mapa de la misma con las divisiones de potreros (Fotografía 1.). Además, se hizo un recorrido por cada uno de ellos (Anexo 2), con el propósito de ubicarlos en la escala de degradación que el productor considerara adecuada para cada uno de ellos (según a la clasificación de pasturas degradadas definida en la fase de talleres).



**Fotografía 1.** Don “Catocho” elaborando el diagrama de distribución de potreros en su finca ubicada en el caserío Agua Blanca, Calzada Mopán, Dolores, Petén.

**3.2.2.2 Selección de potreros:** a cada potrero se le asignó un número y se le ubicó en una escala de degradación y se anotó también la topografía predominante. El número dado a cada potrero junto con la escala de degradación en la que quedó ubicado y la topografía permitió seleccionar en forma aleatoria cuatro potreros representativos de cada interacción topografía-degradación. La fase de evaluación de campo donde se analizaron aspectos biofísicos de las pasturas y del suelo, y donde se identificó las especies arbóreas y arbustivas que se encontraron en cada lugar se realizó en un total de 35 potreros, los que están distribuidos como se observa en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Distribución de los potreros sometidos a la evaluación de estado físico-químico del suelo, calidad y productividad de las pasturas y observación de arbóreas, arbustivas y malezas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

TOPOGRAFÍA	ESTADO DE DEGRADACIÓN		
	LEVE	MODERADA	SEVERA
PLANA	4	4	3
ONDULADA	4	4	4
QUEBRADA	4	4	4
<b>TOTAL DE POTREROS</b>	12	12	11

### 3.2.3 Estado biofísico del suelo y abundancia y productividad de las pasturas

A los potreros seleccionados (n = 35), se les sometió a una evaluación basada en el estado de degradación en que se encontraban, el tipo de manejo a que se han sometido y al número y abundancia de árboles que se encuentren en los pastizales. Se elaboró un cuestionario para evaluar el estado físico y de degradación de los potreros, información sobre el estado de las pasturas, malezas presentes, el tipo de pastos, el tiempo de establecidos, la topografía, la morfología del suelo, además de datos de pendiente y altura del lugar (Anexo 3). Finalmente se geoposicionó la ubicación de cada potrero, lo cual permitió ubicar a la finca en un mapa del área para establecer a qué altura de la cuenca se encontraba (Anexo 4).

**3.2.3.1 Evaluación físico-química del suelo:** Se evaluaron las propiedades químicas y físicas de los suelos. En cada potrero seleccionado (n = 35) se delimitó una parcela circular de 10.000 m<sup>2</sup>, la cual se dividió en tres transectos iguales y en cada uno de ellos se tomó cinco submuestras (para un total de 15) distribuidas al azar en los primeros 15 cm de profundidad, se mezcló el material de las 15 submuestras, para conformar al final una muestra compuesta (Anexo 5). Las submuestras se extrajeron en la época de máxima precipitación para facilitar la extracción de las mismas.

Una vez tomadas las muestras, se enviaron al laboratorio, donde se determinó la materia orgánica, pH, Ca, Mg, K, Mn, P, Fe y Cu, a 0-5, 5-10 y 10-15 cm de profundidad, tomando tres muestras al azar de la parcela (una en cada transecto) y promediando los valores obtenidos (Anexo 5). La densidad aparente se midió por el método del cilindro (de volumen conocido). La pendiente se midió con clinómetro, promediando tres valores en cada parcela.

La forma de establecer la parcela de muestreo fue la siguiente:

- a) Se dividió imaginariamente cada potrero seleccionado en cuatro cuadrantes (los cuales se denominaron con los números uno, dos, tres y cuatro), partiendo del centro de confluencia de los cuatro ejes que los delimitaron y se eligió al azar un número entre uno y cuatro.
- b) Al tener el número elegido se caminó una distancia de 100 m sobre el cuadrante al cual correspondió dicho número y al llegar a los 100 m, se marcó ese punto como la parte central de la parcela circular de 10.000 m<sup>2</sup>. Este proceso se llevó a cabo tanto en los potreros como en los guamiles seleccionados (Anexo 6).

**3.2.3.2 Porcentaje de cobertura, producción de biomasa y calidad de la pastura:** Los 35 potreros utilizados para la toma de muestras de suelos sirvieron también para esta fase de la investigación. Debido a que los potreros de la zona estaban constituidos por mezclas de dos a tres especies de pastos (*Brachiaria brizantha*, *Brachiaria ruziziensis* y *Paspalum* spp., principalmente), éstos no mostraron altas producciones de biomasa. Las malezas, gramíneas y suelo desnudo se evaluaron a través de la técnica del doble muestreo o botanal (Mannetje y Haydock, 1963), en la misma parcela utilizada para obtener las muestras de suelos.

El muestreo de la pastura se hizo en la época de máxima precipitación, durante el mes de septiembre. Para tal fin se dividió en tres transectos la parcela y se lanzó 20 veces y al azar un marco de 0,50 x 0,50 m en cada transecto, para obtener muestras visuales (un total de 60) de las especies presentes dentro del potrero. En cada oportunidad se calculó el porcentaje de

presencia de la pastura, el porcentaje de presencia de las malezas, el porcentaje de material muerto y los espacios sin cobertura vegetal (Anexo 5).

Este método permitió hacer una evaluación visual de las especies herbáceas y estimar la cobertura de cada una, para tener el porcentaje promedio de cobertura de cada especie presente y de las áreas desnudas en el lugar. Al mismo tiempo se cortaron 10 submuestras dentro de cada parcela de muestreo (una en cada uno de los 35 potreros), se mezclaron y se extrajo una muestra compuesta de 500g de las especies de pasturas presentes para estimar su producción. Tanto el porcentaje de cobertura como el cálculo de la producción de biomasa del pasto, permitieron conocer la composición botánica del área y la disponibilidad de pastos para el consumo del ganado.

Para evaluar la calidad de las pasturas, se llevó cada muestra de 500 g al laboratorio para su análisis bromatológico. Se desecaron las muestras en un horno a 60 °C por 48 horas, y al material seco y molido de las 35 muestras se les evaluó Digestibilidad *in vitro* de las Materia Seca (MS) por la técnica de Goering y Van Soest; MS a través diferencia de pesos; Proteína Cruda (PC) por la técnica de Micro Kjeldahl; Fibra Detergente Ácida (FDA) y Fibra Detergente Neutra (FDN) (Association of Official Analytical Chemistry, 2000).

**3.2.3.3 Caracterización de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas:** Se realizó un muestreo de la vegetación asociada a las pasturas en una parcela circular de 1.000 m<sup>2</sup> con diseño anidado (Camargo, 1999), la cual se marcó en el centro de la parcela utilizada para las evaluaciones de pastos y suelo (Anexo 7). Se anotó las especies arbóreas arbustivas y herbáceas presentes, el número de individuos de cada una y el estado de desarrollo en el que se encontraron (en el caso de las leñosas): plántulas (0,10 m  $\geq$  altura < 0,30 m) contadas en una subparcela de 50 m<sup>2</sup>; brinzales (0,30 m  $\geq$  altura < 1,50 m) contados en una subparcela de 201 m<sup>2</sup>; latizales (>1,50 m altura y < 5 cm dap) contados en una subparcela de 452 m<sup>2</sup>; o fustales (> 5 cm dap) contados en la parcela de 1.000 m<sup>2</sup>. Esto permitió la recolección de datos útiles para determinar si existían especies representativas de los diferentes estados de degradación (Anexos 3 y 7).

### 3.3 Análisis de los Datos

Para agrupar los sistemas de producción a través de sus características similares, se hizo un análisis de conglomerados con las variables socioeconómicas y de manejo que aportaran información relevante sobre los mismos, seleccionándose 62 de un total de 128 que conformaron la encuesta. Esta selección se realizó con base en la experiencia vivida durante la investigación. El método utilizado para poder elegir el número de conglomerados más adecuado fue el de varianza mínima de Ward y la prueba de pseudo  $t^2$ . Además se obtuvo un dendrograma del análisis de conglomerados que permitió observar la agrupación por número de fincas, facilitando la identificación de las mismas dentro de cada conglomerado.

Se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) para las variables cuantitativas y un análisis de Chi cuadrado ( $\alpha=0,05$ ) para las variables cualitativas. Así se determinó cuáles contribuyeron más en la definición de grupos. Se utilizó estadísticas descriptivas en el estudio de las características generales de la zona y se realizaron comparaciones de medias para los sistemas de producción mediante pruebas de  $t$  para las variables: carga animal; kg de sal/Unidad Animal (UA) año; kg sal mineralizada /UA año; y edad del pasto.

Para determinar qué variables de las contenidas en la encuesta tenían un efecto directo sobre la agrupación de las fincas dentro de los estados de degradación moderada y severa, se realizó un análisis canónico discriminante con las 31 variables de carácter socioeconómico y de manejo seleccionadas del grupo de 62 variables previamente utilizado para la conformación de los conglomerados. Se calculó la distancia entre las combinaciones de pares de éstos, para observar similitudes, usando la prueba de Lambda Wilks para probar la hipótesis que los clusters eran diferentes. Aunado a esto, se realizó un análisis de regresión múltiple por pasos (stepwise) con esas mismas variables, para determinar cuáles de ellas estuvieron influyendo en los estados de degradación moderada y severa dentro de las fincas.

El estudio del conocimiento local sobre pasturas degradadas y las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas características de los distintos estados de degradación, se evaluó a través de estadísticas descriptivas y se compararon con los resultados de los talleres de caracterización

participativa para obtener una información más completa a través de la triangulación de la misma.

Para comparar la diversidad presente en las diferentes categorías de degradación y determinar si existían especies características de cada una, se realizó un inventario de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas. Se midió la riqueza de especies, la densidad de plantas (evaluadas mediante análisis de varianza), su distribución según el estado sucesional y se calculó el índice de similitud de Jaccard. Este último se obtuvo utilizando la fórmula siguiente (Magurran, 1989):

$$C_j = j / (a + b - j)$$

Donde:

$C_j$  = Índice de similitud de Jaccard

$j$  = especies en común en ambas localidades

$a$  = número de especies presentes en la localidad A

$b$  = número de especies presentes en la localidad B

Se realizó un análisis de correlación entre la información sobre arbóreas, arbustivas y herbáceas dada por los productores en la encuesta, y las especies encontradas en el campo.

Se llevó a cabo un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha=0,05$ ) con los datos recabados para el estado fisicoquímico del suelo y la productividad y calidad de las pasturas. Dichas pruebas permitieron encontrar las variables del suelo y pasto que por su comportamiento fueran los más significativos en los diferentes estados de degradación y que por sus valores permitieran determinar si el comportamiento de las mismas coincidía con las categorías de degradación en las que supuestamente se ubicaban.

Se practicó nuevamente un análisis canónico discriminante para poder determinar cuáles de estas variables (fisicoquímicas del suelo, calidad y productividad de la pastura, y densidad y

riqueza de arbóreas arbustivas y herbáceas) se encontraban específicamente afectando a las pasturas y al suelo, para que se dieran los estados de degradación moderada y severa presentes en las fincas bajo estudio. Se realizó un análisis de regresión múltiple con esas mismas variables para determinar cuáles de ellas estuvieron influyendo en los cambios de degradación moderada y severa dentro de las fincas.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Caracterización de los Sistemas de Producción

#### 4.1.1 *Análisis de conglomerados*

Durante la realización de los talleres de caracterización participativa se identificó la presencia de grupos de productores que se dedicaban al engorde de ganado, productores que producían leche y los que poseían explotaciones de doble propósito. Por tal motivo, con la información socioeconómica y de manejo de las pasturas que se obtuvo en las encuestas, se realizó un análisis de conglomerados. La finalidad del análisis fue agrupar a los productores dentro de los sistemas de producción más característicos presentes en la zona bajo estudio, además de poder determinar qué variables influyeron en esa agrupación.

Para la identificación de los conglomerados (sistemas de producción) se consideraron los valores de pseudo  $t^2$ , que son indicadores de las agrupaciones de las muestras en el punto en que se produce una caída brusca de los valores T. Estos valores se estabilizaron en el punto de intersección 2,0 sugiriendo que el número de sistemas de producción a considerar fuera de dos (Figura 2, punto encerrado en un círculo). En el Cuadro 2 se muestran las principales variables cuantitativas seleccionadas por el análisis de varianza y que sirvieron para distinguir a los dos sistemas de producción identificados (Doble Propósito y Engorde).

El dendrograma (Figura 3) permitió observar la ubicación de los 35 productores encuestados en dos grandes categorías. El conglomerado o Sistema de Producción 1 (Doble Propósito) situado al nivel de  $r^2 = 0,50$  reunió al 57% de los productores ( $n = 20$ ). El conglomerado o Sistema de Producción 2 (Engorde) situado al nivel de  $r^2 = 0,60$  (el valor indica una mayor influencia de este conglomerado en la conformación de los grupos) agrupó al 43% restante ( $n = 15$ ).

Dentro de éstas variables se identificó un grupo relacionado con el uso del suelo, un segundo grupo relacionado con el manejo de las pasturas y preparación del suelo, y el tercer grupo que relacionó la ubicación de los potreros con la topografía. El número de potreros con agua permanente, el ofrecimiento de sales minerales y el costo fijo de la finca también



resultaron ser recursos importantes para diferenciar los conglomerados formados. El grupo de variables cualitativas que también influyó en la formación de los conglomerados permitió demarcar mejor las características que definieron a cada sistema (Cuadro 3), entre ellas se puede mencionar a las que definen la orientación productiva de la finca.

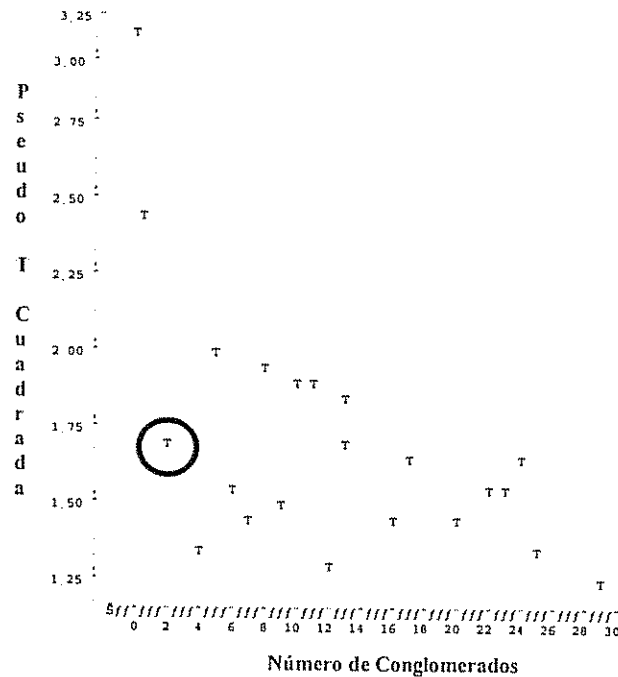


Figura 2. Valores de la prueba de pseudo  $t^2$  en relación al número de conglomerados de fincas encuestadas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

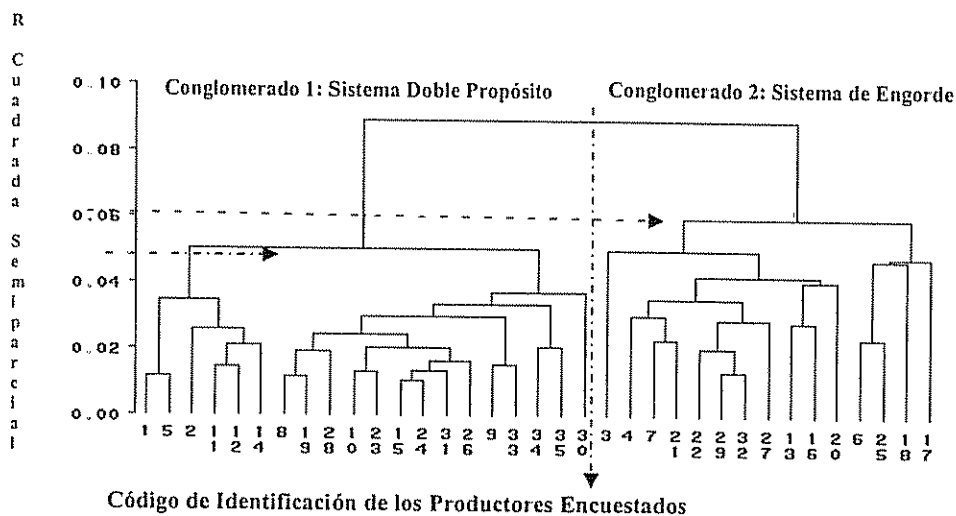


Figura 3. Diagrama de clasificación de los sistemas de producción por similitud en las variables socioeconómicas y de manejo de las pasturas. Los clusters agrupan a los 35 productores por su número de código dado en la encuesta.

De esta forma, el primer sistema, que llamaremos DP, correspondió al de explotaciones de doble propósito (pie de cría y producción de leche); y el segundo sistema, EN, definió a las explotaciones de ganado para engorde (pie de cría y compra-venta). Aunque el sistema EN estuvo conformado sólo por el 43% de los productores encuestados, el agrupamiento de las medias a través del análisis Duncan, mostró que influyó más en la formación de los conglomerados.

VARIABLES como el área total de parcela, área ocupada por las pasturas, cantidad de sal y melaza ofrecidas al ganado, costo de la finca (Cuadro 2), presencia de guamiles en la finca, división de hatos y la contribución económica al patrimonio de actividades fuera de la finca (Cuadro 3), presentaron mayor peso en las respuestas de los productores agrupados en el sistema EN. Esto implica que los productores en el sistema EN manejan sus fincas en forma más intensiva que los del sistema DP, realizando mejoras e inversiones con las que pretenden comercializar el ganado de engorde con una mejor calidad y en un menor tiempo.

**Cuadro 2.** Principales variables cuantitativas que participaron en el agrupamiento de los sistemas de fincas encuestadas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

VARIABLE	NOMBRE	MEDIAS DE CADA SISTEMA		CV
		EN	DP	
x2	Área total de parcela (ha)	88,73 <sup>a</sup>	45,68 <sup>b</sup>	29,02
x3	Área de pasturas (ha)	65,65 <sup>a</sup>	27,34 <sup>b</sup>	51,48
x6	Área de maíz (ha)	3,7 <sup>a</sup>	0,80 <sup>b</sup>	126,74
x34	Número de potreros con agua permanente	5,93 <sup>a</sup>	3,03 <sup>b</sup>	54,40
x41	área fuego controlado (ha)	2,53 <sup>a</sup>	8,37 <sup>b</sup>	142,30
x42	Área tratada con herbicida (ha)	32,21 <sup>a</sup>	10,65 <sup>b</sup>	130,95
x57	siembra directa de pastura (ha)	20,87 <sup>a</sup>	1,40 <sup>b</sup>	186,90
x58	Preparación y siembra (fuego + chuzo) (ha)	12,36 <sup>a</sup>	0,53 <sup>b</sup>	273,70
x73	Sal ofrecida al ganado (kg/año)	2.739,55 <sup>a</sup>	570,45 <sup>b</sup>	130,10
x74	sal mineralizada ofrecida al ganado (kg/año)	63,27 <sup>a</sup>	12,38 <sup>b</sup>	135,16
x75	Melaza (kg/año)	258,91 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	323,40
p22	% topo ondulada degradación moderada	40,13 <sup>a</sup>	11,59 <sup>b</sup>	118,57
p31	% topo quebrada degradación liviana	22,63 <sup>a</sup>	0,96 <sup>b</sup>	223,99
p33	% topo quebrada degradación severa	11,55 <sup>a</sup>	1,75 <sup>b</sup>	198,70
Valor Finca	costo fijo de la finca (US \$)	7.8958,00 <sup>a</sup>	3.9688,00 <sup>b</sup>	65,56

Letras distintas indican diferencias significativas (P<0,05)

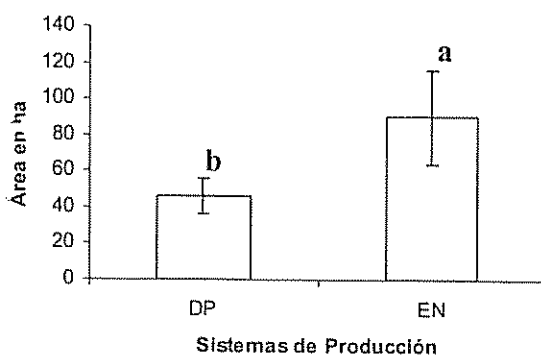
**Cuadro 3.** Principales variables cualitativas que agruparon los sistemas de producción bovina identificados en la Calzada Mopán, Dolores, Petén (n=35 productores).

Variable	Nombre	Sistemas de Producción (%)	
		DP	EN
X37	Deja guamiles para mejora de la productividad del terreno	25,00	66,70
X68	Divide el hato en grupos	0,00	46,70
X92	Orientación productiva: doble propóstio	75,00	33,30
X95	Orientación productiva: engorde	5,00	60,00
Trabajo Fuera	Actividades fuera de la finca que contribuyen con el ingreso al sistema	0,00	33,30

## 4.2 Caracterización de las Fincas Ganaderas

### 4.2.1 Condiciones de vida

La edad de los productores en el sistema DP osciló entre los 26-40 años y en el sistema EN entre los 41-60 años. El promedio (en ambos grupos) de miembros en la familia fue de cinco personas. Ambos grupos tienen más de 20 años de vivir en la zona, pero sólo un pequeño porcentaje posee título de propiedad de sus tierras (45% en EN y 20% en DP). El 75% de los encuestados vive en la finca. El 33% de los productores de EN tiene otras fuentes de ingreso además de la finca (p.e. compra-venta de cerdos criollos, pequeñas tiendas y farmacias, entre otros). El área promedio de las fincas fue estadísticamente mayor en el sistema EN (88,73 ha) que en DP (45,68 ha) y el promedio de área para cada sistema fue de 46 ha para DP y 90 ha para EN (Figura 4).



**Figura 4.** Promedios de área total de finca predominantes en cada sistema de producción en la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Las líneas representan las desviaciones estándar; letras distintas indican diferencias significativas entre sistemas ( $P < 0,05$ ).

#### 4.2.2 Uso de la tierra

La información recopilada en el taller de caracterización participativa (Cuadro 4), permitió inferir que hace 30 años cuando la zona fue organizada como un proyecto ganadero, el 90% estaba cubierto por bosque primario y el 10% restante estaba cultivado con maíz, frijol y pastos, principalmente grama natural (*Paspalum* sp.) y jaraguá (*Hiparrhenia rufa*).

Hace 20 años las áreas habían cambiado, disminuyendo el porcentaje cubierto por bosque a un 40% y aumentando las áreas de potreros a un 30% con especies como estrella (*Cynodon plectostachius*), cornel (*Brachiaria radicans*) y principalmente ruzi (*Brachiaria ruzizensis*), las de cultivos a un 20% y las de bosque secundario a un 10%, aproximadamente. Hace cinco años la cobertura boscosa podía calcularse solamente en un 10-20%, las áreas de pasturas entre un 40-50% (principalmente del género *Brachiaria*) las de cultivo entre un 20-30% y las de bosque secundario entre un 20-40%.

Los productores del sistema DP llegaron en promedio a sus fincas hace 22 años y los del sistema EN hace 21 años. Sin embargo, el tiempo promedio de establecidas las pasturas en cada sistema fue de 4,40 ( $\pm 4,37$ ) y 3,4 ( $\pm 2,10$ ) años, respectivamente. No se encontró diferencias significativas entre sistemas de producción al aplicarse una prueba de t a los datos de edad de la pastura, a pesar que la amplitud de edades de los potreros de las fincas bajo estudio varió de 0,50 hasta 30 años. En el Cuadro 5 se muestra la distribución porcentual de las diferentes especies de gramíneas en la zona según el sistema de producción, resaltando *Paspalum* sp. con 31% en DP y la *Brachiaria brizantha* con 34% en EN.

**Cuadro 4.** Proceso de desarrollo de la ganadería y cambio de uso del suelo en los últimos 40 años en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Información aportada por los productores (n=10) durante el taller de caracterización participativa y durante la fase de recorrido de sus potreros.

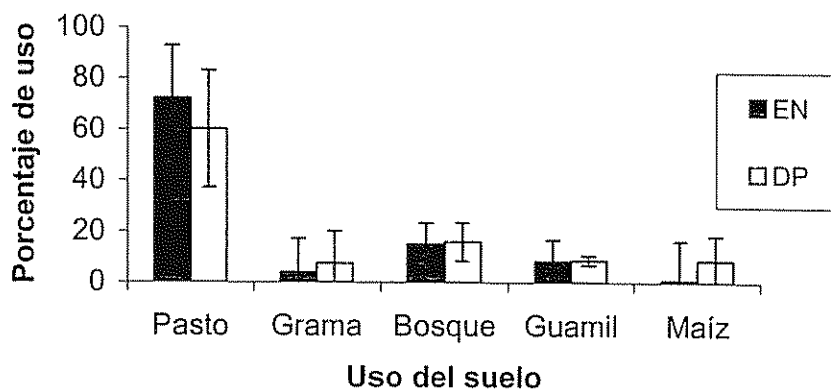
Periodo (años)	Cobertura boscosa Total (%)	Zona deforestada	Caminos	Mercados	Especies de Pastos	Prácticas productivas ganaderas
Antes de 1960	95	Campamentos madereros y chicleros	Trochas madereras y chicleras	Chicle y madera	Ninguna	Ninguna
1960 a 1970	90	Area de asentamiento de las poblaciones que conformaron el proyecto ganadero	Camino de terracería hacia carretera principal sin mantenimiento	Madera, granos, cerdos, bovinos (carne, pie de cría)	grama natural ( <i>Paspalum sp.</i> ), jaraguá ( <i>H. rufa</i> ), estrella ( <i>C. plectostachius</i> )	Cultivo de maíz y frijol. Razas de ganado crollo con manejo extensivo
1970 a 1980	70	Bosque primario y secundario, área de potreros y cultivos, cerros, planes, áreas cercanas a ríos	Caminos internos de terracería sin mantenimiento. Mantenimiento de camino de terracería hacia camino principal	Granos, cerdos, bovinos (carne, pie de cría)	grama natural ( <i>Paspalum sp.</i> ), jaraguá ( <i>H. rufa</i> ), estrella ( <i>C. plectostachius</i> ) ruzi ( <i>B. ruziziensis</i> ) cornel ( <i>B. radicans</i> )	Cultivo de maíz y frijol. Introducción de raza Brahman, división potreros, uso de sal y profilaxis animal
1980 a 1990	40	Bosque primario y secundario, áreas de conservación de ríos y arroyos	Mantenimiento de caminos secundarios y terciarios (todos de terracería) Mantenimiento de camino de terracería hacia camino principal	Granos, hortalizas, cerdos, bovinos (carne, pie de cría y leche)	grama natural ( <i>Paspalum sp.</i> ), estrella ( <i>C. plectostachius</i> ) ruzi ( <i>B. ruziziensis</i> ) cornel ( <i>B. radicans</i> )	Cambio de genética del hato con tendencia hacia la producción de leche. Uso de sal y profilaxis animal
1990 a 2001	10	Bosque secundario y primario, cerros cauces de ríos y arroyos	Mantenimiento de caminos secundarios y terciarios (todos de terracería). Mantenimiento de camino de terracería hacia carretera principal (asfaltada en 1999)	Granos, hortalizas, cerdos, bovinos (carne, pie de cría y leche)	grama natural ( <i>Paspalum sp.</i> ), estrella ( <i>C. plectostachius</i> ) especies del género <i>Brachiaria</i>	Cambio de genética del hato con tendencia hacia la producción de leche. Uso de melaza, sal y profilaxis animal

**Cuadro 5.** Pastos presentes en la Calzada Mopán, Dolores, Petén y su distribución porcentual con respecto al número de productores entrevistados por sistema de producción (DP n = 20, EN n =15).

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	*SISTEMA DP (% de productores)	*SISTEMA EN (% de productores)
Brizanta	<i>Brachiaria brizantha</i>	20	34
Ruzi	<i>Brachiaria ruziziensis</i>	20	14
Gramma natural	<i>Paspalum sp.</i>	31	16
Estrella	<i>Cynodon plectostachius</i>	20	5
Cornel	<i>Brachiaria radicans</i>	11	6
Decumbes	<i>Brachiaria decumbens</i>	--	9
Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>	6	3
Humidícola	<i>Brachiaria humidicola</i>	--	6
Angleton	<i>Dichantium aristatum</i>	--	3
Dictionerua	<i>Brachiaria dytioneura</i>	--	3
Jaraguá	<i>Hyparrhenia rufa</i>	3	--

\*Respuestas múltiples

Actualmente, el área de fincas de los sistemas de producción identificados presenta una distribución del uso del suelo bastante parecida entre sí (Figura 5), donde el mayor porcentaje del área total está ocupado por las pasturas (72% en EN y 60% en DP) especialmente en el sistema de ganado de engorde, seguido por las áreas de bosque (15% en EN y 16% en DP) y guamil (8% en EN y 9% en DP). Por último están las áreas ocupadas por maíz (9 % en DP y 1% en EN) las que son mayores ( $P < 0,01$ ) en el sistema de doble propósito, influyendo más en la diferenciación de los sistemas.



**Figura 5.** Distribución porcentual del uso del suelo en las fincas de los sistemas de producción presentes en la zona de la Calzada Mopán, Dolores, Petén (las líneas representan las desviaciones estándar; las barras de diferente color a los dos sistemas de producción y las letras diferentes indican diferencias significativas).

### 4.2.3 Manejo de la finca

El 97% de los productores encuestados contrata mano de obra para controlar las malezas y preparar el terreno para la siembra del maíz y del pasto, a un costo de US \$ 3,50 por día. La práctica más usada por el 31% de los productores durante el establecimiento de pasturas es la chapia (corte de la vegetación del potrero, que se hace manualmente con un machete) y quema del área, el 50% practica la quema del área, el 5% chapia, quema y luego aplica herbicida, 14% restante solamente aplica herbicida.

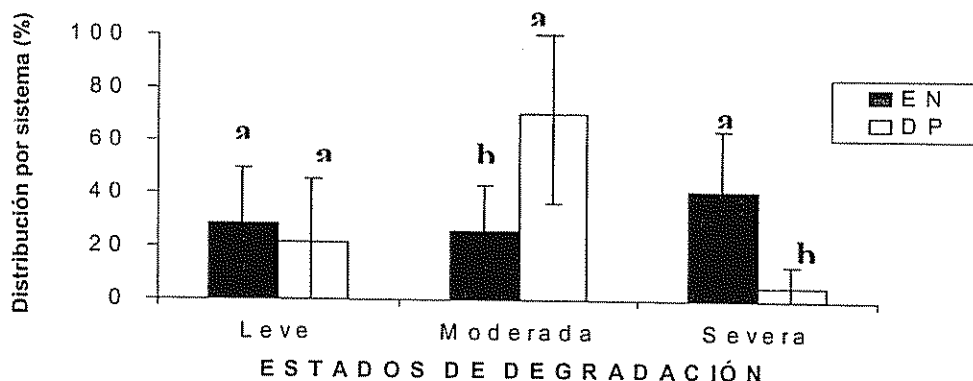
El 55% de los productores del sistema DP siembra maíz por un ciclo y luego introduce la semilla de la gramínea. El 47% del sistema EN realiza la siembra directa de la pastura y el 20% del DP combina un ciclo de frijol, con uno de maíz para luego sembrar el pasto (Cuadro 6). Aunque el 100% de los encuestados ha realizado al menos una vez la quema del terreno como práctica para la limpieza del potrero, sólo el 24,5% de las áreas de pasturas del sistema EN es sometido a ésta cada año. En el sistema DP el porcentaje es relativamente menor (19%). Ninguno de los productores aplica fertilizantes a sus pasturas.

**Cuadro 6.** Prácticas más comunes usadas para el establecimiento de las pasturas por los productores en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Los porcentajes corresponden al número de productores entrevistados por sistema de producción (DP n = 20, EN n = 15).

PRÁCTICAS DE ESTABLECIMIENTO DE LA PASTURA	SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	
	DP (%)	EN (%)
Siembra de un ciclo de maíz + siembra de pastura	55,00	47,00
Siembra directa de la pastura	25,00	47,00
Un ciclo frijol + un ciclo maíz + siembra pastura	20,00	1,00
Quema anual del potrero para su limpieza	19,00	24,50

La Figura 6 muestra la distribución de la degradación en las fincas de ambos sistemas. Se presentaron diferencias significativas entre sistemas en los estados de degradación moderado y severo, siendo mayor el porcentaje de potreros en estado de degradación moderado en el sistema DP (71%); y en el estado severo fue EN el que presentó el mayor porcentaje de potreros (41%). Esta distribución de las degradaciones en los dos sistemas se debe a la forma en que se éstos se manejan. En DP los periodos de descanso y ocupación de las pasturas son mayores que en EN, y el ganado posee en general menores exigencias

alimenticias, por lo que las pasturas sufren menos desgaste por parte del ganado. Además pudo notarse que muchos potreros fueron ubicados dentro de los estados de degradación de manera subjetiva por los productores, lo que influyó mucho en que el sistema DP poseyera mayor cantidad de potreros en estado de degradación moderado.



**Figura 6.** Distribución porcentual de los diferentes estados de degradación en las fincas de los sistemas de producción presentes en la zona de la Calzada Mopán, Dolores, Petén (las líneas representan las desviaciones estándar; las barras de diferente color representan a los dos sistemas de producción y las letras diferentes indican diferencias significativas).

Dado que el 64% de las fincas de los dos sistemas se encuentra en la parte baja y media de la cuenca, la mayoría de sus potreros poseen acceso permanente a agua de buena calidad; aunque el 53% del sistema EN y el 20% del sistema DP poseen aguadas (lagunetas) para garantizar la disponibilidad del líquido durante todo el año. Sólo un 47% de los encuestados en el sistema EN divide el hato en grupos; ninguno de los productores del sistema DP lo hace. De acuerdo con las respuestas de los productores sólo el 20% de DP y el 45% de EN poseen una estrategia para enfrentar los periodos de escasez de pasto y agua (disminuyendo el número de animales para enfrentar los periodos de escasez).

En los últimos dos años el 66% de los productores encuestados ha realizado cambios en la infraestructura de sus fincas, las que se traducen principalmente en siembra de nuevas áreas para pasturas o la resiembra de potreros. La resiembra se ha llevado a cabo por varias razones: el 53% lo hizo para mejorar la productividad del pasto (porque baja el rendimiento de los animales), el 73% para recuperar el terreno invadido por malezas y el 60% reportó que se hizo el cambio de pasturas o la siembra para mejorar la cobertura de la especie deseable en el terreno.



El manejo de los sistemas es de tipo extensivo para DP y semi-intensivo para EN, con división irregular de los potreros y un manejo rotacional empírico. Los días promedio de ocupación/descanso de las pasturas son 11/25 en DP y 6/18 en EN con un promedio de 3 potreros de 9 ha en DP y 5 potreros de 13 ha en EN.

Al comparar las frecuencias de pastoreo utilizadas por los productores en ambos sistemas, se observa que los periodos tan cortos utilizados en el sistema EN están provocando que las pasturas se degraden con mayor rapidez que las del sistema DP, ya que afectan directamente al pasto en su periodo adecuado de recuperación, debido a esto es mayor el porcentaje de pastos degradados en forma severa en EN que en DP (Figura 6).

#### **4.2.4 Componente animal**

En la Calzada Mopán existen dos sistemas de producción característicos: el de doble propósito, donde se manejan cruces de pardo suizo con razas cebuinas (dominando las primeras); y el de ganado de engorde, donde predominan las razas cebuinas con cierto porcentaje de pardo suizo y criollo.

La carga animal promedio del sistema EN fue de 1,29 UA ha<sup>-1</sup> (con un rango de 0,36 a 4,09 UA ha<sup>-1</sup>) y la del sistema DP de 0,89 UA ha<sup>-1</sup> (con un rango de 0,20 a 3,50 UA ha<sup>-1</sup>) y no existió diferencia significativa entre ellos. En el sistema EN se ofrece suplementación de sales minerales a los animales en una relación 1,40:1 kg de sal por kg de sal mineralizada/UA, y el sistema DP dicha relación es de 7,10:1. El cálculo de una prueba de t (Anexo 8) permitió observar que no existe diferencia significativa entre sistemas con respecto a la cantidad de sal ofrecida al ganado. Ambos sistemas presentaron diferencias (P<0,05) en la cantidad de sal mineralizada que ofrecen al ganado, siendo mayor en EN (1,56 kg UA<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) que en DP (0,37 kg UA<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>).

El 80% de los productores de ambos sistemas (EN y DP) aplica vitaminas y otros fármacos al menos cada seis meses a sus animales y lleva un control empírico de los parámetros de producción. El peso promedio en que se comercializa el ganado de engorde es de 450 kg, a

un precio de US \$1,00/kg en época de menor precipitación y a US \$0,79/kg en época de mayor precipitación. La producción promedio de leche en época de mínima precipitación es de 1,35 litros/vaca/día, subiendo a 2,23 litros/vaca/día en época de máxima precipitación. El costo por litro de leche sin importar la época del año es de US \$ 0.14 siendo los productores del sistema DP los únicos que la comercializan.

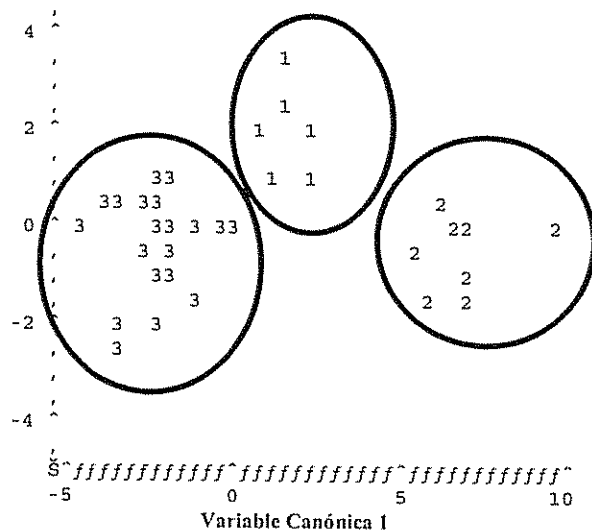
### **4.3 Análisis Canónico Discriminante**

Se realizó un análisis canónico discriminante con una selección de las 31 variables más importantes de la encuesta que tuvieran que ver con el manejo de las pasturas, para determinar cuáles de ellas mostraban una influencia sobre la degradación de los potreros. También se determinó el porcentaje de área de potreros en estado de degradación moderada y severa que poseía cada finca para utilizarlo en el análisis.

Se hizo tres grupos basándose en los rangos de degradación moderada y severa que presentaron las fincas, utilizando la ubicación de potreros dada por los productores. En el grupo 1 se situó a todas las fincas que tuvieran entre el 0-10% del total de su área con degradación moderada y/o severa; el grupo 2 con 10-50%; y el grupo 3 con un porcentaje mayor al 50% de degradación.

El análisis mostró diferencias entre los grupos canónicos ya que la prueba multivariada de Lambda Wilks, mostró diferencias significativas ( $P = 0,0164$ ) en la forma de uso de la tierra y la forma de preparación del suelo por los productores, principalmente. La representación gráfica de las medias de los tres grupos de degradación permitió observar que cada uno se ubicó en su espacio canónico específico sin mezclarse entre sí (Figura 7). Con la ayuda de este análisis se determinó cuáles de las variables de manejo de las pasturas tuvieron la mayor influencia en la separación de las fincas dentro de los grupos canónicos de degradación.

Variable Canónica 2



**Figura 7.** Relación entre los conglomerados o grupos de degradación con respecto a la variable canónica 1 y 2. Calzada Mopán, Dolores, Petén. Números representan los conglomerados: 1 (0-10% de degradación moderada+severa), 2 (10-50 % de degradación moderada+severa) y 3 (>50% de degradación moderada+severa)

Del análisis discriminante se obtuvo una variable canónica, la cual explicó en un 94% el comportamiento de los datos (Cuadro 7). Dicha variable presentó un peso fuerte sobre las características que conciernen a la distribución del uso de la tierra, las técnicas de preparación de suelos para la siembra de las pasturas y algunas características socioeconómicas. Los resultados mostraron que la edad del productor, y el chapear, quemar y aplicar herbicida a los terrenos tienen una relación positiva con el aumento de la degradación en las pasturas. Por el contrario, el costo fijo de la finca, el área de guamiles, el sembrar la semilla de la pastura a través de un ciclo de maíz, el área de pastura sembrada en forma directa y el área de potreros limpiada sólo con la aplicación de herbicidas, poseen una relación inversa con la degradación, por lo que el aumento en alguna de ellas provoca una disminución en la degradación de las pasturas.

El grupo canónico 3, fue el que reunió al 53% de las fincas del sistema de producción EN y al 65% del sistema DP. El grupo 2 reunió al 27% de las fincas de EN y al 20% de DP, y el grupo 1, el de menor porcentaje de área degradada, agrupó solamente al 20% de EN y al

15% de DP. Estos resultados indican que la mayor parte de las fincas de la zona presentan más del 50% de degradación de sus pasturas.

**Cuadro 7.** Variables de mayor peso en la estructura canónica total y su relación con la degradación de las pasturas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

VARIABLE CANÓNICA	
Correlación canónica	0,9626
Valor propio	12,62
Explicación de la variabilidad (%)	94
VARIABLES	
CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS	
Edad del productor	2,49195
Costo fijo de la finca	-5,360700
Número de jornales /ha	2,93115
Número de potreros con agua permanente	2,08964
Pastoreo de los mismos potreros en verano	1,71238
DISTRIBUCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	
Porcentaje de guamiles	-5,430843
Porcentaje de grama natural	-3,516573
Porcentaje de topografía ondulada	-2,792929
TÉCNICAS DE PREPARACIÓN DE SUELOS	
Porcentaje del área tratada con herbicida	-2,236413
Porcentaje del área chapiada 1 vez por año	3,00299
Porcentaje del área chapiada 3 veces por año	-2,059661
Porcentaje de área quemada	-2,937675
Porcentaje de área de siembra directa del pasto	-1,840855
Porcentaje de área de siembra de un ciclo de maíz y luego el pasto	-2,25288
Porcentaje de área limpiada con fuego y machete	5,24514
Porcentaje de área limpiada con fuego, machete y herbicida	2,64211

#### 4.4 Modelo de Regresión Múltiple por Pasos

Para poder determinar qué variables socioeconómicas y de manejo de las fincas están afectando en forma directa la distribución de los estados de degradación de las pasturas y la dinámica de los mismos, se aplicó un análisis de regresión múltiple por pasos. El modelo obtenido fue altamente significativo ( $P > F = 0,001$ ) y expresa un buen porcentaje de la variabilidad de la degradación a causa de estas variables, ya que explica un 57% de la misma ( $R^2 = 0,57$ ). El análisis se hizo con base en la combinación de las degradaciones moderada y severa ya que se constató que la mayor parte de las fincas presentó potreros en

esos estados de degradación. En el Cuadro 8 se presentan los valores de la regresión para cada variable y los valores de la probabilidad de F.

Se encontró que la carga animal tiene un efecto positivo sobre el modelo de regresión, por lo que a mayor número de unidades animales estén presentes en el potrero, la degradación será mayor. Además, la forma de introducción de las pasturas a través de un ciclo de maíz y luego la pastura, o con la siembra directa de la semilla muestran relaciones inversas, dando a entender que si esta forma de introducción de la semilla del pasto aumenta en la finca, la degradación de la pastura será menor. Esto permite ver que si ciertas prácticas de manejo se utilizan adecuadamente, la degradación de las pasturas puede ser disminuida y hasta erradicada de los potreros.

**Cuadro 8.** Valores de  $R^2$  y probabilidad de F para las variables socioeconómicas y de manejo que influyen en la dinámica de los estados de degradación moderada y severa de las fincas analizadas de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. ( $P < 0,05$ )

Variable	Nombre	parámetro	Pr>F
X56	Un ciclo de maíz, luego la pastura	-1,166	0,0458
C.A.	Carga animal (u.a./ha)	21,67	0,0513
X57	Siembra directa de la pastura	-1,015	0,0141
MODELO	$R^2$	57%	
	P>F	0,001	
	INTERCEPTO	103,79	

#### 4.5 Cuantificación y Calificación de Pasturas Degradadas

En el taller de caracterización participativa se evaluó los criterios e indicadores que los productores han utilizado para describir las pasturas degradadas. Esta información se comparó con los criterios e indicadores establecidos por el técnico (Cuadro 9). Contrario a lo que se había determinado en la metodología del estudio sobre la existencia de cuatro estados de degradación, los productores en el taller mencionaron sólo tres: leve, moderado y severo. El cuarto estado, definido en la metodología como muy severo, no fue considerado por los productores participantes del taller para definir potreros muy degradados, sino que las características del mismo las asociaron a los guamiles. Sin

embargo, hubo muy buena relación entre los parámetros descritos por los productores, como se observa en el Cuadro 9.

Durante las entrevistas individuales (usando la encuesta), el 26% de los productores (nueve de los 35 encuestados) mencionó que según su criterio en la zona sólo existían dos estados de degradación (leve y severo), y sugirió que en posteriores evaluaciones fuera mejor concentrarse en estos dos estados, aunque no tuvieron dificultad en describir los tres estados de degradación que en la encuesta se mencionaron.

**Cuadro 9.** Comparación de los parámetros utilizados por el técnico y el productor para describir los diferentes estados de degradación de las pasturas en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

DEGRADACIÓN	PARÁMETROS DADOS POR EL TÉCNICO	PARÁMETROS DADOS POR EL PRODUCTOR EN EL TALLER (n= 10 productores)
Leve	Pastura sana con más del 85% de cobertura de pasto 5-15% de malezas herbáceas	Pastura sana con más del 75% de cobertura (más de tres cuartos del potrero) 0-25% de malezas herbáceas Pasto fuerte, provee suficiente alimento al ganado Suelo con buena filtración, provisto de suficientes nutrientes
Moderada	Pérdida de vigor y salud de la pastura con 55-85% de cobertura, Invasión de un 15-25% de malezas herbáceas y arbustivas Herbácea predominante pasto natural	Pastura débil, sin nutrientes y enferma Cobertura del pasto en 50-75% (entre la mitad y tres cuartos del potrero) Invasión de malezas herbáceas y arbustivas en un 25-50% (entre un cuarto y la mitad del potrero) Suelo desnudo erosionado y compactado Herbácea predominante pasto natural
Severa	Entre 25-55% de cobertura de pasto 25-35% de malezas herbáceas y arbustivas Aparecimiento de vegetación secundaria menor a 1 m de altura. Suelo erosionado, compactado	Cobertura del 25-50% de pasto (desde un cuarto hasta la mitad del potrero) Malezas herbáceas y arbustivas en un 50-75% (entre la mitad y tres cuartos del potrero) Aparecimiento de vegetación secundaria menor a 1 m de altura Suelo sin nutrientes, muy compactado y erosionado
Muy Severa (guamil)	Menos del 25% de cobertura de pasto u ocupación total del área por pasto natural; más del 35% de malezas herbáceas Especies de bosque secundario mayores a 1 m de altura	Potrerros abandonados Cubiertos por vegetación de bosque secundario

#### 4.5.1 Causas de la degradación de pasturas

En el Cuadro 10 se presenta información sobre las causas de degradación de las pasturas que los productores mencionaron en el taller y en las encuestas. El sobre pastoreo fue la causa principal de degradación indicada por ellos. En general, el resto de causas mencionadas presentaron porcentajes de respuesta similares, con excepción de la incidencia de plagas que fue mencionada por una persona (10%) de las entrevistadas en el taller como una causa de degradación.

**Cuadro 10.** Principales causas de degradación de los potreros, de acuerdo con el conocimiento de los productores del área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

CAUSA DE DEGRADACIÓN	TALLER		ENCUESTA	
	Número de productores (n=10)	Frecuencia (%)	Número de productores (n=35)	Frecuencia (%)
Sobre pastoreo	4	40	18	51
Edad del pasto	2	20	7	20
Erosión	3	30	8	23
Invasión de malezas	--	--	2	6
Incidencia de plagas	1	10	--	--

#### 4.5.2 Conocimiento local de pasturas degradadas

El Cuadro 11 detalla las características dadas por los productores en la encuesta sobre cada estado de degradación y los árboles y malezas que ellos consideran son los más característicos. La degradación mejor descrita fue la moderada y las especies de arbóreas características fueron el jocote (*Spondias mombin*) y la guayaba (*Psidium guajava*); y de las malezas, la cola de venado (*Andropogon leucostachius*) y el chichipince (*Hamelia patens*). En la degradación severa las especies de árboles mencionadas como características fueron la guayaba (*P. guajava*) y el nance (*Byrsonima crassifolia*), y entre las malezas la curarina (*Eupatorium laevigatum*). La especie arbórea indicadora del estado de degradación leve fue el amate (*Ficus yoponensis*) y la única maleza considerada como característica de este estado fue la verbena (*Stachytarpheta cayennensis*).

**Cuadro 11.** Características de los suelos, pastos, especies de árboles y malezas indicadoras de los diferentes estados de degradación presentes en los potreros del área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Información proporcionada por los productores (n=35) en la encuesta.

DEGRADACIÓN LEVE	PORCENTAJE (%)	DEGRADACIÓN MODERADA	PORCENTAJE (%)	DEGRADACIÓN SEVERA	PORCENTAJE (%)
<b>Pastura</b>		<b>Pastura</b>		<b>Pastura</b>	
Verde y vigorosa	100	Empieza a perder vigor	66	Amarillenta	86
Con buen crecimiento	74	Recuperación lenta	100	Recuperación muy lenta	100
Rápida recuperación	57	Baja calidad nutricional	83	Poco alimento para el ganado	100
Alta calidad nutricional	97	Poca cobertura del terreno	94		
<b>Árboles</b>		<b>Árboles</b>		<b>Árboles</b>	
Amate ( <i>Ficus yoponenensis</i> )	46	Laurel ( <i>Cordia alliodora</i> )	14	Guayaba ( <i>Psidium guajava</i> )	29
Cedro ( <i>Cedrela odorata</i> )	40	Jocote ( <i>Spondias mombin</i> )	26	Nance ( <i>Byrsonima crassifolia</i> )	14
Corozo ( <i>Orbignya cohune</i> )	34	Chaperno ( <i>Lonchocarpus guatemalensis</i> )	20		
Ramón ( <i>Brosimum alicastrum</i> )	29	Guayaba ( <i>Psidium guajava</i> )	26		
<b>Malezas</b>		<b>Malezas</b>		<b>Malezas</b>	
10-25 % en el potrero	86	Hasta 50 % dentro del potrero	83	50-85 % en potrero	97
Presencia de		Presencia de:		Presencia de:	
Verbena	51	Lava platos ( <i>Solanum</i> sp.)	29	Escobillo ( <i>Sida</i> sp.)	34
( <i>Stachytarpheta cayennensis</i> )		Talquezal ( <i>Imperata cilindrica</i> )	29	Chuspa ( <i>Pteridium aquilinum</i> )	43
		Tres Puntas ( <i>Neurolaena lobata</i> )	43	Curarina	71
		Chichipince ( <i>Hamelia patens</i> )	49	( <i>Eupatorium laevigatum</i> )	
		Cola de Venado	54		
		( <i>Andropogon leucostachus</i> )			
<b>Suelo</b>		<b>Suelo</b>		<b>Suelo</b>	
Fertilidad media	100	Capa útil delgada (erosión leve)	49	Erosionado	100
Húmedo	86	Compacto y reseco	66	Lixiviado	86
Sin compactación	57	Poca fertilidad	77	Poca materia orgánica	49
				Reseco	54
				Compactado	60



#### 4.5.3 Prácticas de recuperación de pasturas degradadas

En ambos el taller y la encuesta (70% y 42% respectivamente), los productores mencionaron que no se aplica ninguna práctica para la recuperación de los potreros. Un 20% de los productores entrevistados (taller y encuesta) indicaron que disminuyen la carga animal como una estrategia para recuperar las pasturas. Un 9% aumenta la frecuencia de chapeo y un 9% deja que las pasturas degradadas se cubran de vegetación secundaria (guamiles) para que al final de uno o dos años se pueda sembrar nuevamente la pastura (Cuadro 12).

**Cuadro 12.** Prácticas más comunes utilizadas por los productores en la recuperación de potreros degradados del área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

MANEJO DE LAS PASTURAS	TALLER		ENCUESTA	
	Número de productores (n=10)	Porcentaje (%)	Número de productores (n=35)	Porcentaje (%)
Uso continuo del potrero (ninguna práctica de recuperación)	7	70	15	42
Quema del potrero	2	20	7	20
Aumento en número de chapias	--	--	3	9
Disminución del número de animales en pastoreo	--	--	7	20
Deja enguamilar por 1 ó 2 años	1	10	3	9

#### 4.6 Especies Leñosas y Herbáceas Indicadoras de los Diferentes Estados de Degradación

##### 4.6.1 Inventario de leñosas y herbáceas encontradas en los dos sistemas de producción

En el área de estudio se cuantificó la presencia de 35,519 individuos de 21 especies de herbáceas y arbustivas consideradas como malezas, siendo las más comunes coyolillo (*Cyperus* sp.), curarina (*Eupatorium laevigatum*), chichipince (*Hamelia patens*), chispa (*Pteridium aquillinum*), escobillo (*Sida* sp.), verbena (*Stachytarpheta cayenensis*).

Se cuantificó la presencia de 900 individuos de 29 especies de arbóreas dispersas en potreros, siendo los más comunes caulote (*Guazuma ulmifolia*), cedro (*Cedrela odorata*suquinay (*Rollinia microcephala*) y tabacón (*Solanum eriantum*), todos encontrados dentro de parcelas de 0.1 ha<sup>-1</sup> (35 parcelas; área total = 3.5 ha) (Cuadros 13 y 14). El 100% de los productores reportó que los usos más comunes dados a los árboles dispersos en los potreros son para

sombra de animales, como leña, así la utilización de malezas por sus beneficios medicinales.

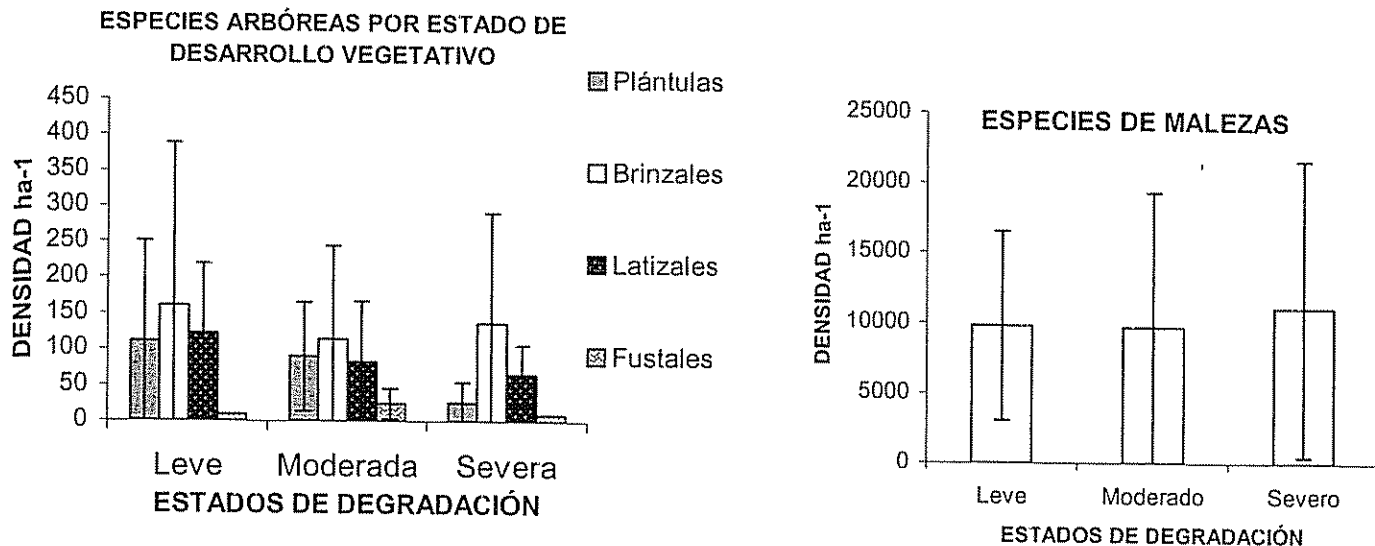
**Cuadro 13** Nombres comunes, nombres científicos y usos (indicados por los productores) de los árboles encontrados en el inventario realizado en los potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	USOS
Aceituno	<i>Simaruba amara</i>	Simarubaceae	Sombra
Achiotillo	<i>Bernardia interrupta</i>	Euphorbiaceae	Ningun uso
Aguacatillo	<i>Phoebe mexicana</i>	Lauraceae	Sombra
Amate	<i>Ficus yoponensis</i>	Moraceae	Sombra, forraje
Amatillo	<i>Ficus sp</i>	Moraceae	Sombra
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Sapotaceae	Sombra, frutos
Caimito monte	<i>Chrysophyllum sp.</i>	Sapotaceae	Sombra
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Sombra, forraje, leña
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Sombra, madera, cerco vivo
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	Ningún uso
Corozo	<i>Orbignya cohune</i>	Arecaceae	Sombra, frutos
Chaperno	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Fabaceae	Sombra, forraje, leña
Guano	<i>Sabal mexicana</i>	Arecaceae	Construcción de techos
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	Forraje, medicinal
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Mytaceae	Frutos, cerco vivo
Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>	Sapindaceae	Sombra, leña
Palo de Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	Cerco vivo, sombra
Jocote	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Sombra, frutos, leña
Jocotillo	<i>Trichilia hirta</i>	Meliaceae	Sombra, leña
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Leña, sombra, madera
Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i>	Leguminosae	Forraje, cerco vivo
Majagüe	<i>Belotia campbelli</i>	Tiliaceae	Sombra, leña
Matapalo	<i>Ficus sp</i>	Moraceae	Sombra
Matilisguate	<i>Tabebuia pentaphila</i>	Bignoniaceae	Sombra, leña
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Malphiaceae	Frutos, sombra
Pata de Vaca	<i>Bahúnia sp.</i>	Caesalpiniaceae	Leña
Sombra de Ternero	<i>Cordia bicolor</i>	Boraginaceae	Sombra, leña
Suquinay	<i>Rollinia microcephala</i>	Annonaceae	Leña
Tabacón	<i>Solanum eriantum</i>	Solanaceae	Leña, forraje

**Cuadro 14.** Nombres comunes, científicos y tipo de malezas encontradas en el inventario realizado en los potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	TIPO
Algodoncillo	<i>Asclepias curasavica</i>	Apocynaceae	Herbácea
Bejuco Negro	<i>Acalypha diversifolia</i>	Euphorbiaceae	Arbustiva
Cinco Negritos	<i>Lantana camara</i>	Verbenaceae	Arbustiva
Cordoncillo	<i>Piper</i> sp.	Piperaceae	Herbácea
Coyolillo	<i>Cyperus</i> sp.	Cepieraceae	Herbácea
Curarina	<i>Eupatorium laevigatum</i>	Asteraceae	Arbustiva
Chichipince	<i>Hamelia patens</i>	Rubiaceae	Arbustiva
Chilindrón	<i>Thevetia peruviana</i>	Apocynaceae	Herbácea
Chispa	<i>Pteridium aquillinum</i>	Dennstaedtiaceae	Helecho
Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	Leguminosae	Herbácea
Escobillo	<i>Sida</i> sp.	Malvaceae	Arbustiva
Flor Amarilla	<i>Tagetes erecta</i>	Compositae	Arbustiva
Ixcanal	<i>Acacia colinsii</i>	Fabaceae	Arbustiva
Lava Platos	<i>Solanum torvum</i>	Solanaceae	Arbustiva
Pasto Amargo	<i>Paspalum conjugatum</i>	Graminae	Herbácea
Pega pega	<i>Desmodium</i> sp.	Leguminosae	Herbácea
Sacapasto	<i>Sporobolus</i> sp.	Graminae	Herbácea
Talquezal	<i>Imperata Cilindrica</i>	Gramionae	Herbácea
Tamarindillo	<i>Simaruba</i> sp.	Simarubaceae	Arbustiva
Vara de Santo	<i>Baccharis trinervis</i>	Compositae	Arbustiva
Verbena	<i>Stachytarpheta cayenensis</i>	Verbenaceae	Herbácea

El análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre los estados de degradación en la densidad de individuos  $ha^{-1}$  por estado de desarrollo de arbóreas, ocurriendo lo mismo con las malezas (Figura 9). En el caso de las arbóreas, se observó una mayor densidad en pasturas de degradación leve comparada con las de degradación severa (diferencia del 40%). La degradación leve presentó la mayor riqueza de especies de árboles (23) y la menor riqueza de malezas (18) (Cuadro 15). Al comparar la riqueza de especies de los tres estados de degradación tanto en arbóreas como en malezas, no se encontró diferencias significativas para ninguna de ellas, debido a la alta variación que existe entre parcelas.



**Figura 8.** Densidad de especies de arbóreas y de malezas por hectárea en los diferentes estados de degradación presentes en la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Las líneas representan la desviación estándar.

**Cuadro 15.** Abundancia y riqueza de especies de árboles y malezas presentes en los potreros bajo estudio de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Estimados sobre la base de parcelas de 0,10 ha<sup>-1</sup>.

ESTADO DE DEGRADACIÓN	# PARCELAS (0.1 ha <sup>-1</sup> )	ÁRBOLES		MALEZAS	
		DENSIDAD (individuos ha <sup>-1</sup> )	RIQUEZA (# especies ha <sup>-1</sup> )	DENSIDAD (individuos ha <sup>-1</sup> )	RIQUEZA (#especies ha <sup>-1</sup> )
LEVE	12	4.250 (332,20) <sup>a</sup>	23 <sup>a</sup>	11.737 (6.718,40) <sup>a</sup>	18 <sup>a</sup>
MODEADA	11	2.930 (283,10) <sup>a</sup>	20 <sup>a</sup>	11.620 (9.626,90) <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>
SEVERA	12	1.820 (165,60) <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>	12.162 (10.608) <sup>a</sup>	19 <sup>a</sup>

Valores entre paréntesis indican la desviación estándar, las letras diferentes indican diferencias significativas.

Al observar la distribución de especies arbóreas (Anexo 9), se encontró que hubo algunas que se presentaron exclusivamente en uno de los tres estados de degradación. En degradación leve fueron majagüe (*Belotia Campbelli*), matapalo (*Ficus* sp), Jocotillo (*Trichilia hirta*), pata de vaca (*Bahuinia* sp.) y madrecaao (*Gliricidia sepium*); las presentes en degradación moderada

fueron aguacatillo (*Phoebe mexicana*) y laurel (*Cordia alliodora*); y las presentes en degradación severa fueron jaboncillo (*Sapindus saponaria*) y guarumo (*Cecropia peltata*). La especie de malezas característica de degradación leve fue la flor amarilla (*Tagetes erecta*), en degradación moderada pasto amargo (*Paspalum conjugatum*) y sacapasto (*Sporobolus* sp.) y en degradación severa no existió ninguna especie representativa. Entre las especies que se presentaron en los tres estados de degradación se encontraron talquezal (*Imperata cylindrica*), verbena (*Stachytarpheta cayenensis*) y chichipince (*Hamelia patens*), entre otras (Anexo 10).

Se calculó el índice de Jaccard para observar la similitud de especies de árboles y malezas entre los diferentes estados de degradación (Cuadro 16). El índice muestra la existencia de muchas especies en común entre degradaciones tanto para los árboles, como para las malezas. Las especies arbóreas, presentaron valores similares en las tres combinaciones de degradación, con un índice de Jaccard entre  $C_j = 0,42$  y  $0,47$ . Las especies de herbáceas mostraron alta similitud en los tres estados de degradación, con valores  $C_j$  entre  $0,80$  y  $0,89$ , siendo más similares las comparaciones de la degradación severa con la leve, y la severa con la moderada.

**Cuadro 16.** Comparación de la composición de especies arbóreas y herbáceas de los diferentes estados de degradación presentes en potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén, por medio del índice de similitud de Jaccard.

DEGRADACIÓN	INDICE DE JACCARD	
	ARBÓREAS	HERBÁCEAS
Leve vs Moderada	0,47	0,80
Leve vs Severa	0,42	0,89
Moderada vs Severa	0,43	0,89

#### 4.6.2 Estado de regeneración natural

El número de individuos de plántulas, brinzales, latizales y fustales de las especies arbóreas encontradas en los potreros no siguió una distribución normal, principalmente por la variabilidad de los datos debido a valores extremos. Se intentó transformar los datos, pero no hubo efecto sobre el cambio de la distribución de los mismos. Para que las poblaciones de cada

estado de desarrollo de las arbóreas tuvieran una misma área de referencia, se estimó la densidad media  $ha^{-1}$ . El análisis de varianza aplicado al número de individuos de los diferentes estados de desarrollo no mostró diferencias significativas entre estados de degradación (Cuadro 17).

**Cuadro 17.** Densidad media  $ha^{-1}$  de los diferentes estados sucesionales de la regeneración natural de especies arbóreas para los diferentes estados de degradación presentes en la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

ESTADO DE DESARROLLO	ESTADOS DE DEGRADACIÓN						P>F (5%)
	LEVE		MODERADA		SEVERA		
	MEDIA	STD <sup>s</sup>	MEDIA	STD <sup>s</sup>	MEDIA	STD <sup>s</sup>	
Plántulas	111,25	140,35	90,00	75,72	26,00	28,81	0,673 <sup>a</sup>
Brinzales	160,91	228,14	114,55	129,95	136,67	154,23	0,056 <sup>a</sup>
Latizales	122,50	97,10	83,00	84,10	65,60	41,57	0,465 <sup>a</sup>
Fustales	10,00	0,00	25,00	21,21	10,00	0,00	0,941 <sup>a</sup>

<sup>s</sup>Desviación estándar. Letras iguales indican que no hay diferencias significativas.

#### 4.6.3 *Conocimiento local sobre la presencia de árboles dispersos en potreros*

El 100% de los ganaderos entrevistados (tanto en el taller, como con la encuesta) poseen árboles de diferentes especies en sus propiedades, pero no conocen el nombre ni los usos de la gran mayoría, aunque sí coincidieron en que muchos de ellos son característicos de los diferentes estados de degradación que presentan las pasturas. El 100% de las respuestas dadas en el taller y en la encuesta indicaron que los árboles dispersos en potreros traían beneficios al suelo y a los animales. El 80% de los productores encuestados ha dejado árboles en sus potreros para que les garanticen sombra en años venideros. Ninguno de los productores reforesta sus fincas, por lo que dependen de la regeneración natural si desean tener árboles dispersos en sus potreros.

Los productores entrevistados en la encuesta y el taller mencionaron los nombres de especies muy comunes en el área, por ejemplo, caoba (*Swietenia macrophylla*), capulín (*Muntingia calabura*) y palo de jiote (*Bursera simaruba*) entre otras, asociándolas a los estados de degradación que ellos previamente mencionaron (Cuadro 18). Tanto en el taller como en la

encuesta las especies con más porcentaje de respuesta fueron: el amate (*Ficus yoponensis*) como indicadora de estados leves de degradación, el laurel (*Cordia alliodora*) en degradaciones moderadas y el nance (*Byrsonima crassifolia*) en degradaciones severas.

#### **4.6.4 Invasión de malezas en los potreros**

Para determinar la dinámica de las malezas en la invasión de los potreros, se preguntó a los productores durante el taller y luego en la encuesta, si sabían el orden en que éstas entraban a sus potreros conforme los estados de degradación avanzaban en los mismos. El 100% de los productores en el taller mencionó que la grama natural (*Paspalum* sp.) es la primera en aparecer en sus potreros, seguida por la zarza dormilona (*Mimosa pudica*) con un 70%; el 60% mencionó que la cola de venado (*Andropogon leucostachyus*) es la tercera en aparecer. En cambio, los productores sometidos a la encuesta, mencionaron a la verbena (*Stachytarpheta cayennensis*) y la grama natural como las primeras invasoras (28 y 25%, respectivamente), seguidas por la zarza dormilona con 23% de las respuestas y un 19% mencionó la cola de venado como la tercera maleza en invadir los potreros (Cuadro 19).

**Cuadro 18.** Especies arbóreas características de los diferentes estados de degradación mencionadas en el taller participativo, en la encuesta y presentes en potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Frecuencia de apareamiento expresada en porcentaje.

ESPECIES		TALLER (n = 10)			ENCUESTA (n = 35)			CAMPO (n = 35; área = 3,5 ha <sup>-1</sup> )		
		ESTADOS DE DEGRADACIÓN								
Nombre Común	Nombre Técnico	Leve (%)	Moderada (%)	Severa (%)	Leve (%)	Moderada (%)	Severa (%)	Leve (%)	Moderada (%)	Severa (%)
Aceituno	<i>Simaruba amara</i>							0,2		1
Achiotillo	<i>Bernardia interrupta</i>								2	19
Aguacatillo	<i>Phebe mexicana</i>								1	
Amate	<i>Ficus yoponensis</i>	100			46	9		1		2
Amatillo	<i>Ficus sp</i>									1
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>							1	1	
Caimito de monte	<i>Chrysophyllum sp.</i>							0,50	1	
Canchán	<i>Terminalia amazona</i>	70	30							
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>		50	50	14					
Capulín	<i>Muntigia calabura</i>		80	20	9	9				
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	80	20		11			2	0,30	5
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	30	70		40			3	9	11
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	100			20			1	2	0,50
Corozo	<i>Orbignya cohune</i>	100			34	29		39	22	8
Chaperno	<i>L. guatemalensis</i>	60	40		9	20		1	1	
Chechén	<i>Sesbania longicuspis</i>			100						
Chicozapote	<i>Manilkara achras</i>		60	40	14	9	9			
Escobo	<i>Chrysophila sp.</i>		70	30						
Guano	<i>Sabal mexicana</i>		50	50	11	9		3	1	2
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>		100		17					1
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>					26	29	15	22	14
Jabín	<i>Piscidia piscipula</i>	100								
Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>									1
Jocote	<i>Spondias mombin</i>			100	11	26	14	3	9	11
Jocotillo	<i>Trichilia hirta</i>		60	40				0,50		
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>		100		11	14			1	
Madrecacao	<i>Glicicidia sepium</i>							0,20		
Majagüe	<i>Belotia campbelli</i>		70	30				0,20		
Mata palo	<i>Ficus sp.</i>							0,50		
Matiliguat	<i>Tabebuia pentaphila</i>							1	2	2
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>			100			14	0,50	0,30	
Palo de Jiote	<i>Bursera simaruba</i>		20	80				0,20		0,50
pata de vaca	<i>Bahuinia sp.</i>							26		
Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>			100						
Quebracho	<i>Caesalpinia sp</i>					11				
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>		100		29					
Sare	<i>Acacia sp</i>			100						
Sombra de ternero	<i>Misanteca sp</i>								0,30	0,50
Suquinay	<i>Rollinia microcephala</i>							0,20	1	0,50
Tabacón	<i>Solanum eriantum</i>		30	70					24	17
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	40	50	10						
Yaje	<i>Callandra houstoniana</i>			100						
Zapote	<i>Achras Zapota</i>					11	9			



**Cuadro 19.** Especies herbáceas y arbustivas que invaden las áreas de pasturas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Orden de apareamiento en potreros según los productores dado en el taller participativo y en la encuesta. Dinámica de apareamiento dentro de los potreros. Reportados sólo los mayores porcentajes del total de respuestas.

ESPECIE		Orden Apareamiento (taller)	Respuesta (n=10)	Orden Apareamiento (encuesta)	Respuesta (%) (n=35)
Nombre Común	Nombre Técnico				
Pasto natural	<i>Paspalum sp.</i>	1	10	1	25
Zarza dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	2	1	2	23
Cola de Venado	<i>Andropogon leucostachyus</i>	3	6	3	19
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	4	8	1	28
Ixcanal	<i>Acacia colinsii</i>	5	7	5	10
Pega pega	<i>Desmodium sp.</i>	5	8	5	5
Curarina	<i>Eupatorium laevigatum</i>	5	8	2	7
Escobillo	<i>Sida sp.</i>	5	10	3	16
Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>	6	5	5	6
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	6	6	4	7
Algodoncillo	<i>Asclepias curasavica</i>	6	6	4	10
Chichipince	<i>Hamelia patens</i>	6	4	3	6
Tres puntas	<i>Neurolaena lobata</i>	---	--	2	16
Chispa	<i>Pteridium aquilinum</i>	---	--	2	10

**Cuadro 20.** Especies de malezas características de los diferentes estados de degradación mencionadas en el taller participativo, en la encuesta y presentes en potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Frecuencia de apareamiento expresada en porcentaje.

ESPECIES		TALLER (n = 10)			ENCUESTA (n = 35)			CAMPO (n = 35; área = 3.5 ha <sup>-1</sup> )		
		Leve (%)	Moderada (%)	Severa (%)	Leve (%)	Moderada (%)	Severa (%)	Leve (%)	Moderada (%)	Severa (%)
Algodoncillo	<i>Asclepias curasavica</i>							1		2
Bejuco Negro	<i>Acalypha diversifolia</i>							5	0,30	12
Cinco Negritos	<i>Lantana camara</i>								1	0,40
Cola de venado	<i>Andropogon leucostachyus</i>		60	40		54	29			
Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>							1	1	1
Coyolillo	<i>Cyperus sp.</i>							13	16	8
Curarina	<i>Eupatorium laevigatum</i>		30	70		29		4	14	9
Chaya	<i>Cnidoscolus sp.</i>					71				
Chichipince	<i>Hamelia patens</i>	10	50	40		49	14	5	2	1
Chilindrón	<i>Thevetia peruviana</i>				14	17	17	9	10	3
Chispa	<i>Pteridium aquilinum</i>						43	4	4	1
Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>				6	6	9	6	7	11
Escobillo	<i>Sida sp.</i>	20	40	40	9	14	34	10	13	23
Flor Amarilla	<i>Tagetes erecta</i>							1		
Gramma natural	<i>Paspalum sp.</i>				5	11	14			
Ixcanal	<i>Acacia colinsii</i>							0,10	1	0,10
Lava Platos	<i>Solanum sp.</i>					29	14	0,20	0,40	0,40
Pasto Amargo	<i>Paspalum conjugatum</i>								0,20	
Pega pega	<i>Desmodium sp.</i>							22	13	11
Sacapasto	<i>Sporobolus sp.</i>								1	
Talquezal	<i>Imperata cilindrica</i>	30	60	10	5	29	14	9	6	3
Tamarindillo	<i>Simaruba sp.</i>							2	0,20	1
Tres Puntas	<i>Neurolaena lobata</i>					43	26			
Vara de Santo	<i>Baccharis trinervis</i>							5	0,30	12
Verbena	<i>Stachytarpheta cayennensis</i>	40	30	30	51	20	14	7	12	13

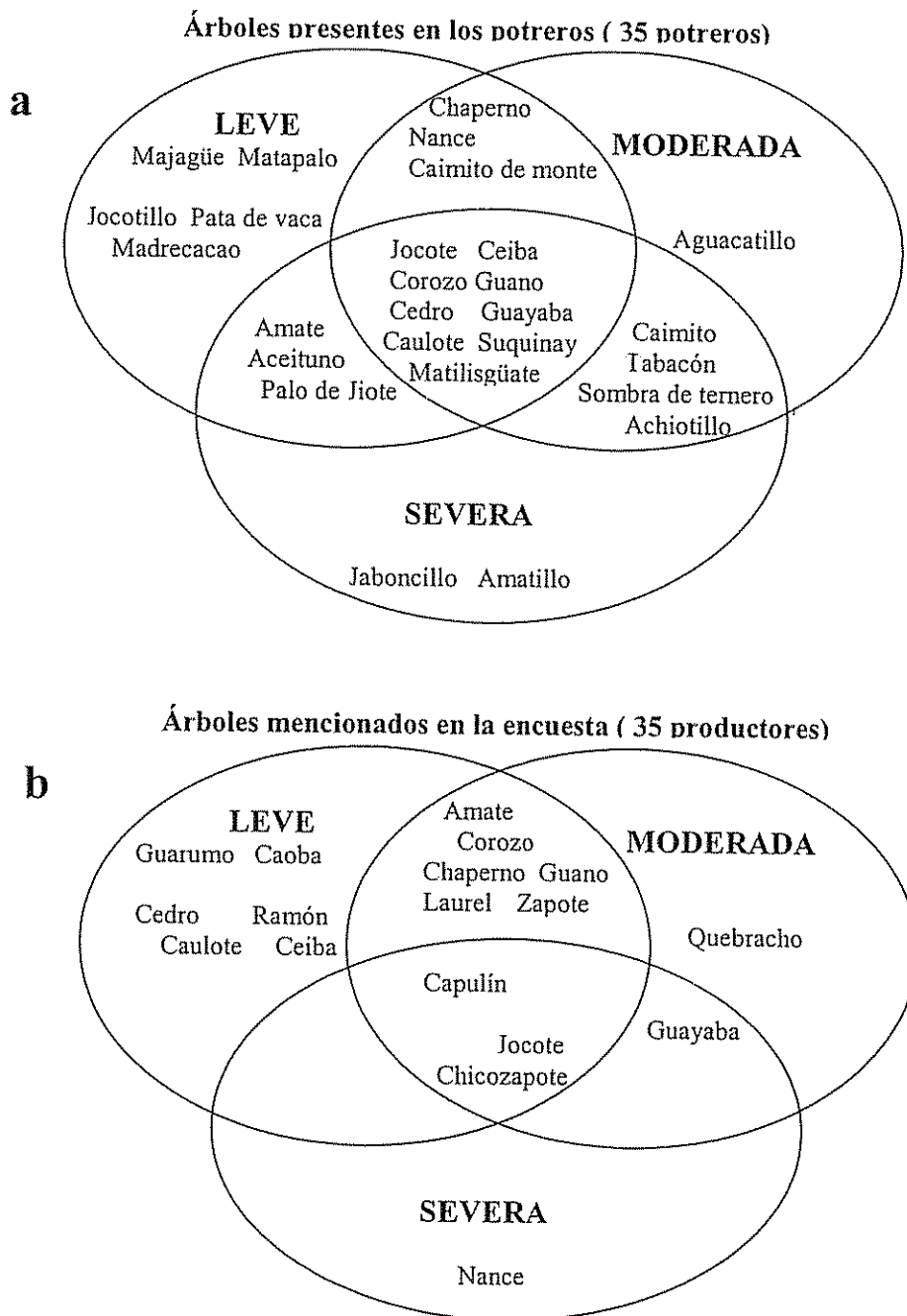
#### 4.6.5 Especies Indicadoras

Al comparar las respuestas dadas en el taller de caracterización participativa y la encuesta, y luego al comparar éstas con lo encontrado en el campo (respecto a las especies de árboles y malezas características de cada estado de degradación) se encontró que el amate (*Ficus* sp.), caoba (*S. macrophylla*), capulín (*M. calabura*), cola de venado (*A. leucostachyus*), y escobillo (*Sida* sp.) entre otras especies fueron mencionadas tanto en el taller como en la encuesta (Cuadros 18 y 20). Se encontraron pocas coincidencias con las especies observadas en el campo y las mencionadas por los productores siendo jocote (*S. mombin*) y chaperno (*L. guatemalensis*) las únicas especies arbóreas que se ubicaron en el mismo estado de degradación tanto en el campo, como en la encuesta. Las especies de malezas que mostraron relación entre el campo y las respuestas de la encuesta fueron dormilona (*M. pudica*), talquezal (*I. cilindrica*) y escobillo (*Sida* sp.) (Figuras 10 y 11), por lo que se analizó su grado de similitud con una prueba de Chi cuadrado. Dicha prueba mostró que aunque ciertas especies presentes en el campo coincidieron con algunas mencionadas en la encuesta, no hubo relación estadísticamente significativa entre el conocimiento de los productores sobre árboles y arbustos, y las especies presentes en los potreros.

Se analizó por separado las respuestas de la encuesta y las especies encontradas en el campo. El análisis de chi cuadrado de las especies arbóreas mencionadas en la encuesta mostró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre degradaciones (Cuadro 18). Indicando al amate (*F. yoponensis*) como la especie más característica de degradaciones leves, al chaperno (*L. guatemalensis*) en degradaciones moderadas y a la guayaba (*P. guajava*) en degradaciones severas. Se aplicó un análisis de varianza para las especies arbóreas encontradas en el campo pero ninguna de ellas mostró diferencias significativas.

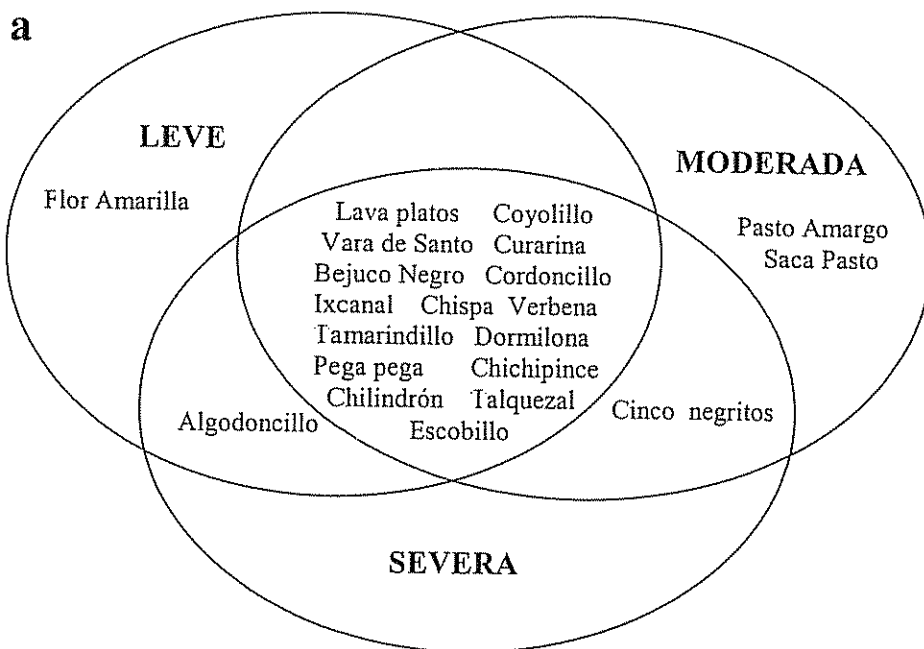
Las especies de herbáceas mencionadas en la encuesta no presentaron diferencias significativas entre degradaciones al realizarse la prueba de chi cuadrado (Cuadro 20). Entre las especies observadas en el campo, escobillo y verbena presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) a la interacción de topografía y degradación (Cuadro 21). Esto pudo deberse a que siendo especies pioneras muy agresivas, se les encuentra en todos los estados de degradación y todas las topografías, haciéndose muy difícil determinar con el muestreo llevado a cabo en este estudio

cuál de los dos influye más sobre la presencia de estas dos especies. El análisis también mostró que curarina responde a los cambios de topografía, siendo característica de topografías planas.



**Figura 9.** Presencia de especies arbóreas en los potreros (a) y mencionadas en la encuesta (b) en la Calzada Mopán, Dolores, Petén y en los tres estados de degradación encontrados en el área de estudio (ref. Cuadro 18).

Malezas presentes en los potreros ( 35 potreros)



Malezas mencionadas en los potreros ( 35 potreros)

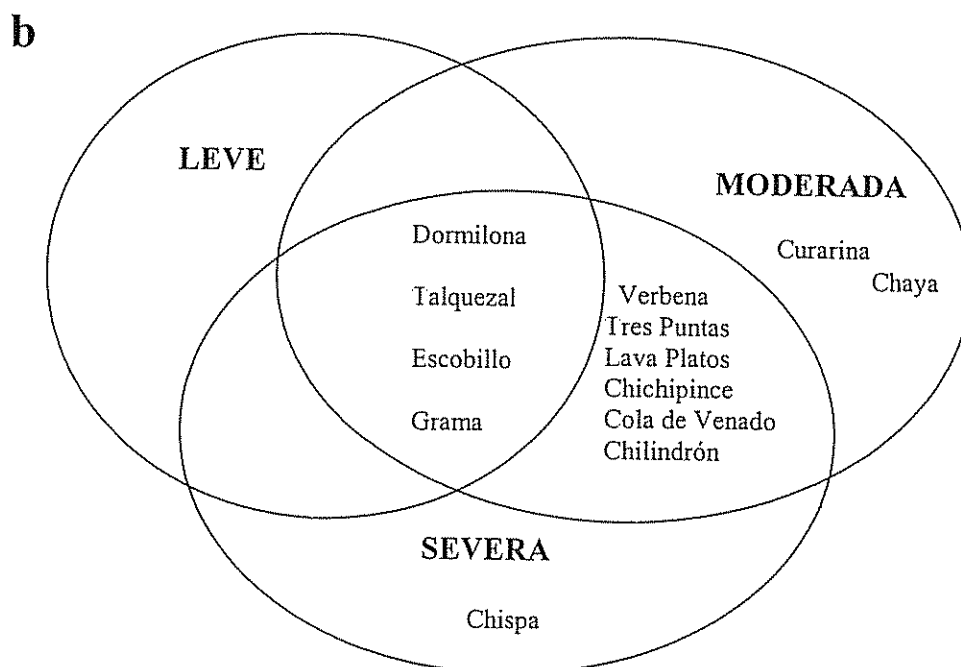


Figura 10. Presencia de (a) especies de malezas en los potreros y (b) mencionadas en la encuesta en la Calzada Mopán, Dolores, Petén en los tres estados de degradación encontrados en el área de estudio (ref. Cuadro 20).

**Cuadro 21.** Medias y valores de significancia del análisis de varianza de las especies de malezas más características presentes en los potreros bajo estudio de la Calzada Mopán, Dolores, Petén (desviación estándar).

DEGRADACIÓN ESPECIE	TOPOGRAFIA								
	PLANA			ONDULADA			QUEBRADA		
	Leve	Moderada	Severa	Leve	Moderada	Severa	Leve	Moderada	Severa
Curarina	0	30 (60)	75 (150)	500 (1000)	1855 (1979,40)	3697 (5206,80)	755 (1016,40)	2145 (3912,90)	20 (33,70)
Escobillo	413 (735,50)	313 (473,20)	5945 (4243)	1575 (2953,40)	2285 (2184,60)	720 (805,50)	1073 (1421,60)	1228 (2240,40)	425 (492,40)
Verbena	503 (1005)	585 (699)	2875 (1532,40)	75 (150)	2662.5 (3135,30)	696.7 (622,90)	1553 (1325,10)	135 (270)	600 (711,80)

ESPECIE	SIGNIFICANCIA		
	Topo	Degrad	Topo-Degrad
Curarina	0,023*	0,46	0,259
Escobillo	0,511	0,34	0,035*
Verbena	0,656	0,31	0,015*

\*P<0,05

#### 4.7 Modelo de Regresión Múltiple por Pasos

Con el afán de identificar si el estado fisicoquímico del suelo, la riqueza y densidad de las especies de árboles y de malezas estaba ejerciendo una influencia sobre los estados de degradación, se practicó un análisis de regresión múltiple por pasos. Las variables utilizadas fueron las de densidad y riqueza de árboles y malezas, y las de elementos del suelo (Ca, Mg, K, Cu, densidad aparente) que fueron significativos a un análisis de regresión múltiple previamente aplicado (Cuadro 22). El modelo obtenido fue significativo únicamente para el efecto que las concentraciones de Ca y la abundancia de malezas tienen sobre el porcentaje de degradación que presentan las fincas ( $P > F = 0,02$ ) pero solamente explica un 39% de esta influencia ( $R^2 = 0,39$ ). En el Cuadro 22 se presentan los valores de la regresión para cada variable y los valores de la probabilidad de F.

Se encontró que las concentraciones de Ca y la abundancia de malezas tienen un efecto positivo sobre el modelo de regresión, pudiendo estimar que a mayor concentración de Ca en el suelo y mayor densidad de malezas el estado de degradación será mayor.

**Cuadro 22.** Valores de  $R^2$  y probabilidad de F para las variables físicoquímicas del suelo y abundancia y riqueza de árboles y malezas que influyeron en la dinámica de los estados de degradación moderada y severa de las fincas analizadas de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. ( $P < 0,05$ )

Variable	Nombre	parámetro	Pr>F
Ca	Calcio	3,7803	0,02
Abundancia m	Abundancia de malezas	0,0156	0,01
MODELO	$R^2$	38,9%	
	P>F	0,002	
	INTERCEPTO	-580,088	

#### 4.8 Cuantificación de las Áreas de Pasturas Degradadas

Al recorrer las fincas al lado del productor éste calificó a cada uno de los potreros (146 en total) según el estado de degradación que pensó en que se encontraban. Se agrupó a cada potrero según esta clasificación (dada por el productor) para estimar el porcentaje que ocupó cada estado de degradación en el área muestreada. Al mismo tiempo, el técnico que tomó los datos hizo su propia evaluación de los potreros anotando también el estado de degradación que presentaban. Posteriormente, ambas informaciones se utilizaron para comparar las diferencias o igualdades que se presentaran en la forma de calificación de potreros, por parte del productor y por parte del técnico.

Se encontró que de acuerdo a la percepción del productor (Cuadro 23), el mayor porcentaje de terreno lo ocupan las pasturas en estado de degradación moderado (46%), seguido del estado de degradación leve con un 39%. Según el criterio del técnico el mayor porcentaje de las pasturas del área está en un estado de degradación severo (49%), seguido de un 28% que ocupan los potreros en estado de degradación moderado.

**Cuadro 23.** Distribución porcentual de los diferentes estados de degradación en los potreros bajo estudio (n= 35) del área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Calificación dada por los productores encuestados y comparada con el criterio de calificación del técnico.

ESTADO DE DEGRADACIÓN	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN	
	PRODUCTOR (%)	TÉCNICO (%)
Leve	39	18
Moderado	46	28
Severo	12	49
Guamiles	3	5
<b>TOTAL</b>	100	100

#### 4.9 Evaluación Físico Química del Suelo

Los suelos del área estudiada presentaron pH con valores por encima de los recomendados para los suelos de uso agropecuario (7,4-7,8), lo que los ubicó dentro de la clasificación de suelos básicos. Elementos como el P, Cu y el porcentaje de materia orgánica se encontraron entre los valores de fertilidad adecuados para suelos de uso agrícola (Centro Maya, 2001); el Fe, Zn y la relación Ca:Mg se presentaron deficientes. Aunque la densidad aparente fue mayor a 1, para los suelos franco-arcillosos y arcillosos del lugar es la normal. En el Cuadro 24 se observan los datos obtenidos para las variables de fertilidad del suelo.

**Cuadro 24** Estado fisicoquímico de los suelos según el estado de degradación de los diferentes potreros evaluados en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén (desviación estándar).

ELEMENTO	DEGRADACIÓN		
	LEVE	MODERADA	SEVERA
pH	7,40 (0,64)	7,60 (0,67)	7,80 (0,61)
P*	2,50 (1,28)	2,50 (1,30)	2,10 (1,20)
Fe*	6,40 (7,25)	6,40 (9,90)	4,50 (8,28)
Zn*	0,20 (0,27)	0,20 (0,33)	0,10 (0,06)
Ca**	1410 (6,38)	14,80 (6,28)	16,80 (5,08)
K**	100 (80)	100 (20)	50 (30)
Mg**	3,90 (2,88)	4,50 (3,33)	6,10 (2,69)
Ca:Mg	3,62 (2,22)	3,29 (1,89)	2,75 (1,89)
Cu**	6,30 (0,20)	6,40 (0,36)	6,40 (0,25)
M.O.(%)	6,90 (2,70)	6,50 (2,23)	8,40 (3,97)
Densidad Aparente (g cm <sup>-3</sup> )			
0-5 cm	1,20 (0,29)	1,20 (0,24)	1,20 (0,21)
5-10 cm	1,20 (0,22)	1,30 (0,28)	1,20 (0,22)
10-15 cm	1,10 (0,44)	1,10 (0,45)	1,10 (0,33)

\* mg kg<sup>-1</sup> \*\*cmol kg<sup>-1</sup>

Al realizar un análisis de varianza con los elementos del suelo de los potreros seleccionados, se encontró que las concentraciones de Fe, Ca y Mg fueron los elementos del suelo que presentaron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en las diferentes topografías. Los estados de degradación influyeron únicamente en la concentración de K ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 25). Debido al comportamiento anormal en la distribución de los valores de algunos elementos, se transformó a los mismos pero no se obtuvo ningún cambio en su distribución.

Los valores de Fe (con un coeficiente de variación significativo) cambiaron con el gradiente de topografía. Los valores más altos se presentaron en la topografía plana y los menores en la topografía quebrada, aunque se observó similitudes entre ésta última y la topografía ondulada. El Ca y el Mg aumentaron su valor conforme la pendiente se hizo mayor. Para el Ca, la topografía ondulada mostró valores similares a la plana según la prueba de Duncan; los que a su vez fueron menores a los valores de la topografía quebrada. El Mg por el contrario, mostró las mayores medias en las topografías quebrada y ondulada (Cuadro 26). El K se vio afectado por los cambios en degradación; la comparación de medias de Duncan mostró diferencia significativa en la degradación severa donde se presentaron los menores valores.



**Cuadro 25.** Medias y niveles de significancia según el análisis de varianza de los elementos del suelo estadísticamente diferentes según los estados de degradación presentes en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén (desviación estándar)

DEGRADACIÓN	TOPOGRAFIA								
	PLANA			ONDULADA			QUEBRADA		
ELEMENTO	Leve	Moderada	Severa	Leve	Moderada	Severa	Leve	Moderada	Severa
Fe <sup>1</sup>	7 (8,24)	14,80 (13,90)	10,70 (12,20)	11,10 (7,40)	3,40 (4,90)	0,90 (0,10)	1 (0,04)	1,10 (0,20)	0,90 (0,10)
Ca <sup>2</sup>	12,90 (7,55)	10,20 (6,60)	13,20 (7,70)	10,20 (6)	15,30 (6,90)	18,50 (0,20)	19,10 (0,90)	19,10 (1)	19 (1)
K <sup>1</sup>	60 (10)	90 (10)	50 (30)	130 (70)	90 (20)	50 (10)	60 (20)	80 (40)	50 (40)
Mg <sup>2</sup>	2,80 (2,01)	2,50 (1,40)	3,50 (2,30)	3,70 (3,30)	5,40 (4,40)	7,80 (0,50)	5,20 (3,40)	5,50 (3,40)	7,60 (1,90)

Valores entre paréntesis indican la desviación estándar

ELEMENTO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA		
	Topografía	Degradación	Topo X Degrad
Fe <sup>1</sup>	0,012*	0,731	0,291
Ca <sup>2</sup>	0,013*	0,433	0,456
K <sup>1</sup>	0,068	0,014*	0,103
Mg <sup>2</sup>	0,023*	0,13	0,847

<sup>1</sup> mg kg<sup>-1</sup>      <sup>2</sup> Cmol kg<sup>-1</sup>      \*P<0,05

**Cuadro 26.** Comparación de medias de los elementos del suelo estadísticamente significativos (P<0,05). Según los diferentes estados de degradación y topografía presentes en los potreros bajo estudio en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

ELEMENTO	TOPOGRAFIA			DEGRADACIÓN		
	Plana	Ondulada	Quebrada	Leve	Moderada	Severa
O						
Fe <sup>1</sup>	10,80 (11) <sup>a</sup>	5,60 (6,70) <sup>ab</sup>	1 (0,20) <sup>b</sup>	--	--	--
Ca <sup>2</sup>	12,10 (6,70) <sup>b</sup>	14,30 (6,20) <sup>b</sup>	19 (0,90) <sup>a</sup>	--	--	--
K <sup>1</sup>	--	--	--	81 (10) <sup>a</sup>	100 (20) <sup>a</sup>	50 (30) <sup>b</sup>
Mg <sup>2</sup>	2,90 (1,80) <sup>b</sup>	5,40 (3,40) <sup>a</sup>	6,10 (3) <sup>a</sup>	--	--	--

<sup>1</sup> mg kg<sup>-1</sup>      <sup>2</sup> Cmol kg<sup>-1</sup>

Valores entre paréntesis indican la desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas

#### 4.10 Producción y Calidad de las Pasturas

En el Cuadro 27 se observan las medias de producción de las pasturas presentes en los potreros ubicados en cada estado de degradación. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en el comportamiento de los valores de la disponibilidad y calidad de las pasturas entre estados de degradación y topografía, pero sí en la interacción topografía por degradación ( $P < 0,05$ ), para los valores de materia seca (% MS) y fibra cruda (% FC).

**Cuadro 27.** Medias y niveles de significancia según el análisis de varianza de los elementos de producción y calidad de las pasturas presentes en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

DEGRADACIÓN ELEMENTO	TOPOGRAFIA								
	PLANA			ONDULADA			QUEBRADA		
	Leve	Moderada	Severa	Leve	Moderada	Severa	Leve	Moderada	Severa
% MS	31,20 (1,84)	23,30 (1,90)	29,60 (5,90)	25,50 (14,10)	28,20 (3,30)	30,20 (2,80)	29,50 (2,60)	30,30 (3,10)	31,90 (2,70)
% FC	70,30 (3,60)	67,40 (3,70)	71,10 (2,40)	68,40 (0,60)	74 (1,20)	69 (1,20)	69,70 (4,30)	70,90 (4,10)	68,40 (1,90)
% EC	10,80 (8,70)	7,80 (3,60)	8,10 (5,80)	9,30 (3,80)	16,50 (8,10)	13,30 (3,80)	13,80 (4,80)	20 (4,10)	26,50 (8,70)
Produc. de MS <sup>1</sup>	1.858,20	1.332,03	1.006,20	1.483,00	1.434,43	1.415,75	1.034,40	1.078,70	703,10

<sup>1</sup> kg MS ha<sup>-1</sup>

Valores entre paréntesis indican la desviación estándar.

ELEMENTO	NIVEL DE SIGNIFICANCIA		
	Topografía	Degradación	Topo X Degrad
% MS	0,126	0,09	0,047*
% FC	0,721	0,475	0,037*
% EC	0,001*	0,177	0,122
Produc. de MS <sup>1</sup>	0,059**	0,201	0,646

<sup>1</sup> kg MS ha<sup>-1</sup>

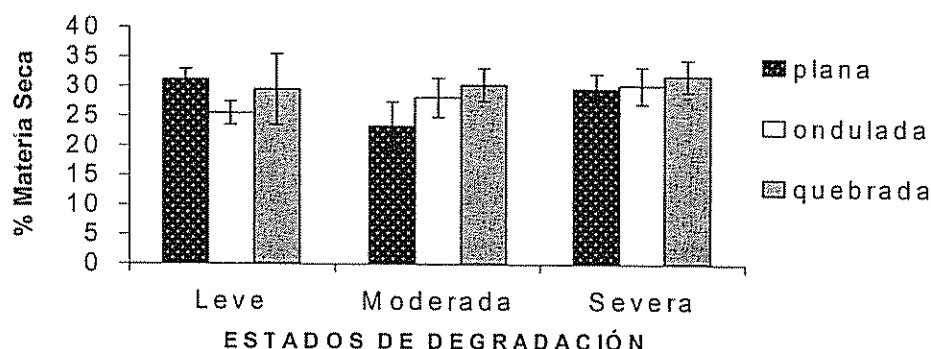
\* $P < 0,05$

\*\* $P < 0,10$

La producción de materia seca de las pasturas presentó valores bajos debido a la mezcla de especies en los potreros y al estado de madurez que presentaron muchas en el momento del muestreo; y aunque no mostró diferencias significativas entre degradaciones, sus valores se muestran en el Cuadro 27. El porcentaje de malezas presentes en el área y la proporción de

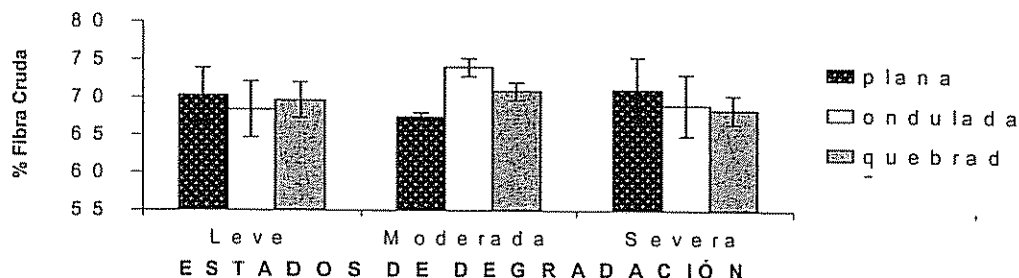
material muerto, no fueron un reflejo del estado de degradación en el que el productor ubicó a los potreros, ya que no mostraron diferencias significativas al compararlos entre topografías, degradaciones, ni entre la interacción topografía por degradación. El porcentaje de áreas sin cobertura de la pastura (%EC) dentro del terreno respondió sólo a los cambios de topografía ( $P < 0,05$ ). En este caso la topografía quebrada siguió presentando los valores mayores (20%), seguida de la topografía plana (9%) y ondulada (13%).

El análisis de varianza no mostró diferencias significativas en el comportamiento de los valores de la disponibilidad y calidad de las pasturas entre estados de degradación y topografía, ni en la interacción topografía por degradación ( $P < 0,05$ ), con excepción de los porcentajes de materia seca (%MS) y fibra cruda (%FC) que presentaron los menores valores en la interacción topografía plana-degradación moderada (Figura 12).



**Figura 11.** Porcentajes de materia seca de los pastos en las distintas interacciones de topografía por degradación (leve  $n = 12$ ; moderada  $n = 11$ ; y severa  $n = 12$ ) de los potreros bajo estudio de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Las líneas representan las desviaciones estándar y las barras de diferente color, a las diferentes topografías ( $P < 0,05$ ).

Los valores significativos presentados por el porcentaje de fibra cruda de los pastos se expresaron únicamente en la interacción topografía por degradación (Figura 13). La topografía plana por degradación moderada, topografía ondulada por degradación leve y topografía quebrada por degradación severa mostraron los menores valores (67%, 68% y 68%, respectivamente) siendo estadísticamente similares, la topografía ondulada por degradación moderada presentó el mayor valor (74%), el cual se sitúa entre los valores considerados menos adecuados para una pastura de buena calidad nutricional.



**Figura 12.** Porcentajes de fibra cruda de los pastos en las distintas interacciones de topografía por degradación (leve n= 12, moderada n=11, severa n=12) de los potreros bajo estudio de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. Las líneas representan las desviaciones estándar; las barras de diferente color a las diferentes topografías (P<0,05).

#### 4.11 Análisis Canónico Discriminante

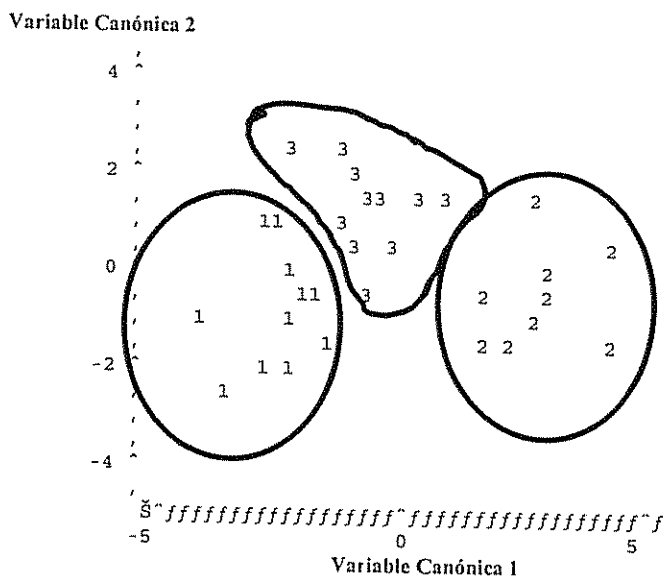
Se llevó a cabo un análisis canónico discriminante con el afán de identificar cuáles variables físico-químicas del suelo, y de producción y calidad de las pasturas expresaban mejor la combinación de los diferentes estados de degradación. Para tal fin se utilizó la misma agrupación de las fincas por rangos de degradación que sirvió para el análisis canónico discriminante realizado a las variables de la encuesta, donde en el grupo 1 se ubicó a todas las fincas que presentaran entre el 0-10% del total de su área con degradación moderada y/o severa; el grupo 2 con 10-50%, y el grupo 3 con un porcentaje mayor al 50%. Finalmente, estos datos se combinaron con los potreros organizados según los criterios de degradación dados por los productores.

El análisis mostró diferencias entre conglomerados por la agrupación definida de los elementos que conformaron a cada uno, pero los grupos presentaron bastante similitud entre ellos (Figura 14), demostrando poca relación entre los criterios de degradación planteados por el productor y la respuesta de los elementos del suelo y pasto. La prueba multivariada de Lambda Wilks, mostró una diferencia significativa menor al 5% ( $P = 0,0349$ ). Los valores con mayor peso dentro de la variable canónica fueron el Ca, la densidad aparente (5-10 cm), la materia orgánica y el Mg (en ese orden).

Del análisis discriminante se obtuvo una variable canónica, la cual explicó en un 79% el comportamiento de los datos (Cuadro 28). Las variables de mayor peso de los elementos del

suelo fueron el Ca, el porcentaje de materia orgánica y el Mg, relacionadas con los efectos que causa la lixiviación sobre el suelo; así como la densidad aparente de 0-5 cm y 5-10 cm de profundidad, que tienen relación con la compactación del suelo. Las únicas variables de calidad y producción de las pasturas que presentaron valores altos fueron la producción de materia seca ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), y los contenidos de fibra cruda y materia seca.

Elementos como el Ca, Cu, fibra cruda y densidad aparente de 5-10 cm de profundidad mostraron relaciones positivas con respecto a los aumentos en la degradación, por lo que si hubiera aumento en alguno de ellos, la degradación de los potreros sería mayor. Lo mismo ocurre con Mg, materia orgánica y producción de materia seca, los que presentaron un efecto inverso a los cambios en degradación, puesto que si se presentara una disminución en el contenido de los mismos, la degradación aumentaría. El comportamiento mostrado por el porcentaje de materia seca y la densidad aparente de 0-5 cm de profundidad fueron atípicas. Nuevamente se atribuye esta contradicción a la mala ubicación en la que pudieron haber quedado algunos potreros debido al sesgo ejercido por la subjetividad de los productores.



**Figura 13.** Relación entre los conglomerados o grupos de degradación con respecto a la variable canónica 1 y 2 de los elementos fsicoquímicos del suelo y pasto. Calzada Mopán, Dolores, Petén. (1 observación oculta. Números representan los conglomerados: 1 (0-10% de degradación moderada+severa), 2 (10-50% de degradación moderada+severa) y 3 (>50% de degradación moderada+severa).

**Cuadro 28.** Variables de mayor peso en la estructura canónica total según criterio de ubicación de los potreros dados por el productor y su relación con la degradación de las pasturas en la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

VARIABLE CANÓNICA	CARIABLE CANÓNICA 1
Correlación canónica	0,8853
Valor propio	3,62
Explicación de la variabilidad (%)	78,70
<b>VARIABLES</b>	
Ca	3,53693
Mg	-2,08989
Cu	1,93145
Materia orgánica	-2,38664
Densidad aparente 0-5 cm	-1,69342
Densidad aparente 5-10 cm	2,70366
% Fibra cruda	1,82159
Producción de materia seca	-1,35367
% Materia seca	-1,29087

#### 4.12 Modelo de Regresión Múltiple

Para poder determinar qué variables del suelo y de los pastos afectaron en forma directa la distribución de los estados de degradación y la dinámica de los mismos, se practicó un análisis de regresión múltiple. El modelo obtenido fue significativo al 5% ( $P > F = 0,01$ ) al utilizar las variables Ca, Mg, Cu, densidad aparente, proteína cruda (PC) y fibra ácido detergente (FDA), lo que permitió predecir en un buen porcentaje la variabilidad de la degradación a causa de estos elementos, ya que los explicó en un 65% ( $R^2 = 0,6559$ ). Dado que las degradaciones que más interés caracterizar fueron la moderada y severa, se aplicó el análisis a la combinación de las mismas. En el Cuadro 29 se presentan los valores de la regresión para cada variable y los valores de la probabilidad de  $|t|$ .

**Cuadro 29.** Valores de  $R^2$  y probabilidad de  $|t|$  para las variables fisicoquímicas del suelo, y de calidad y producción de las pasturas que influyen en la dinámica de los estados de degradación moderada y severa de las fincas analizadas de la Calzada Mopán, Dolores, Petén. ( $P < 0,05$ ).

Variable	Nombre	parámetro	Pr>  t
Ca	Calcio	7,7031	0,0004
Mg	Magnesio	-9,3689	0,0054
Cu	Cobre	121,602	0,0012
Densidad_b	Densidad aparente 5-10 cm	1.051575	0,0029
PC	Proteína cruda	13,5115	0,0028
FDA	Fibra cruda	3,8614	0,0357
<b>MODELO</b>	$R^2$	<b>65%</b>	
	P>F	<b>0,015</b>	
	<b>INTERCEPTO</b>	<b>-1.165,038</b>	

Elementos como el Ca, Cu, porcentaje de fibra cruda y densidad aparente de 5-10 cm de profundidad mostraron relaciones positivas con respecto a los aumentos en la degradación (el aumento en alguno de ellos permitiría que la degradación de los potreros fuera mayor). En el caso del Mg, éste presentó un efecto inverso a los cambios en degradación (una disminución de su contenido en el suelo contribuiría a que la degradación aumentara). El comportamiento mostrado por el porcentaje de proteína cruda fue contrario al normal, presentando los mayores valores en las mayores degradaciones. Esto pudo deberse a la forma en que los productores de la zona manejan los ciclos de pastoreo, los que afectan la dinámica de recuperación y maduración de las especies de pasturas, permitiendo que en potreros de degradación severa haya pastos de alto crecimiento pero que se encuentran en estados avanzados de madurez.

## 5 DISCUSIÓN

### 5.1 Caracterización de los Sistemas de Producción

#### 5.1.1 *Condiciones de vida y uso de la tierra*

La mayoría de los productores tienen alrededor de 25-30 años de estar en el área y forman parte de los primeros pobladores del parcelamiento hoy aldea Calzada Mopán, especialmente los del sistema de engorde (EN). Los ganaderos del área provienen en un 100% del departamento de Jutiapa, al este (oriente) del país. Esto induce a que muchas decisiones de manejo (como el tiempo de ocupación y descanso de los potreros, la carga animal, el número de individuos y especies de árboles de regeneración natural que estarán presentes dentro de los potreros) resulten inapropiadas para el departamento de Petén, pues son ecosistemas diferentes tanto en diversidad como fertilidad y origen de los suelos (Plan de Desarrollo Integrado de Petén, 1992; Valenzuela, 1996).

Según Tobias (1997) los suelos del departamento de Jutiapa son suelos clasificados como nitosoles por la FAO. Son evolucionados (perfiles totalmente desarrollados) con horizontes completos, con texturas que van de franca a arcillosa en la superficie y arcillosa en el interior. El potencial productivo es variable, pero cuando éstos se encuentran en superficies llanas a suavemente onduladas, tienen un alto potencial productivo, especialmente para actividades agropecuarias. Contrario a los suelos que se presentan en la zona de estudio (Ccambisoles), que son poco evolucionados con horizontes superficiales y arcillosos.

Debido a que la aldea se encuentra asentada en lo que fue un proyecto ganadero, la extensión original de las parcelas fue de 45 ha, área denominada “caballería” en Guatemala (64 mz), la cual fue la unidad mínima en la que la empresa FYDEP trazó como división de fincas destinadas para la colonización a finales de los años 60 del siglo XX (Soza, 1970). Los ganaderos del sistema EN poseen mayores extensiones de terreno debido a que el tipo de explotación se los exige (por los requerimientos alimenticios del ganado, por la carga animal que sostienen y por el grado de intensificación); además, porque poseen mayor capacidad adquisitiva que los del sistema DP, lo que les ha permitido dentro de sus posibilidades comprar más terreno a sus vecinos y así aumentar la disponibilidad de la pastura para el ganado.



Un pequeño porcentaje de las fincas aún está cubierto por bosque secundario aislado (15% en EN y 16% en DP), y en pequeñas extensiones en forma de bosquetes. Éstas áreas de bosque son escasas, pues el 91% de los encuestados aseguró que les interesa cubrir la mayor extensión de terreno posible para que los bovinos tengan más alimento. El 9% que sí deja que sus potreros se vuelvan guamiles, lo hace para que el suelo recupere un poco su fertilidad y pueda ser empastado nuevamente en el transcurso de un par de años. La forma en que se distribuye el uso del suelo muestra que la cultura de conservación del mismo no está bien establecida entre los productores del área y que poseen limitaciones en la extensión de los potreros para poder sostener hatos grandes; lo cual podría representar algún obstáculo en el momento de proponer el uso de sistemas agroforestales para el mejoramiento y la sostenibilidad de sus fincas.

En los potreros de las fincas del sistema DP se encuentra una mezcla de pasturas mejoradas (hasta tres especies en un mismo potrero) y grama natural. Esto contribuye a disminuir la calidad bromatológica del material que los animales consumen, ejerce una presión de pastoreo mayor sobre la especie más palatable para el ganado provocando baja en la cobertura del potrero y un aumento en la presencia de malezas (Gutiérrez, 1996); lo cual irremediablemente llevará a la degradación de las pasturas y al posterior abandono de los potreros, convirtiéndolos en áreas de guamiles.

En la Calzada Mopán la forma más común de recuperar un terreno degradado ha sido a través de los guamiles, cuya vegetación se deja crecer normalmente por un periodo no menor a los cinco años. Ferraz (1995) menciona que en la Amazonía recuperar pasturas degradadas a través de tacotales es una de las prácticas más comunes y baratas, por lo que los productores dejan grandes extensiones de terreno abandonadas por largos periodos de tiempo (10-12 años). Debido a las limitaciones de terreno que ahora se presentan en la zona bajo estudio y a que la mayoría de los potreros se encuentra en estados avanzados de degradación, el periodo de descanso actualmente ha disminuido a 1-3 años, pues los potreros mantienen cada vez por menos tiempo la productividad de la pradera (lo que impide una buena regeneración de las condiciones fisicoquímicas del suelo).

### 5.1.2 Manejo de la finca

El manejo de sus sistemas de producción presentes en la Calzada Mopán es parecido a la manera en que se lleva a cabo en el resto del departamento (SEGEPLAN 2000; Centro Maya, 2001). Es decir, el sistema DP es de tipo extensivo, sin ninguna división de potreros y un manejo rudimentario en la rotación de los mismos, así como poca o ninguna práctica de mejoramiento de los rendimientos de carne y leche o profilaxis de sus hatos. El sistema EN es semi-intensivo y cubre una gama de prácticas que mejoran los rendimientos de carne como, división de sus hatos en grupos, alimentación enriquecida con suplementos, y un mejor control de desparasitación y vacunación de los animales.

En general, la tierra se ha dedicado desde hace más de 25 años a la ganadería, con la introducción del pasto a través de la siembra del maíz, ya sea porque los productores destinan las antiguas áreas de cultivo a potreros cuando bajan el nivel de productividad, o porque los dueños desean aminorar los costos de la siembra de las pasturas a través de la siembra de maíz. El método más utilizado para la limpieza del terreno en el establecimiento de pasturas es la fumigación del potrero con herbicidas para matar tanto las malezas, como el remanente del pasto que se va a cambiar. Luego se voltea la tierra, con tractor si el terreno lo permite, o de lo contrario a mano. La forma en que el terreno es utilizado repercute en la diversidad de especies que lo poblarán conforme el estado de degradación avance (PDI, 1992; Valenzuela, 1996; Hernández, 1997).

Los periodos de descanso (8-30 días) y de ocupación (5-15 días) y la cantidad de animales que sostienen los potreros (0,36 a 4,10 U.A.ha<sup>-1</sup> en EN y 0,20 a 3,50 U.A.ha<sup>-1</sup> en DP), son los más adecuados para la zona según la perspectiva de los productores, y según su criterio son los que les permiten el sostenimiento de las pasturas y la producción del ganado a pesar de que sólo un pequeño porcentaje de los entrevistados divide sus hatos para el pastoreo (47% del sistema EN). La experiencia previa y la literatura consultada indican lo contrario, pues de acuerdo con las leyes del pastoreo racional mencionadas por Gutiérrez (1996), estos periodos son inadecuados para las pasturas mejoradas ubicadas en las condiciones de suelo y clima que presenta el departamento de Petén, necesitando alrededor de 35-40 días de descanso y no más

de siete de ocupación, ya que no se aplica ningún tipo de fertilizante en estas condiciones de suelos superficiales y de baja fertilidad que no permiten que los pastos se recuperen en forma rápida.

Gutiérrez (1996) además menciona que los hatos deben dividirse para que los animales de exigencias alimentarias más elevadas tengan acceso a la mejor calidad de pasto y que no se sobrepase la capacidad de carga que cada potrero puede soportar sin empezar a bajar su productividad. En el caso de Petén, las cargas que permiten la sostenibilidad de los potreros oscilan entre 0,20 y 0,70 U.A.ha<sup>-1</sup> (SEGEPLAN, 2000). Los datos obtenidos en este estudio muestran que las pasturas del área están siendo sobreutilizadas, lo que explica el alto porcentaje de potreros que se ubicaron en los estados de degradación moderado y severo (Cuadro 25).

Es costumbre que se use los potreros con el mantenimiento mínimo hasta que éstos ya no provean lo suficiente al ganado para la producción de carne y leche. Muchas veces el ganadero “cree” que ya es tiempo de resembrar o cambiar de especie cuando el potrero no es más que una mezcla de herbáceas y semileñosas que no permiten el crecimiento de la especie deseable. Por lo general los potreros son “cambiados” (resembrados con la misma especie o una diferente) alrededor de los 5-8 años de haber sido sembrados. La baja en la producción del ganado y la pérdida del vigor del pasto son las principales razones para cambiar las pasturas que ya están degradadas. Casi nunca no se resiembra la misma especie, sino que se cambia por otra que supuestamente brindará al productor mejores resultados y un manejo más sencillo. La elección de la pastura responde generalmente a la tendencia entre los ganaderos de buscar la que es más popular, o más comercializada en el momento de llevar a cabo la resiembra. En los últimos años los productores han incursionado en el uso de brachiarias (especialmente *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* y *B. humidicola*) (Orellana, M. 2001, comunicación personal).

El ecosistema en el que se encuentran las pasturas en Petén es susceptible a la degradación, especialmente tratándose de los suelos, ya que cuencas como la del Río Mopán (que es donde se encuentra localizada el área de estudio) presentan muchos problemas de alcalinidad (Centro Maya, 2001), dado que sus niveles de pH están en el límite o arriba de éste con relación a la

presencia de álcali. Suelos de este tipo pueden desarrollar problemas de sales, especialmente carbonatos de calcio, cuando se someten a un tipo intensivo de extracción de nutrientes sin medidas de mitigación (como la forma de manejo de los potreros bajo estudio). Los problemas de acumulación de sales se dan particularmente en épocas de prolongada sequía, la que en la cuenca del Mopán se da entre los meses de febrero y mayo, meses en los que la evapotranspiración potencial es mucho mayor, presentándose una alta deficiencia de humedad (Centro Maya, 2001). Estas condiciones impiden la sostenibilidad de las pasturas y cultivos si no se toman en cuenta medidas preventivas desde el establecimiento de los mismos (fertilización, baja carga animal, periodos de rotación adecuados a cada sistema, etc.)

### ***5.1.3 Comercialización***

Los mayores problemas radican en la comercialización de los productos y el precio al que deben vender. La leche, por ejemplo, enfrenta el problema de no ser bien remunerada, ya que únicamente se paga US \$ 0,14 por litro la producción diaria promedio por vaca para la cuenca del río Mopán es de aproximadamente 3,9 litros. Además, debido a que no existe energía eléctrica en el área, el procesamiento de la misma no se hace a gran escala. Esta situación responde a la lejanía que presentan las localidades bajo estudio con la cabecera municipal y el resto de comunidades con mayor movimiento comercial.

Los productores que se dedican al engorde de novillos enfrentan más o menos el mismo problema, pues aunque ha mejorado el precio por kilo (de US \$ 0,79 a US \$ 1,00), aún es muy difícil que quienes compran les paguen de acuerdo a los costos que cada ganadero tiene. A pesar de vender la leche a intermediarios de la zona, resulta difícil poder completar la cadena de comercialización por la lejanía de las fincas al área central del departamento y porque la red vial (camino de segundo y tercer orden) recibe poco mantenimiento.

## **5.2 Efecto Multivariado Sobre los Estados de Degradación**

Dentro de los indicadores más importantes para tomar en cuenta en la determinación del estado de degradación en el que se hallan las pasturas, se encuentra la edad del productor pues mientras mayor sea, permite relacionar que las fincas tienen un mayor número de años de ser sometidas a las mismas prácticas inapropiadas de manejo, especialmente el sobrepastoreo. Estos productores prefieren tener potreros que produzcan poco pasto, con suelos compactados y con alta carga animal, a poseer guamiles que les permitan mejorar las condiciones fisicoquímicas de sus suelos. Costa y Rehman (1999) indican que el sobrepastoreo es muchas veces el resultado de querer aparentar un status social o demostrar propiedad de la tierra en que el ganado se encuentra, además de revelar cierta seguridad económica y liquidez.

En los últimos años muchos de los productores del sistema EN han aumentado el número de animales en sus hatos y han requerido de mayores áreas de pastoreo, lo que los ha obligado a tumbar más remanentes de bosque primario y guamiles de más de 10 años, terrenos que dentro de sus fincas estaban catalogados como ociosos, y han ido aminorando el tiempo de descanso que antes daban a los potreros degradados. Estas condiciones de manejo afectan en forma negativa la regeneración de las pasturas y la recuperación de la fertilidad de los suelos.

El número de potreros con agua permanente (86 de 146) también es un indicador del estado de degradación, pues si éstos poseen agua de buena calidad a lo largo del año, los dueños tenderán a hacer más amplios los periodos de ocupación y menores los de descanso. Los amplios periodos de ocupación provocan un mayor desgaste en estos potreros, debido al sobrepastoreo, que en los que no poseen agua durante todo el año, pues el ganado pasta por mayor tiempo en los últimos.

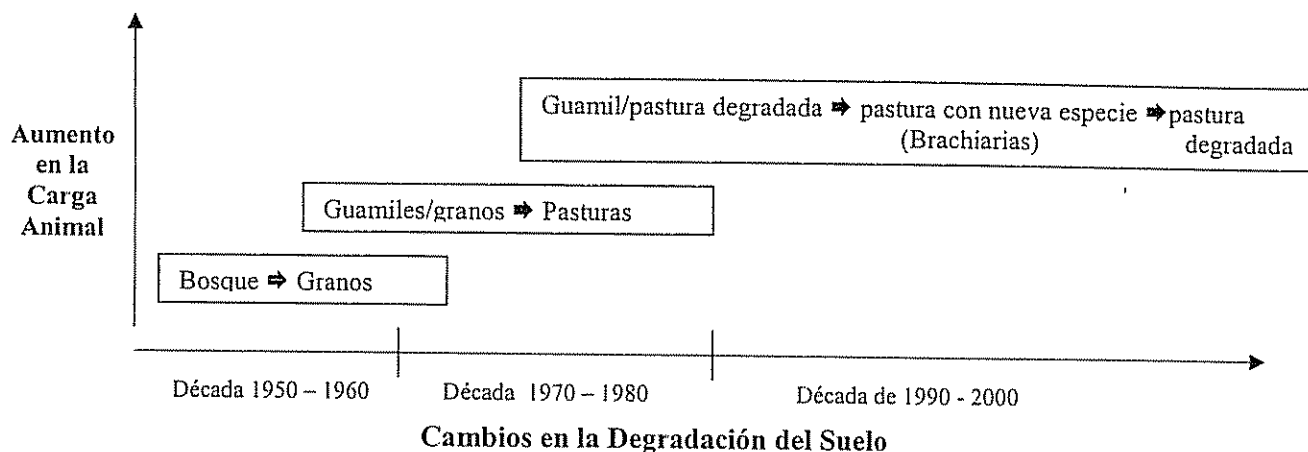
La forma en que el terreno es preparado para la siembra de la pastura aumenta también el porcentaje de potreros degradados en una finca. Spain y Gualdrón (1988) y Toledo (1994) mencionan que a mayor número de labores culturales y a una mayor frecuencia de las mismas, la fertilidad del suelo y el rebrote de las pasturas disminuye. La topografía también influye en el aumento de la degradación, pues como es obvio, si en una finca la pendiente aumenta en algunos potreros y no se toman medidas para aminorar la presión de los animales sobre el

terreno y los pastos, indudablemente esas áreas se degradarán con mayor facilidad debido a la compactación por sobrepastoreo, a la lixiviación y erosión del suelo.

### **5.3 Modelo para los Estados de Degradación**

Autores como Spain y Gualdrón (1988), Gutiérrez (1996) y Kutchcouski, *et al* (1999), han mencionado que los efectos de una carga animal alta en los potreros por largo tiempo provoca la pérdida de la productividad, calidad y cobertura del pasto, la compactación, erosión y pérdida en la fertilidad del suelo; estas condiciones en conjunto, son las principales características de la degradación de una pastura. El modelo de regresión múltiple por pasos presentó a la carga animal como la principal variable que ejerció una influencia sobre el aumento de los estados de degradación en los potreros estudiados (Figura 15), ya que afectó en forma directa sobre la intensidad de defoliación de las pasturas, disminuyendo la capacidad de recuperación del pasto en la que acumula y almacena los carbohidratos de reserva necesarios para garantizar el inicio de un rebrote vigoroso, y el lapso en el cual presenta su mayor tasa de crecimiento (Livingston, 1991; Gutiérrez, 1996).

La carga animal también influyó en el grado de compactación de los suelos, presentando un ambiente adverso para el crecimiento radical de las pasturas, disminuyendo la capacidad de absorción de agua y afectando la estructura porosa del suelo (Hillel, 1980; Agüero y Alvarado, 1983) lo que hace que las pasturas y los suelos se degraden. Empastar nuevamente sobre sitios con menores reservas naturales de fertilidad sin que haya habido un proceso natural de reconstitución de las mismas, ha llevado a que las pasturas de la zona se degraden más rápidamente.



**Figura 14.** Avance de los estados de degradación de los suelos y las pasturas en función del aumento de la carga animal en los potreros de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

La forma en que las pasturas han sido sembradas influye de igual manera en los estados de degradación, puesto que cuando se siembra primero un cultivo anual, se abaratan los costos. Sin embargo, también se afecta la fertilidad del suelo, dejando menores concentraciones de nutrientes para los pastos (Gutiérrez, 1996, Hernández, 1997), y además se impide que las densidades de siembra de la pastura sean mayores (Gutiérrez, 1996).

Debido a la baja densidad de la siembra de la pastura, mientras mayor sea la cantidad de pasturas que son introducidas a través del cultivo del maíz, los potreros se degradarán más rápido, especialmente si la carga animal sobrepasa los límites recomendados para cada potrero. Esto debido a la poca cobertura que poseen las pasturas y a que la regeneración es muy pobre en los primeros meses después de su periodo de establecimiento, lo que permitirá el apareamiento de malezas en las áreas desnudas, induciendo a las primeras fases de degradación (Gutiérrez, 1996; Ibrahim, M. 2002, comunicación personal).

## 5.4 Conocimiento Local

### 5.4.1 Degradación de pasturas y sus causas

De acuerdo a lo observado durante las entrevistas, los ganaderos poseen suficiente experiencia para expresar su concepto de pasturas degradadas, y aunque un pequeño número ( $n = 9$  de un total de 35) sugirió que en posteriores oportunidades fuera mejor que se hablara sólo de dos estados (leve y severo) para una mejor descripción de los mismos. A pesar de sugerir el uso de dos estados de degradación, estos productores mencionaron sin dificultad las características que pueden presentar los potreros ubicados en los tres estados de degradación (según como se plantearon en el taller participativo y luego se preguntaron en la encuesta).

Las características dadas por los productores en la encuesta sobre cada estado de degradación mostraron que reconocen las principales diferencias entre cada uno. Debido a que la mayor parte de los potreros se encontró ubicada en las degradaciones moderada y severa, las descripciones más detalladas se presentaron especialmente en la degradación moderada (Cuadro 11). Los porcentajes de respuesta más altos en cada estado de degradación correspondieron a la observación de los productores en los cambios de apariencia de los pastos y su capacidad de recuperación.

Los productores mencionaron los nombres de algunas especies consideradas por ellos como características de los diferentes estados de degradación, indicando a *Ficus sp.* en degradación leve, *S. mombin* y *P. guajaba* en moderada, y nuevamente *P. guajaba* en severa. Estas especies son pioneras de las primeras fases de la sucesión secundaria (Ferguson, 2001), por lo que fue común encontrarlas en casi todos los potreros evaluados, independientemente del estado de degradación que presentaron. En casos como el de *Ficus sp.*, la presencia de la especie en los potreros no coincidió con el estado de degradación leve mencionado en la encuesta. Estas diferencias no deben ser tomadas de forma categórica, ya que la ubicación de muchos potreros por parte de los productores dentro de los diferentes estados de degradación en muchos casos no fue la más adecuada. Ya que conociendo las características de cada estado de degradación, no quisieron mostrar al técnico que ellos no estaban manejando bien sus pasturas, agregando con esto un sesgo a la investigación. Los productores encontraron dificultad para mencionar los cambios que presentan los suelos conforme la degradación avanza, centrándose en



mencionar los cambios en la estructura que pueden ser muy fáciles de observar, como la compactación, pérdida de humedad y lixiviación.

Al igual que en investigaciones anteriores sobre el tema de la degradación de pasturas (Livingstone, 1991; Costa y Rehman, 1999, Szott *et al*, 2000), los ganaderos encuestados mencionaron al sobre pastoreo como la causa principal de que se degraden los potreros. Los productores han visto que si aumentan el número de animales en un potrero, las pasturas llegarán a un límite de su capacidad productiva y el ganado mermará en producción. La época crítica para la pastura es la de mínima precipitación (de diciembre a mayo), donde su periodo de recuperación es mucho menor y la tasa de crecimiento es muy lenta. Es en esos momentos en que la cantidad de animales debiera disminuir (de acuerdo a las condiciones de degradación que cada finca presenta) para permitir que las reservas del pasto sean las suficientes para que se garantice una mejor recuperación.

A pesar de saber que los resultados del sobrepastoreo son la pérdida de la fertilidad del suelo, la baja en la producción y calidad de las pasturas, el aumento de la presencia de malezas y la disminución en la tasa de regeneración natural de arbóreas, sólo un pequeño porcentaje de los productores opta por aminorar el número de animales en la época crítica para la alimentación del ganado con el propósito de evitar más degradación en sus pasturas.

Además de la disminución del número de animales en la época crítica para su alimentación, las otras medidas utilizadas para la recuperación de pasturas indicadas por los productores de la Calzada Mopán fueron la quema de potreros y el aumento en las chapias, las que tienen un efecto negativo en el ecosistema de las pasturas, provocando que especies consideradas indeseables encuentren un ambiente adecuado para proliferar (ambas prácticas permiten que las semillas de muchas malezas puedan germinar gracias a la escarificación y la exposición directa al sol), sustituyendo a la especie de gramínea utilizada para alimentar al ganado (Cruz de la, 1986; Azurdia, 1986; Liebman *et al*, 2001). Estas prácticas combinadas con el sobre pastoreo, inducen a la degradación irreversible de los potreros y a una sucesión secundaria sumamente pobre (Moraes, 2001).

A pesar de tener buen conocimiento de las características de los diferentes estados de degradación, la transitividad (o la tendencia a cambiar la prioridad de una respuesta) en las respuestas de los productores mencionada por Costa y Rehman (1999) y la tendencia de no ser objetivos al hablar de la situación de degradación en que se encuentran los potreros de sus fincas, contribuyó a que la ubicación de los potreros en los diferentes estados de degradación no fuera la más adecuada para realizar la evaluación en el campo. Esta mala ubicación de los potreros influyó posteriormente en el comportamiento de los elementos del suelo, la calidad y productividad de las pasturas, y en la abundancia y riqueza de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas contadas en el inventario realizado en los potreros.

## **5.5 Especies Leñosas y Herbáceas Indicadoras de los Diferentes Estados de Degradación**

### **5.5.1 *Inventario de Especies***

Las densidades de los fustales presentes en este estudio se encontraron entre 10-25 árboles adultos ha<sup>-1</sup>, aunque se localizaron en terrenos bastante intervenidos. Investigaciones anteriores han comprobado que las densidades suelen ser alrededor de 4-25 árboles adultos ha<sup>-1</sup> en pasturas tropicales (Barrios *et al*, 1999; Harvey y Haber, 1999; Camargo, 1999; Souza, 2000). La densidad de árboles dispersos en potreros generalmente es baja en cualquier zona, debido al pisoteo de los animales, la defoliación que éstos causan especialmente en los individuos jóvenes y la compactación del suelo que provoca la alta carga animal (Archer y Pike, 1991). Además de la presencia del ganado que compacta el suelo, pisotea y defolia los árboles y arbustos (junto con las labores de limpieza y mantenimiento de los potreros), otros factores que contribuyen con las bajas densidades de árboles en los potreros son la presencia de una baja disponibilidad de semilleros, así como que exista una pobre eficiencia en la dispersión de semillas y/o que exista un bajo porcentaje de semillas viables en los potreros; y también que se presente una alta mortalidad de plántulas en el periodo seco o después de la aplicación de herbicidas o chapeo (Jansen, 1977).

La degradación del suelo (traducida en pérdida de la fertilidad, compactación, lixiviación y erosión de la capa superficial del terreno) induce de igual manera a que los individuos en las

diferentes etapas de desarrollo vegetal no encuentren el sustrato necesario para continuar con su crecimiento (Guariguata et al. 1995). La competencia que ejercen los arbustos (Holl, 1998a) y las pasturas (Gerhardt y Fredriksson, 1995) sobre las semillas y plántulas de arbóreas, limita fuertemente su crecimiento; especialmente por los efectos alelopáticos que muchos arbustos ejercen sobre ellas y por la competencia a nivel radicular que pueden encontrar en terrenos donde la cobertura del pasto es prácticamente total.

En general, los potreros mostraron gran cantidad de individuos en el estado de brinzal y muy pocos al nivel de plántulas y latizales. Esta situación puede estar relacionada con la aplicación de herbicidas y chapias de los potreros, tal como lo mencionan Casasola (2000) y Camargo (1999), quienes encontraron una situación similar. Esto también puede estar relacionado con la intensidad del pastoreo a lo largo del año (Camargo, 2000), la que causa mucho daño en plántulas, cuando ésta es excesiva. Ambas situaciones alteran severamente la regeneración natural de muchas especies, impidiendo el proceso normal de desarrollo de los árboles.

Otra causa por la que las etapas de desarrollo vegetativo de las especies se pueden encontrar alteradas en los potreros es la selección de las especies de regeneración natural que estarán dentro ellos por parte de los productores (Morrison et al, 1996). En Guatemala, Hernández (1997), Mendizabal et al. (1994) y Reyes (1991), al entrevistar a productores de comunidades de Petén, el Altiplano Occidental y Jutiapa, respectivamente, encontraron una gran diversidad de especies arbóreas y arbustivas que los productores seleccionaban para la alimentación y sombra del ganado, las cuales eran elegidas durante las chapeas, quemas de los potreros y a lo largo de su etapa de crecimiento. En la zona de estudio la selección de especies en los potreros por parte de los productores responde únicamente a la búsqueda de árboles que den sombra al ganado y/o que puedan eventualmente servir como leña y madera de baja calidad.

En los potreros del área bajo estudio, la regeneración natural de las leñosas fue pobre en riqueza y abundancia en todos los estados de degradación, y mientras que la densidad y riqueza de las malezas fue bastante alta, especialmente en el estado de degradación severa y menor en leve. Este comportamiento se debe a que potreros con mayor degradación poseen una menor

cobertura de pasto, lo que permite que las semillas de muchas herbáceas y arbustivas puedan germinar por la mayor exposición a la luz (Silvertown y Doust, 1995).

En general, las especies de malezas presentes fueron de porte bajo y crecimiento rápido, tolerantes a la sequía y al fuego, con alta capacidad de producción de semillas y estolones (p.e., verbena, escobillo, dormilona y pegapega), y dado que no son consumidas por el ganado proliferan en los potreros que son sobrepastoreados y no poseen prácticas de manejo adecuadas.

A pesar de haber encontrado diferentes especies arbóreas en diferentes estados de degradación, como *B. campbelli*, *Ficus sp.*, *T. hirta* y *Bahuinia sp.* en degradación leve; *P. mexicana*, y *Cordia spp.* en degradación moderada; *S. saponaria* y *C. peltata* en degradación severa; y especies herbáceas como *T. erecta* en degradación leve; *P. conjugatum* y *Sporobolus sp.* en degradación moderada; al calcular el índice de Jaccard, se encontró que todos los estados de degradación presentaron mucha similitud entre sí al observar las especies de arbóreas y herbáceas presentes en los potreros ( $C_j=0.42$  a  $0.47$  para arbóreas y  $0,80$  a  $0,89$  para herbáceas)

### 5.5.2 Especies Presentes

Especies arbóreas que presentaron altos porcentajes de respuesta en la encuesta (*F. yoponensis*, *C. peltata*, *O. cohune* y *P. guajava*), mencionadas como indicadoras de algún estado de degradación, en realidad son pioneras de áreas disturbadas y se presentan desde el momento en que el potrero inicia el proceso de regeneración natural de la vegetación (Holl, 1998b; Harvey y Haber, 1999; Harvey, 2000; Ferguson, 2001). De igual manera, especies como *B. alicastrum* y *C. odorata* que son propias de bosque primario (Guevara *et al*, 1986; Ferguson, 2001) y que permanecen en los potreros por selección del productor por su sombra y madera, también fueron mencionadas como indicadoras de algún estado de degradación en particular. La ecología de estas especies permite observar que aunque los productores han observado el apareamiento y crecimiento de algunas especies dentro de sus potreros, aún tienen problemas para determinar si esas especies han estado en sus potreros desde que se limpió el área para sembrar la pastura, o si han germinado como parte del proceso de regeneración secundaria que se da en sus pasturas.

Al comparar la presencia de especies en el campo, con las mencionadas en la encuesta, pudieron hallarse dos coincidencias: *S. mombin* presente en los tres estados de degradación y *L. guatemalensis* en las degradaciones leve y moderada. Los individuos de ambas especies se encontraron en los estadios de brinzales y fustales, puesto que sus hojas son menos palatables para el ganado por la alta concentración de taninos presente en las hojas maduras, como lo confirma Hernández (1993), al evaluar especies de bosque secundario que pueden ser consumidas por rumiantes en Petén. Estas dos especies son pioneras de la tercera etapa de sucesión de bosque secundario (Finegan, 1996) y por los servicios que prestan (leña, frutos, sombra), suelen ser seleccionadas en los potreros cuando éstos son chapiados o quemados.

Existió inconsistencia entre el conocimiento de los productores sobre especies indicadoras de estados de degradación y las especies arbóreas encontradas en el campo, debido probablemente a dos situaciones identificadas durante el desarrollo del estudio. La primera situación responde al grado de intervención que reciben los potreros en el momento de las chapias y aplicación de herbicidas que afecta la presencia de especies que pudieran germinar en el área, y que unida al efecto ejercido por el ganado, son las razones principales en las tasas de regeneración tan bajas que presentan los potreros en Petén (Ferguson, 2001).

La segunda situación corresponde a los objetivos de los productores en el momento de decidir qué árboles permanecerán presentes en los potreros y la percepción que tienen del estado de fertilidad de los suelos. Estudios que han captado las razones por las que agricultores y ganaderos permiten el crecimiento y regeneración de árboles y arbustos en sus fincas (Thapa, 1994; Morrison *et al.*, 1996; Joshi, 1997; Walters *et al.*, 1999), muestran que las más importantes han sido la sombra y el forraje, y que la selección responde al conocimiento de generación tras generación que tienen de dichas especies y los substratos que necesitan para su sobrevivencia.

Las respuestas dadas en la encuesta con respecto a especies de malezas indicadoras sitúan a *S. cayenensis* como característica de estados leves de degradación, a *A. leucostachyus* como indicadora de estados moderados y *E. laevigatum* como característica de estados severos. En

cambio, el análisis de varianza aplicado a los datos obtenidos de los potreros revelaron que *S. Cayenensis* y *Sida sp* fueron las especies más características de la interacción de topografía plana y degradación severa, y *E. laevigatum* característica de topografía ondulada; pero no fueron significativas a ningún estado de degradación en particular.

Aunque *A. leucostachyus* fue mencionada durante la encuesta y no se encontró presente dentro de ninguna de las parcelas de muestreo, sí se observó su crecimiento en varios potreros, especialmente los ubicados en las degradaciones moderada y severa. Ewel (1980) menciona que esta especie de gramínea agresiva logra subsistir a los ciclos de malezas anuales y aparece en lugares constantemente intervenidos y/o pastoreados. Las observaciones de Ewel (1980) contribuyen a afirmar que la observación de los productores no está alejada de la realidad, y que debe tomarse muy en cuenta, especialmente cuando ésta se basa en la abundancia y no en la riqueza de especies dentro de un potrero.

Al observar los resultados del análisis de regresión múltiple que se practicó entre los elementos del suelo y los valores de riqueza y abundancia de arbóreas y malezas, se encontró que las variables que explicaron mejor los cambios en degradación moderada y severa dentro de las fincas estudiadas fueron el calcio y la abundancia de malezas. Esta respuesta se debe a que las concentraciones de Ca en suelos calcáreos como los del Petén aumentan conforme la pendiente se hace mayor (a causa de la lixiviación y erosión del suelo) (Fassbender y Bornemisza, 1994; Koorevaar *et al*, 1994).

La abundancia de individuos de especies consideradas como malezas resulta ser un buen indicador de estados de degradación, pues teniendo tan poco conocimiento sobre la ecología de las especies consideradas como malezas, es más fácil poder inferir cuál especie está ejerciendo mayor o menor influencia dentro de un potrero a través de la determinación de su biomasa o densidad poblacional tal como lo sugieren Méndez *et al* (1999). Estos resultados aportan una herramienta más para afirmar que para sugerir que alguna especie es indicadora de algún estado de degradación, debe tomarse en cuenta la abundancia de la misma dentro del potrero. A pesar que los análisis estadísticos no encontraron relación entre las degradaciones y la presencia de malezas según las respuestas de la encuesta, los productores mencionaron con seguridad

especies como *S. cayenensis*, *Sida sp.*, *E. laevigatum*, entre otras, como indicadores de cambios en la degradación de sus potreros.

### **5.6 Cuantificación y Calificación de Pasturas Degradadas**

Uno de los objetivos de esta investigación fue la cuantificación y calificación de las áreas de pasturas degradadas, utilizando el conocimiento de los ganaderos para ubicar sus potreros dentro de los tres estados de degradación. Se pensó que el incorporar la información del estado físico-químico del suelo, y la calidad y productividad de las pasturas, podría ayudar a comprobar qué tan veraz era la información dada por los ganaderos. Partiendo de este punto, se comparó cuánto podría variar la clasificación de cada potrero según el criterio del productor y el del técnico.

En esta investigación se evidenció que los ganaderos no manejan a cabalidad el concepto de fertilidad del suelo y los cambios que provocan la erosión y lixiviación en el mismo. Por lo tanto su conceptualización sobre la degradación de pasturas se encuentra limitada al estrato superior de los potreros y por ende, a las características que mencionan de las diferentes degradaciones dirigidas especialmente hacia los cambios físicos de las pasturas y la presencia o ausencia de especies de árboles, arbustos y malezas.

Conforme la degradación avanza y si poseen la suficiente capacidad adquisitiva, los productores aumentan el número de chapias, la aplicación de herbicidas y queman sus terrenos con más frecuencia. Esto sin tomar en cuenta el número de animales que los potreros soportan continuamente y sin notar que esas mismas prácticas inducen a la pérdida de fertilidad del suelo y de calidad de la pastura (por el sobrepastoreo), así como a una perturbación cada vez mayor del área, la que se traduce en pérdida de la diversidad florística (Fearnside y Guimaraes, 1996; Ferguson, 2001). Por otro lado, si los productores carecen del suficiente recurso económico para chapiar, quemar y aplicar herbicidas a sus potreros, siguen siendo pastoreados hasta que éstos se convierten en áreas cubiertas por herbáceas y arbustivas, las que con el paso del tiempo dejan de aportar el suficiente material nutritivo para el ganado, y son abandonadas y

convertidas en guamiles para su posterior recuperación (Ferraz, 1995; Parrota et al 1997; Guggenberger y Zech, 1999).

Aunque los ganaderos de la Calzada Mopán están muy conscientes del estado de degradación en que cada potrero se encuentra, muchas veces durante el recorrido de sus fincas no quisieron reconocer el estado real de las mismas y no dieron la calificación adecuada a muchos de sus potreros. La razón principal de esto no es la ignorancia del productor, o la incapacidad de ubicar a los potreros en las escalas de degradación previamente establecidas; más bien se dedujo que fue la tendencia de no mostrar a los técnicos las deficiencias que sus fincas presentan y en algunos casos, por no querer reconocer que sus prácticas de manejo no han sido las más apropiadas. Esto puede confirmarse al comparar el porcentaje de potreros en estado de degradación leve que señalaron los productores (39%) con el porcentaje obtenido de acuerdo al criterio del técnico (17%). Según la opinión de la autora, la mayor parte de los potreros de la zona bajo estudio se encontró en un estado de degradación severo.

### **5.7 Evaluación Físicoquímica del Suelo**

Debido a que los suelos del área de estudio son alcalinos (pH 7,20 a 8,50) y de material parental calcáreo (Centro Maya, 2001), las concentraciones de Ca y Mg fueron altas. Además la pendiente ondulada y quebrada induce a la pérdida de algunos elementos como el Fe y K (Fassbender y Bornemisza, 1994; Koorevaar, Menelik y Dirksen, 1994). El K especialmente está reportado como uno de los elementos de más baja disponibilidad en este tipo de suelos (Centro Maya, 2001).

Los datos en general fueron ligeramente mayores a los reportados para los suelos de la cuenca del Río Mopán (Centro Maya, 2001). Como era de esperarse, los elementos que serían susceptibles al cambio ejercido por la pendiente en que se encontraban los potreros fueron el Fe, cuyas concentraciones disminuyeron conforme la pendiente aumentó; así como el Ca y Mg, que aumentaron conforme la pendiente se hizo mayor (Cuadro 25). Esto influye mucho en el crecimiento de algunas especies, ya que los cambios obrados en estos elementos se deben a la



lixiviación y erosión ejercidas en el suelo por el viento y el agua combinadas con la topografía del área.

Los cambios detectados en el K se debieron a que por ser uno de los elementos más utilizados por las plantas para su crecimiento, reproducción y transporte intra celular (Taiz y Zeiger, 1998), fue muy susceptible a los cambios en la calidad de la pastura conforme la degradación se hizo mayor. Los cambios en los elementos del suelo fueron estadísticamente significativos, pero muy leves entre degradaciones si se observan las medias de cada elemento, las cuales presentan distancias muy pequeñas entre sus valores (Cuadro 24).

Los valores presentados por algunos elementos del suelo como la densidad aparente y el porcentaje de materia orgánica son hasta contradictorios, puesto que se esperaba en el caso de la densidad aparente que su valor fuera aumentando conforme la degradación fuera también en aumento, y que la materia orgánica fuese disminuyendo conforme el tiempo de uso del terreno y la perturbación constante la fueran agotando (Cuadro 24). Este comportamiento opuesto puede ser resultado de la mala ubicación de algunos de los potreros por parte del productor dentro de los estados de degradación.

Parrota *et al* (1997) y Guggenberger y Zech (1999) mencionan que la vegetación secundaria favorece la recuperación de las áreas degradadas, restaurando la cobertura vegetal a través de la sucesión secundaria y aumentando con esto el porcentaje de materia orgánica sobre el suelo. Debido a que algunos productores incluyeron algunos guamiles en el estado de degradación severo, el valor de materia orgánica fue mayor en éste que en el estado de degradación leve. Es importante mencionar que la baja en fertilidad del suelo no es necesariamente la única causa de degradación de las pasturas, puesto que la competencia que ejercen árboles, arbustos y malezas sobre la especie de gramínea deseable es también bastante fuerte, ya que estas especies compiten por nutrientes, luz y espacio con ellas (Ferraz, 1995; Ferguson, 2001).

## 5.8 Producción y Calidad de las Pasturas

Los porcentajes de materia seca y fibra cruda fueron estadísticamente significativos entre las variables de calidad y productividad de las pasturas, mostrando que el criterio más utilizado por los productores para la calificar el estado de degradación de sus potreros es el de productividad de sus pastos. Esto coincide con las respuestas de la encuesta, ya que una de las dos características que les permite determinar con más facilidad los cambios en los potreros es la vigorosidad y recuperación del pasto. Estas se traducen en la capacidad de la pastura para aportar los nutrientes necesarios para el sostenimiento y producción de los animales, y que a la vez guardan una alta relación con el porcentaje de cobertura del pasto sobre el terreno. La vigorosidad, capacidad de recuperación y cobertura de la pastura en el terreno en combinación muestran visualmente el estado en que se encuentra el pasto, y por ende el potrero (Gutiérrez, 1996).

En general, la producción de los pastos en el área bajo estudio fue baja (Cuadro 27). La mezcla de especies de pastos y el estado de madurez que presentaban, contribuyó a que las producciones de materia seca ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) y la calidad nutricional fueran menores con respecto a las reportadas en otras publicaciones (Skerman y Riveros, 1990; Bustamante, 1991; Torres, 1995; Gutiérrez, 1996). Este comportamiento de la producción y calidad de las pasturas, se debió al sobrepastoreo que soportan algunos potreros o en el caso contrario, al subpastoreo de algunos potreros en los que el área era tan grande que el ganado no lograba consumir todo el material que se le ofrecía. También porque los periodos de descanso y ocupación estaban mal adecuados a la cantidad de animales en el hato (Ibrahim, 2002. Comunicación personal).

La experiencia del trabajo de campo mostró que el área de parcela usada en la toma de muestras en cada potrero resultò ser muy pequeña, además que una sola repetición por cada potrero, no permitiò muestrear un área que fuera representativa en cada uno de los potreros seleccionados. Herrick (2001), recomienda que en la metodología de evaluación de pasturas degradadas los muestreos de suelo y de plantas se lleven a cabo a largo plazo, realizando monitoreos en el tiempo, sobre áreas de muestro predefinidas y permanentes; y que además se realicen dentro de transeptos los cuales deben estar ubicados en varias partes del mismo terreno.

De acuerdo al análisis canónico discriminante ( $P < 0,05$ ), con una variable canónica que explicó en un 79% el comportamiento de los datos, se encontró que el conjunto de elementos que influyeron en los cambios de degradación (según el ordenamiento hecho a los potreros por los productores) fueron el Ca, Mg, Cu, M O, densidad aparente, fibra cruda y producción de la pastura MS (Cuadro 28). Todos ellos deben de tomarse en cuenta en el momento de utilizar los criterios del productor para evaluar las pasturas, puesto que verlos como un todo permite entender porqué se dan los cambios del suelo y pasturas según avanzan los estados de degradación en los potreros.

### **5.9 Opciones de Producción Silvopastoril para la Recuperación de Pasturas Degradadas**

Después de observar la dinámica de los sistemas de producción presentes en la zona de la Calzada Mopán, conocer las opiniones de los productores, recolectar datos al respecto del estado físico-químico del suelo, la calidad y productividad de las pasturas e identificar las especies arbóreas, arbustivas y herbáceas más características de la zona, se puede proponer opciones de producción silvopastoril que sean adecuadas para iniciar la restauración de las áreas de pasturas degradadas.

Para que las alternativas propuestas sean viables para los sistemas de pastoreo extensivo, éstas deben contribuir a la reducción de la degradación del medio ambiente y la pobreza, al mismo tiempo que deben mejorar y diversificar la productividad de la finca. Esto implica que las tecnologías deben ser modificadas o adaptadas, de acuerdo a los diferentes niveles de calidad de la tierra, capital o disponibilidad de mano de obra, así como a las condiciones agroecológicas presentes y las demandas, necesidades y limitaciones de los productores.

Las opciones más prometedoras para la reducción de la degradación de las pasturas, el medio ambiente, y el mantenimiento y aumento en productividad del área de estudio incluyen:

- ☞ Mejoramiento del manejo del ganado y las pasturas (Gutiérrez, 1996);
- ☞ Sistemas silvopastoriles (Camargo, 1999; Casasola, 2000) como:

- a) bancos forrajeros de *Muntingia calabura*, *Guazuma ulmifolia*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Piscidia piscipula*, *Gliricidia sepium*, *Bahuinia* sp., *Brosimum alicastrum*, *Solanum eriantum* y *Calliandra houstoniana* en corte y acarreo o pastoreo.
  - b) Árboles dispersos en potreros como *Ficus* spp. *Muntingia calabura*, *Guazuma ulmifolia*, *Ceiba pentandra*, *Orbygnia cohune*, *Psidium guajava*, *Spondias mombim*, *Trichilia hirta*, *Belotia campbelli*, *Caesalpinia* sp. y *Misanteca* sp., entre otras
  - c) Cercos vivos de *Cecropia peltata*, *Guazuma ulmifolia*, *Cedrela odorata*, *Chrysophyllum* sp., *Muntingia calabura*, *Psidium guajava*, *Rollinia microcephala* y *Simarouba amara* entre otros.
- ∞ Sistemas agrosilvopastoriles diversos que incluyan el ganado junto a otros componentes productivos; Así como sistemas basados en cultivos perennes (p.e., cultivo de pimienta *Pimenta dioica*) o manejo del bosque secundario (Guariguata et al., 1995) donde la importancia del ganado va reduciéndose, o es gradualmente eliminada.

La rotación de cultivos agrícolas con mezcla de pastos y leguminosas puede mantener tanto la fertilidad del suelo como la productividad de las pasturas y los cultivos (Bouman et al, 1999), mientras reduce la presión de expansión que ejercen las pasturas sobre los bosques secundarios. La reducción de la calidad del suelo es una de las mayores razones por las que se degradan las pasturas y las tecnologías alternativas deberán ser seleccionadas por su potencial para mejorarla, así como para mejorar la productividad de las fincas.

Las mezclas de pasto y leguminosas junto a los árboles multipropósitos juegan un papel importante en el ciclaje de nutrientes, retención del agua y conservación de los suelos (Bouman et al, 1999; Steimaier y Ngoliya, 2001). Los sistemas silvopastoriles o agrosilvopastoriles proporcionan el enfoque holístico que se necesita para la sostenibilidad de los sistemas y puede ser adoptado con relativa facilidad, ya que la mayoría de los ganaderos ha tenido alguna experiencia en el manejo de árboles en sus pasturas (Ferraz, 1995; Morrison et al, 1996; Hernández, 1997).

Para formar a los productores en el manejo de sistemas silvopastoriles podría empezarse por promover la regeneración de especies pioneras como *O. cohune*, *Ficus* sp., *Cecropia* sp. y *G.*

*ulmifolia*, para que contribuyan con la regeneración natural de los potreros, gracias al servicio que prestan como núcleo de dispersión de semillas en la sucesión forestal temprana (Guevara et al, 1986; Ferguson, 2001). También debería de incentivárseles a una mejor selección de las especies de regeneración natural promisorias como *L. guatemalensis*, *Mortoniiodendron sp.*, *Bahuinia sp.* y *S. eriantum* (entre otras), para que provean de forraje, sombra y leña, ya que por ser nativas de la zona, presentan mayores ventajas de adaptación al medio ambiente que muchas especies de forrajeras introducidas (Hernández, 1997).

Debe enseñárseles a manejar mejor sus cercos vivos, promoviendo la siembra de especies nativas forrajeras (*L. guatemalensis*, *S. eriantum* y *G. sepium* y *G. ulmifolia*), y de sombra (*Ficus sp.*, *T. rosea*, *C. bicolor*, etc.). Incentivar el uso y manejo de los guamiles para la conservación del suelo y mejoramiento de su fertilidad, así como para la utilización de forraje que éstos puedan proveer, puesto que pueden ser una alternativa viable en la recuperación y aprovechamiento de áreas de pastura de la finca que están siendo semi utilizadas por la mala condición en la que se encuentra el pasto, o que se encuentran abandonadas (Hernández, 1997).

Dentro de algunas formas para garantizar que las propuestas silvopastoriles para el mejoramiento de las pasturas degradadas sean adoptadas por los productores de la zona se pueden mencionar: llevar a cabo investigación participativa para incorporar el conocimiento local sobre especies de regeneración natural; y recomendaciones sobre el manejo de las pasturas, especificando qué tipo de sistema silvopastoril se adecúa a los diferentes estados de degradación.

### **5.9.1 Sistemas silvopastoriles para potreros ubicados en degradación leve**

**5.9.1.1 Sistema de producción de engorde (EN):** Para evitar que las pasturas que están en las primeras etapas de degradación continúen con el proceso, es recomendable aportar otras fuentes de alimentación al hato, por ejemplo a través de bancos forrajeros de especies arbóreas o arbustivas nativas que posean altos porcentajes de proteína cruda. Hernández (1993), Herrera (1995) y Hernández (1997) reportan un número considerable de especies arbóreas propias de los bosques secundarios de Petén, que al ser analizadas bromatológicamente presentaron altos

porcentajes de proteína cruda. Ayala y Sandoval (1995) mencionan también que los bancos forrajeros de *B. alicastrum* suelen dar buenos resultados para la alimentación de rumiantes en Yucatán.

Mejorar las técnicas de manejo de las cercas vivas, promoviendo el uso de especies de arbóreas que además de aportar forraje a la dieta del ganado puedan servir como sombra, hospedero para las aves, fuente de leña, sustituyan los postes muertos en las cercas, que aporten frutos (Russo, 1994; Somarriba, 1995; Morrison et al, 1996; Holl, 1998; Harvey y Haber, 1999), y con ésto no sólo contribuyan con una mejor ingesta para el ganado, sino también garanticen una mejor diversidad de especies arbóreas deseables dentro de los potreros.

Para garantizar un buen crecimiento del pasto y una buena cobertura del mismo, debe iniciarse el aumento en la presencia de árboles de regeneración natural para que el ganado pueda tener acceso a forraje, frutos y sombra (Russo, 1994; Russo, 1995; Ibrahim y Camargo, 2001). Manejar la regeneración natural de árboles maderables dentro de las pasturas es otra alternativa para el mejoramiento de este tipo de sistemas, ya que además de sombra, aportan reciclaje de nutrientes, aumento en la diversidad de especies e ingresos adicionales al sistema de producción (Montagnini et al, 2000; Montagnini y Ugalde, 2001; Ibrahim y Camargo, 2001).

**5.9.1.2 Sistema de producción de doble propósito (DP):** Dado que los productores de este sistema poseen menor capacidad adquisitiva que los productores pertenecientes al sistema EN, se propone la utilización de árboles multipropósitos dispersos en los potreros (Russo, 1994), para garantizar sombra y forraje al ganado, y ciclaje de nutrientes que contribuyan con la fertilidad del suelo, ya que no implican una inversión significativa de recursos financieros, pues serán de regeneración natural (*Bahuinia sp.*, *L. guatemalensis*, *Ficus sp.* *O. cohune*, *Cordia sp.* etc).

Promover la utilización y manejo de árboles y arbustos (*G. sepium*, *G. ulmifolia*, *Trichilia hirta*, *Bahuinia sp.* *P. guajava*, *Cordia sp.*, etc.) como cercas vivas, es otra forma de mejorar la calidad de la ingesta del ganado. Los productores pueden utilizarlos además como sombra,

como una fuente de leña y frutos (Russo, 1994; Somarriba, 1995; Morrison et al., 1996). La selección de especies se haría tomando en cuenta las recomendaciones hechas por Hernández (1993) y Hernández (1997) quienes identificaron especies promisorias nativas de bosques secundarios para la utilización en la alimentación de rumiantes.

### **5.9.2 Sistemas silvopastoriles para potreros ubicados en degradación moderada**

**5.9.2.1 Sistema de producción de engorde (EN) y doble propósito (DP):** Los potreros que están en la etapa intermedia de degradación pueden ser restaurados a través de la introducción de leguminosas para que aporten proteína a la dieta de animales en pastoreo como *Arachis pintoii* (Bouman et al., 1999) y/o que sean utilizadas como cobertura verde (p.e., *Mucuna* spp.), para que aporten N al suelo y aumenten la fertilidad del mismo (Buckles et al, 1998). Para conseguir esto con mayor facilidad será recomendable disminuir la carga animal de los potreros, y aumentar el número de días de descanso, aminorando a su vez el número de días de ocupación (Gutiérrez, 1996). Esta medida sería muy útil en los potreros del sistema DP (que posee el 71% de las pasturas en estado de degradación moderado), ya que aporta nutrientes al suelo (especialmente N) de una forma rápida y permitiría aminorar la degradación con mayor efectividad.

Al mismo tiempo debe realizarse un chapeo selectivo que promueva el crecimiento de las especies arbóreas y arbustivas que ya están presentes dentro de las pasturas, dejando las que serán de utilidad para aportar forraje y sombra a los animales, madera, leña, frutos y que además contribuirán con el ciclaje de nutrientes en el suelo (Russo, 1994; Russo, 1995; Montagnini et al, 2000; Ibrahim y Camargo, 2001; Montagnini y Ugalde, 2001), .

Además de la introducción de leguminosas a las pasturas y de la selección de especies arbóreas, deberían introducirse árboles en las cercas para que contribuyan con una fuente más de forraje para los animales. Las cercas vivas también proveerían y contribuirían con el sistema aportando frutos, leña y el ahorro de postes muertos, especialmente en el sistema DP, en el que la mayoría de las fincas son de subsistencia. En el caso de EN, si el interés y la capacidad adquisitiva del dueño lo permiten, puede optarse por los bancos forrajeros y aumento de especies maderables

dentro de los potreros, ya que lo primordial en el corto plazo es la recuperación del terreno y el rescate de las pasturas, unidos al aumento en la diversidad de especies vegetales útiles para el sistema de producción.

### **5.9.3 Sistemas silvopastoriles para potreros ubicados en degradación severa**

**5.9.3.1 Sistema de producción de engorde (EN) y doble propósito (DP):** Los potreros en estado de degradación severo de ambos sistemas de producción, presentaron densidades altas de herbáceas y arbustivas, las que en la mayor parte de los casos estaban impidiendo casi en su totalidad el crecimiento de las pasturas. La presencia de especies arbóreas en sus etapas tempranas de desarrollo también fue alta, por lo que para recuperar esos terrenos lo más adecuado en ambos sistemas (EN y DP) sería permitir que la regeneración natural de las especies vegetales desencadenara en el crecimiento de guamiles, para que éstos propiciaran el descanso del terreno contribuyendo con la mejora en los aspectos fisicoquímicos del suelo (Ferraz, 1995; Ferguson, 2001).

El tiempo óptimo de descanso dependería del estado de degradación del potrero y de la carga animal que cada sistema ha soportado en los potreros, de cuánta intervención (chapias, quemas, aplicación de herbicidas, etc.) han tenido y de cuánta diversidad posea la sucesión secundaria resultante; pero se recomienda que no sea menos de cinco años. Ferraz (1996), citando a Dubois (1990) y Uhl (1990), indica que el tiempo en que la fertilidad de los suelos de la amazonía brasileña donde él trabajó se recuperan durante la sucesión secundaria es de un mínimo de 12 años, ya que la tasa de regeneración de las especies arbóreas y arbustivas, así como su diversidad dependen de la forma en que el bosque primario fue tumbado y el tipo de uso que se le ha dado desde ese momento hasta el periodo de abandono.

Fearnside y Guimaraes (1996), afirman que la vegetación secundaria originada en áreas utilizadas para la agricultura crece mucho más rápido que la vegetación secundaria establecida en áreas de potreros abandonados. Moraes (2001), indica que el uso anterior y las prácticas de manejo, presencia de ganado y uso del fuego entre otros pueden favorecer o desfavorecer el crecimiento de ciertas especies, alterando la diversidad natural y el tiempo de la sucesión. Por



lo tanto, el tiempo en que se deban dejar los terrenos en descanso depende no sólo de las necesidades socioeconómicas del propietario, sino especialmente del tipo de manejo que los potreros han sufrido. Una vez éste haya recuperado su fertilidad, deberá seleccionarse bien qué especies del bosque secundario resultante servirán como árboles dispersos en el potrero y cuáles contribuirán a la formación de cercas vivas.

Las especies presentes en los guamiles de la zona pueden a su vez aportar el beneficio de la sombra y el forraje al ganado, leña, frutos y madera al resto del sistema de producción, una vez que hayan llegado a una etapa de desarrollo aprovechable (Hernández, 1997). Por eso mismo, se recomienda que en el momento en que se vaya a utilizar nuevamente el terreno para pasturas, se seleccione las especies que serán de utilidad. Hernández (1997) sugiere el uso de especies nativas de bosque secundario como bancos forrajeros ya sea pastoreados por el ganado o utilizados a nivel de corte y acarreo; prácticas que serían adoptadas con facilidad por los ganaderos del sistema EN.

Otra solución viable en la recuperación de pasturas y que podría ser adoptado por los productores del sistema EN (ya que requiere de una fuerte inversión económica y el sacrificio de algunas partes de la finca por un periodo largo de tiempo), es la utilización de esos potreros abandonados como plantaciones de maderables nativas. Montagnini y Sancho (1990), Montagnini y Ugalde (2001) mencionan la utilidad de éstas en la recuperación del suelo, la rapidez con que pueden ser aprovechadas y los beneficios socioeconómicos que aportan tanto a la sostenibilidad del sistema como al propietario de la finca. Este tipo de plantaciones podría incluso permitir el pastoreo del ganado en los primeros años, lo cual ayudaría a aminorar costos mientras el terreno se está recuperando.

## 6 CONCLUSIONES

1. La zona bajo estudio posee dos sistemas de producción bien definidos: el sistema de doble propósito (DP) y el sistema de engorde (EN); siendo este último el que influyó más en la separación de grupos en el análisis de conglomerados.
2. El área de fincas de ambos sistemas presenta una distribución del uso del suelo bastante parecida entre sí. El mayor porcentaje del área total está ocupado por las pasturas (72% en EN y 60% en DP) especialmente en el sistema de ganado de engorde.
3. El método más utilizado para la introducción de las pasturas en el sistema DP es el de siembra maíz por un ciclo y luego introducción de la semilla de la gramínea. La mayoría de productores del sistema EN realiza la siembra directa de la pastura.
4. Los sistemas de producción poseen periodos de ocupación/descanso prolongados (11/25 en DP y 6/18 en EN) a causa de la inadecuada división de sus potreros, desencadenando en un mal aprovechamiento de las pasturas y sobre pastoreo en algunas partes de los potreros, contribuyendo con el curso del ciclo de degradación.
5. El productor consideró que la mayoría de las pasturas del área se encontraron en estado de degradación moderado (46%), contrario al criterio del técnico que determinó que la mayor parte se encontró en estado severo (49%). Estos valores confirman nuevamente que entre ambos existe una diferencia marcada de criterios.
6. Las técnicas de manejo como las quemas, chapeo y aplicación de herbicidas para la limpieza y renovación de las pasturas en los potreros, unidas a la alta carga animal y el sobre pastoreo, están llevando a las pasturas de la zona hacia estados severos de degradación.
7. Los productores entrevistados conocen las características que presentan los potreros en los diferentes estados de degradación. Identifican los cambios que se dan en sus

pasturas conforme la degradación avanza, pero no optan por técnicas diferentes de manejo para aminorar o evitar esta condición en sus fincas.

8. El hecho que los productores califiquen sus propios potreros, conduce a una mala ubicación de los mismos dentro de los estados de degradación. La determinación del estado de degradación en el que se encuentran las pasturas incomoda a los dueños de las fincas, pues que casi siempre están conscientes del mal manejo al que sus potreros están siendo sometidos y no les gusta reconocerlo.
9. Los productores asocian algunas especies vegetales vistas en otras áreas del mismo departamento que poseen mejores condiciones de fertilidad y estructura del suelo con las presentes en sus potreros, aportando información que no es fiel a la realidad de la zona.
10. La regeneración secundaria dentro de los potreros actualmente es muy baja; de seguir de esa manera, la diversidad de especies de sucesión secundaria irá en disminución con el paso del tiempo.
11. La densidad y riqueza de las especies arbóreas y arbustivas presentes en las etapas de brinzales y latizales fue mayor a la de plántulas y fustales. A simple vista se nota que la dinámica de sucesión está alterada, ya que debiera haberse obtenido los mayores valores en las dos etapas tempranas (plántulas y brinzales).
12. Las dos causas más importantes de que la dinámica de sucesión vegetal esté alterada son las constantes chapas selectivas y el sobre pastoreo al que se ven sometidos los potreros. Esto contribuye a que las especies herbáceas sean muy abundantes, contribuyendo a alterar más la capacidad de regeneración natural de las arbóreas.
13. Las concentraciones de los elementos del suelo mostraron rangos distintos en cada estado de degradación, pero las diferencias fueron tan leves, que los cambios no fueron estadísticamente significativos. Además hubo valores contradictorios que reafirman que

la ubicación de los potreros dentro de los estados de degradación no fue la más adecuada.

14. El productor tiene mayor capacidad para estimar los cambios en producción del pasto y en la abundancia en malezas, que los cambios en calidad del pasto y la pérdida en la fertilidad del suelo.
15. Los cambios en las pasturas deben ser monitoreados en el tiempo para poder entender con qué intensidad se dan, qué elemento del sistema es el que se perturba primero y entonces tener los criterios necesarios para entender la dinámica de degradación para cada lugar en particular.
16. La cantidad de potreros evaluados fue poca ( $n=35$ ) para poder captar en alguna medida los cambios en el suelo, las pasturas y especialmente en la cuantificación de composición florística presente.
17. La parcela de muestreo no proveyó de un área significativa en los lugares en los que se ubicó, ya que esta área no fue representativa de las condiciones reales de los potreros en la mayoría de los casos.

## 7 RECOMENDACIONES

1. Evaluar la clasificación y ubicación de las pasturas dentro de los diferentes estados de degradación preferentemente en grupos no mayores a cinco personas, y que las fincas a calificar sean las de los productores que conformen cada grupo. De esa manera se pretendería que la información fuera lo más objetiva posible, para evitar la pérdida y confusión de la información en el momento en que se ubique a cada potrero dentro de un estado específico de degradación.
2. Efectuar una evaluación sobre la percepción que tienen los técnicos de la zona referente a las causas y los cambios observados en la degradación de las pasturas para obtener información de la contraparte institucional y demarcar mejor las características visuales de los diferentes estados de degradación.
3. Realizar evaluaciones a lo largo del año para determinar la magnitud de los cambios en el estado fisicoquímico del suelo, monitorear la densidad y riqueza de arbóreas, arbustivas y herbáceas antes y después de las labores de limpieza de los potreros, y antes y después de la ocupación de las pasturas por el ganado.
4. Monitorear los cambios de la densidad de especies de arbóreas y arbustivas en las diferentes etapas de desarrollo, y determinar cuáles especies de herbáceas son las más abundantes en ambas épocas del año y cómo se ven afectadas por las labores culturales.
5. Monitorear banco de semillas en el suelo para conocer los cambios en composición y estimar el comportamiento y la dinámica de regeneración de las especies que están creciendo dentro de los potreros.
6. Aumentar el número de potreros a un mínimo de 50 para garantizar más representatividad de los cambios en fertilidad de los suelos, las variantes en valor nutritivo de las pasturas y la composición florística que se encuentre en la muestra.

7. Aumentar el número de repeticiones durante el muestreo de cada potrero, y buscar la evaluación de áreas más grandes a través del uso de transectos distribuidos a lo largo del potrero y en varias réplicas. Para hacer las muestras más representativas de las condiciones de cada uno de los potreros.



## 8 BIBLIOGRAFÍA

- Agüero Ch., J.M; Alvarado, H. A. 1983. Compactación y compactabilidad de suelos agrícolas y ganaderos de Guanacaste, Costa Rica. *Agronomía y Ciencia* 1(1):7-10.
- Association of Official Analytical Chemistry. 2000. Official methods of the AOAC. 17 ed. Washington, D.C. 1 disco compacto, 8 mm.
- Archer, S.; Pike, D. 1991. Plant – animal interactions affecting plant establishment and persistence revegetated rangelands. *Journal of Range Management* 44 (6):558-565.
- Ayala, A.; Sandoval, S.M. 1995. Establecimiento y producción temprana de forraje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en plantaciones a altas densidades en el Norte de Yucatán, México. Establishment and forage production during five years of *Brosimum alicastrum* Swartz in high density plantings in northern Yucatan, Mexico. *Agroforestería en las Américas* 2(7): 10-16.
- Azurdia, P. A. 1986. La otra cara de las malezas. In: Seminario Taller Ciencia de las Malezas. M. R. Pareja Ed. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 87-103
- Bámaca F., E. E. 2000. Inventario forestal y plan de manejo integrado de la unidad de manejo "Uaxactún", Petén, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala. 169 p.
- Barrios, C; Beer, J; Ibrahim, M. 1999. Pastoreo regulado y bostas del Ganado para la protección de plántulas de *Pithecolobium saman* en potreros. *Agroforestería en las Américas* 6 (23): 63-68.
- Bouman, B. A. M.; Nieuwenhuysse, A. Ibrahim, M. 1999. Pasture degradation and restoration by legumes in humid tropical Costa Rica. *Tropical Grasslands* v. 33. p. 98-110

- Buckles, D.; Triomphe, B.; Sain, G. 1998. Cover crops in hillside agriculture. Farmer innovation with Mucuna. IDRC/IMWIC. Canadá. 218 p.
- Casasola, F. 2000. Productividad de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Moropotente, Estelí, Nicaragua. Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 95 p.
- Camargo G. ,J. C. 1999. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de *Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken) en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 127 p.
- Carrera, J. R. 2000. Evaluación para el monitoreo de concesiones forestales en Petén Guatemala. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 159 p.
- Centro Maya. 2001. Estudio técnico de El chal. Diagnóstico del status del hatu lechero en áreas cercanas a El Chal, Dolores, Petén. Petén, Guatemala. Centro Maya. 80 p.
- Costa, F. P; Rehman, T. 1999. Exploring the link between farmer's objectives and the phenomenon of pasture degradation in the beef production systems of Central Brazil. *Agricultural Systems* 61 (2): 135-146.
- Cruz, J. de la. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 41 p.
- Cruz, R. de la. 1986. Importancia del estudio biológico de las malezas. In: Seminario Taller Ciencia de las Malezas. M. R. Pareja Ed. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 69-87
- Detlefsen, G.; Pineda, E. 1991. Los sistemas agroforestales como una opción de desarrollo sustentable en El Petén. Trabajo preparado para el Seminario sobre sistemas Agroforestales. Guatemala. S. E. 16 p.
- FAO, 2000. Forest resources assessment 2000. Main Report (en línea). Roma. Consultado 2 de



feb. 2003. Disponible en <http://www.fao.org/forestry/fo/fra/main/index.jsp>

Fassbender, H. W; Boernemisza, E. 1994. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica. IICA. 420 p.

Fearnside, M. P; Guimaraes, W. M. 1996. Carbon uptake by secondary forests in Brazilian Amazonía. *Forest Ecology and Management* 80:35-46.

Ferguson, B. 2001. Post-agricultural tropical forest succession: patterns, processes and implications for conservation and restoration. Ph. D. Thesis. University of Michigan. U.S.A. 205 p.

Ferraz, J. 1995. Rehabilitation of capoeiras, degraded pastures and mining sites. In: Brazilian perspectives on sustainable development of the Amazon region. M. Cliisener-God. Sachs man and the Biosphere Series. Vol 15. UNESCO. p. 149-156

Finegan, B. 1996. Curso bases ecológicas para el manejo de bosques. Turrialba, Costa Rica. CATIE

Gálvez R., J. J. 1996. Elementos técnicos para el manejo forestal diversificado de bosques naturales tropicales en San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 163 p.

Geilfus, F. 1998. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. El Salvador, IICA/GTZ. 208 p.

Gerhardt, K.; Fredriksson, D. 1995. Biomass allocation by broadleaf mahogany seedlings, *Swietenia macrophylla* (King), in abandoned pasture and secondary dry forest in Guanacaste, Costa Rica. *Biotropica* 27 (2):174-182.

Ginsberg, P. 1997. The pastoral approach. *Journal of Forestry*. 95 (2): 25-27.

- Guariguata, M. R.; Rheingans, R.; Montagnini, F. 1995. Early Woody invasion under tree plantations in Costa Rica: Implications for forest restoration. *Restoration Ecology* 3 (4):252-260.
- Guevara, E; Purata, s. E; Van der Maarel, E. 1986. The role of remnant forest trees in tropical secondary succession. *Vegetatio* 66 (2): 77-84.
- Gutiérrez O., M. A. 1996. Pastos y Forrajes en Guatemala, su manejo y utilización, base de la producción animal. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 318 p.
- Harvey, C. 2000. Windbreaks enhance seed dispersal into agricultural landscapes in Monteverde, Costa Rica. *Ecological Applications* 10 (1):155-173.
- Harvey, C; Haber W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44 :37-68.
- Heckadon, S. 1991. Centroamérica: tierra tropical de montañas y volcanes. In: II Congreso Forestal Nacional. Guatemala, DIGEBOS. p. 11-26
- Hendriksen, J. 1990. Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname. Agricultural University Wageningen. The Netherlands. p. 1-3
- Hernández C., K. J. 1997. Caracterización de especies arbóreas y arbustivas nativas con potencial para la alimentación de bovinos en El Petén. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 66 p.
- Hernández D., S. 1993. Evaluación del potencial forrajero de especies leñosas nativas de bosques secundarios en el Petén, Guatemala. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 96 p.
- Herrera R., O. E. 1995. El follaje de Chaperno (*Lonchocarpus guatemalensis* Benth) como

- complemento de dietas de Napier (*Pennisetum purpureum* Schum) en el consumo voluntario y producción láctea de caprinos. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 31p
- Herrick, J. E. 2001. Monitoring methodology for pasture degradation and restoration. In: International Symposium on Silvopastoral Systems. Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. Silvopastoral Systems For Restoration of Degradated Tropical Pasture Ecosystem. M. Ibrahim (compiler). San José, C. R. p. 2-6
- Hillel, D. 1980. Fundamentals of soil physics. Academic Press. Orlando, FL (EUA). 413 p.
- Hoil H., Melitón. S.f. Reseña monográfica del municipio de Dolores, Petén. Dolores, Municipalidad de Dolores. 236 p.
- Holl, K. D. 1998a. Effects of above- and below- ground competition of shrubs and grass on *Calophyllum brasiliense* Camb.) seedling growth in abandoned tropical pasture. Forest Ecology and Management 109:187-195.
- \_\_\_\_\_ 1998b. Do bird perching structures elevate seed rain and seedling establishment in abandoned tropical pasture? Restoration Ecology 6 (3):253-261.
- Ibrahim, M.; Camargo, J. C. 2001. ¿Cómo aumentar la regeneración de árboles maderables en potreros? Agroforestería en las Américas 8 (32): 35-41.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA. 1986. Informe de presentación de resultados. Quetzaltenango, Gua., Programa de Especies Menores. s.p.
- \_\_\_\_\_ 1987. Informe de presentación de resultados. Quetzaltenango, Gua , Programa de Especies Menores. s.p.
- Jansen, D. 1977. Intensity of predation on *Pithecolobium saman* (Leguminosae) seed by

- Merobruchus colombinus* and *Stator limbatus* (Bruchidae) in Costa Rican deciduous forest. *Tropical Ecology* 18:162-176.
- Jones, R.J. 1988. The future of the grazing herbivore. *Tropical Grasslands* 22:97-115.
- Joshi, L. 1997. Incorporating farmer's knowledge in the planning of interdisciplinary research and extension. Ph. D. Thesis. University of Wales. UK. BANGOR/FRP/DFID. 271 p.
- Kaimowitz, D.; Vartanián, D. 1990. Nuevas estrategias en la transferencia de tecnología agropecuaria para el istmo centroamericano. Serie de Documentos de Programas no. 20. San José, C. R. IICA. p. 17
- Koorevaar, P; Menelik, G; Dirksen, C. 1994. Elements of soil physics. Elsevier Science. The Netherlands. 230 p.
- Kutchcouski, J.; Oliveira, I. P. de; Yokiyama, L. P.; Dutra, L. G.; Portes de A., T.; Silva, A. E. da; Pinheiro da S., B; Ferreira, E.; de Castro da M., E.; Guimaraes, C. M.; Gomide de C., J.; Balbino, L. C. 1999. Sistema barreirao: recuperación/renovación de pasturas degradadas utilizando cultivos anuales. In: Sistemas Agropastoriles en Sabanas Tropicales en América Latina. E. P. Guimaraes, J. I. Sanz, I. M. Rao, M C. Amézquita y E. Ampezquita Eds. Cali, Colombia. CIAT/EMBRAPA. p. 195-231
- Liebman. M; Mohler, C. L; Staver, C. P. 2001. Ecological management of agricultural weeds. Cambridge University Press. U. K. 532 p.
- Livingston, I. 1991. Livestock managment and "overgrazing" among pastoralists. *Ambio* 20(2): 80-85
- Magurran, A.E. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedral. Trad. A. M. Cirer Barcelona España. 197 p.

- Mannetje, L. T.; Haydock, K. P. 1963. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of the British Grassland Society*. 18: 268-275
- Margalef, M. 1993. Teoría de los sistemas ecológicos. Estudio general. España. 290 p.
- Marroquín M., A. 2000. Diagnóstico de la situación actual de la cooperativa integral PETENLAC, planta lechera y producción de leche, en la región del Chal, Dolores y Melchor de Mencos, Petén. Petén, Guatemala. MAGA/CATIE/Proyecto Centro Maya. 65 p.
- Martínez, L. 1999. Potencial de los sistemas agropastoriles en el manejo de suelos degradados en Santa Cruz, Bolivia. In: *Sistemas Agropastoriles en Sabanas Tropicales en América Latina*. E. P. Guimaraes, J. I. Sanz, I. M. Rao, M. C. Amézquita y E. Ampezquita Eds. Cali, Colombia. CIAT/EMBRAPA. p. 156-162
- Miranda, B. 1995. Arreglos institucionales para el desarrollo sostenible de las laderas de América Central. In Conferencia Internacional Sobre "Desarrollo Agrícola, Sostenibilidad y Alivio de la Pobreza en América Latina. El Papel de las Regiones de Laderas". Tegucigalpa, Honduras. DSE/IFPRI/IICA/UPSA. p. 7-11
- Méndez, E; Staver, C; Morales, S. 1999. Un método de muestreo de malezas para productores de maíz y frijol en Centroamérica. In: *Actas de la IV Semana Científica "Logros de la Investigación para el Nuevo Milenio"*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. p. 142-146
- Mollinedo P., A. 2000. Beneficios sociales y rentabilidad del manejo forestal comunitario en dos áreas de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén Guatemala. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 99 p.
- Montagnini, F.; Sancho, F. 1990. Influencia de seis especies de árboles nativos sobre la fertilidad del suelo en una plantación experimental en la llanura del Atlántico en Costa Rica. *Ivyraretá* 1(1):29-49

- Montagnini, F.; Jordan, C.F.; Machado, R.M. 2000. Nutrient cycling and nutrient use efficiency in agroforestry systems. In: The silvicultural basis for agroforestry systems. Ashton, M.S.; Montagnini, F. (eds.). Boca Raton, FL (EUA). CRC Press. p. 131-160
- Montagnini, F.; Ugalde, L. 2001. The use native trees for pasture restoration in humid tropical regions. In: International Symposium on Silvopastoral Systems; 2. Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. Ibrahim M. (comp.). CATIE, GTZ, Livestock Environment and Development Initiative, International Foundation for Science, DANIDA, IUFRO, Swedish International Development Cooperation Agency, FAO. p. 47-50
- Moraes F, C. 2001. Almacenamiento de carbono en bosques secundarios en el municipio de San Carlos, Nicaragua. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 89 p.
- Morrison, B.J; Gold, M.A.; Lantagne, D.O. 1996. Incorporating indigenous knowledge of fodder trees into small-scale silvopastoral systems in Jamaica. *Agroforestry Systems* 34(1):101-117
- Murgueitio, E. 1990. Intensive sustainable livestock production: an alternative to tropical deforestation. *Ambio* 19(8):397-400
- Myers, N. 1980. Conversion of tropical moist forests. National Academy of Sciences. Washington D.C., U.S.A. p. 44-47, 130-135
- Myers, N. 1981. The Hamburger connection: how Central America's forests become North America's hamburgers. *Ambio* 10 : 3-8
- Nicholson, C. F.; Blake, R. W.; Lee, D. R. 1995. Livestock, deforestation, and policy making: intensification of cattle production systems in Central America revisited. *Journal of Dairy Science* 78(3):719-734

- Plan de Desarrollo Integrado del Petén: Diagnóstico General de Petén. 1992. Guatemala Agrar-Und Hidrotechnik GMBH y Asesoría y Promoción Económica, S. A. (Convenio Gobiernos Alemania/Guatemala)V. 1 p. 10-12, 23-25
- Pineda M., O. 1994. Plantas forrajeras más importantes, distribuidas en la República de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario del Norte. Guatemala. 113 p.
- Prins, K.; Galloway, G.; Brenes, C. 1998. Construcción de un marco conceptual e instrumental para la investigación participativa en CATIE. In: II taller de Investigación Participativa. Buscando la Convergencia. p. 5-13
- Quintero V., J. 1991. Caracterización de los suelos de los poblados de La Fortuna y La Esperanza Cantón Golfito, utilizando la clasificación técnica y los conocimientos de los productores. Tesis Ing. Agr. Heredia, Costa Rica. Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional. 130 p.
- Reyes, S. 1991. Utilización de árboles forrajeros en la alimentación de ganado bovino durante la época seca, en los municipios de Jutiapa y Quezada, Guatemala. Guatemala, ICTA. 9 p.
- Reyes R., R. 1995. Caracterización y evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de la concesión comunitaria de San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 170 p.
- Russo, R. 1994. Los sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de una agricultura sostenible. Agroforestería en las Américas. 1(2):10-13.
- Russo, R.O. 1995. *Stryphnodendron excelsum*, a potential candidate for recovering abandoned pasture lands in the humid tropics. In: Nitrogen fixing trees for acid soils; proceedings Nitrogen Fixing Tree Research Reports. Especial Issue p. 164-173

- Rusten, E.P; Gold, M. A. 1991. Understanding an indigenous knowledge system for tire fodder via a multi-method on-farm research approach. *Agroforestry Systems* 15:139-165
- Schneider, I. E.; Burnett, W. G. 1997. Arid-Land Forestry. *Journal of Forestry*. 95(2): 16-19
- SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación). 2000. Caracterización del departamento de Petén. Guatemala. 1 disquete HD. 3 ½ pulgadas.
- Serrao, E. A.; Toledo, J. M. 1992. Sustaining pasture based production systems for the humid tropics. *In* Development or destruction, the conversion of tropical forest to pasture in Latin America. Eds. S. Downing H. Pearson, C. García Downing Boulder. Westveiw Press. p. 257-280
- Silvertown, J. W; Doust, J. L. 1995. Introduction to plant population biology. Blackwel Science. U. K. 210 p.
- Simmons, C. S.; Tárano T., J. M; Pinto, J. H. 1959 Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala. IAN/Ministerio de Agricultura. 1000 p.
- Somarriba, E. 1993. Qué es agroforestería? *El Chasqui*. C. R. CATIE. 24:5-13
- \_\_\_\_\_ 1995. Guayabo en potreros: establecimiento de cercas vivas y recuperación de pasturas degradadas. *Agroforestería en las Américas*. 6 (2): 27-29.
- Souza de Abreu, M. H. 2000. Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 26(7):53-56
- Soza, J. M. 1970. Monografía del departamento de El Petén. 2 V. Guatemala. Ministerio de



Educación. 700 p.

Szott, L.; Ibrahim, M.; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle pasture land degradation and alternative land use in Central America. Serie Técnica Informe Técnico no. 313. Turrialba, Costa Rica. CATIE/DANIDA/GTZ. 71 p.

Spain, J. M.; Gualdrón, R. 1988. Degradación y rehabilitación de pastures. In: Establecimiento y Renovación de Pasturas. VI Reunión del Comité Asesor de la RIEPT. Veracruz, México. CIAT. 269-283 p

Steinmaier, N.; Ngoliya, A. 2001. Potential of pasture legumes in Low-External-Input and Sustainable Agriculture (LEISA). 1. Results from green manure research in Luapula Province, Zambia. *Experimental-Agriculture*, 37 (3): 297-307.

Taiz, L. Zieger, C. 1998. Plant physiology. The Benjamin/Cummings Publishing. Redwood City, Calif (EUA). 565 p.

Thapa, B. 1994. Farmer's ecological knowledge about the management and use of farmland tree fodder resources in the mid-hills of Eastern Nepal. Ph. D. thesis. University of Wales. 270 p.

Tobías, H. A. 1997. Suelos de Guatemala según la clasificación FAO/UNESCO. In: Criterios para Recomendar el Manejo de la Fertilidad del Suelo. I Curso Nacional de Post-Grado. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. p. 75-86

Toledo, J. M. 1994. Livestock productions on pasture: parameters for sustainability. In *Animal Agriculture a natural resources in Central America: strategies for sustainability; Proceedings of a Symposium/Workshop*. Ed. J. Homan. San José, Costa Rica. p. 125-136

UEC/PDS/CATIE. 2001. Generalidades del Programa de Desarrollo Sostenible de Petén.

- Flores, Petén, Guatemala. UEC/PDS/CATIE. 10 p.
- UNESCO/CIFCA. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Investigaciones sobre los recursos naturales. In: XIV Informe sobre el estado de los Conocimientos preparado por UNESCO/PNUMA/FAO. Madrid, España. UNESCO/CIFCA. 771 p.
- Utting, P. 1996. Bosques, sociedad y poder. Managua, Nicaragua. UCA/UNRISD. 185 p.
- Valenzuela de Pisano, I. 1996. Agricultura y bosque en Guatemala. Estudio de caso en Petén y Serra de las Minas. Guatemala. WWF/UNRISD/URL. 240 p.
- Veldkamp, E. 1995. Costa Rica: Reference soils in the Atlantic coastal region under forest and pasture. Soil Brief Costa Rica 1. Turrialba, C. R. CATIE/International Soil Reference and Information Centre Wageningen. 21 p.
- Villanueva N., C. E. 1994. Efecto de la suplementación con sauco (*Sambucus mexicana presl.*), sobre el consumo voluntario de restrojo de maíz (*zea mays L.*) Y el aumento de peso en cabritos estabulados. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 34 p.
- Walters, B. B; Cadelina, A; Cardano, A; Visitación, E. 1999. Community history and rural development: why some farmers participate more readily than others. Agricultural Systems 59 (2):193-214
- Zimmer, A. H.; Macedo, M. C. M.; Kichel, A. N.; Euclides, V. P. B. 1999. Sistemas integrados de producción agropastoril. In: Sistemas Agropastoriles en Sabanas Tropicales en América Latina. E. P. Guimaraes, J. I. Sanz, I. M. Rao, M C. Amézquita y E. Ampezquita Eds. Cali, Colombia. CIAT/EMBRAPA. p. 245-283
- Young, A. 1997. Agroforestry for soil management. 2da. Edición. CAB International. ICRAF. Biddles Ltd, Guilford and king's Lynn. U.K. 320 p.

# 9 ANEXOS

## **Anexo 1. Guía de entrevista para talleres móviles**

1. Información general
  - Tiempo de estar ubicados en el área
  - Procedencias
  - Tamaños de finca y su tenencia
  - Uso de los suelos
  
2. Caracterización del sistema de producción animal
  - Principales tipos de producción y sus problemas
  - Tipos de manejo y las razones de los ganaderos para utilizarlos
  - Situación actual del sistema en comparación con la situación hace unos años
  - Comercialización
  
3. Manejo de las pasturas y el suelo
  - Principales pastos en el área y la forma de manejo
  - Razones del uso de esos pastos
  - Métodos de reemplazo pasturas
  - Toma de decisiones para el manejo de pastos y suelos
  
4. Manejo de potreros
  - Periodos de descanso y ocupación
  - Presencia de árboles y arbustos
  - Manejo de la fertilidad
  - Tiempo de uso de las pasturas
  - Condiciones que influyen en el reemplazo de la pastura
  
5. Clasificación de pasturas degradadas
  - Qué se entiende por pastura degradada
  - Diferentes estados de degradación
  - Características de cada estado
  - Qué aspectos de manejo, ecología, biología, etc., influyen para que dichos estados se den

**Anexo 2. ENCUESTA SOBRE LAS CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS DE LOS PRODUCTORES Y SU CONOCIMIENTO SOBRE ESPECIES ARBÓREAS**

**I. UBICACIÓN.**

Nombre del propietario

Comunidad Agua Blanca

Las Delicias

Calzada Mopán

El Calabazal

**Microcuencas afectadas por la finca (predefinidas en cada país):**

<i>Cuenca</i>	Curso de la cuenca		
	alta	media	baja

**II. EL PROPIETARIO.**

**Rango de edad: años (marque con x)**

< 25	
26 a 40	
41 a 60	
> 60	

**III. LA FINCA.**

¿ Cuántas manzanas/caballerías mide su finca en total ?-----

**TIERRA disponible (ha) y uso en año 2000**

(incluye todas las fincas propias en la zona en las cuales maneja el ganado incluido en la encuesta)

<b>AREA FORRAJERA</b>	<b>ha</b>		
Pastos de pastoreo			
<b>AREA FORESTAL</b>			
Bosques			
Guamil o tacotal			
<b>AREA AGRICOLA</b>		<b>Rendimiento/ha</b>	<b>Precio promedio por unidad (Moneda nacional )</b>
Maiz		kg	/ kg

### Equipos disponibles (año 2000)

Tipo de equipo	Disponibilidad o cantidad
Corrales de madera:	Si ( ), No ( )
Corrales de alambre	Si ( ), No ( )
Galeras (espacio techado para protección del ganado) (m <sup>2</sup> ):	< 20; 20 a 40; 41 a 60; >60
Comederos durables (m lineales	<5; 6 a 15; 16 a 30; > 31
Bodega de uso general (m <sup>2</sup> ):	< 10; 11 a 20; 20 a 40; >40
Pozos de agua	Si ( ), No ( )
Lagunetas	Si ( ), No ( )
Báscula de pesar ganado	Si ( ), No ( )
Tractor	Si ( ), No ( )
Camión	Si ( ), No ( )
Camioneta	Si ( ), No ( )
Bomba manual de aspersión	Si ( ), No ( )

### INVERSIONES MAS IMPORTANTES ENTRE 99 Y 2001 (importancia según montos invertidos)

Inversiones en la finca	
Compra vacas	si (.....), no (.....)
Compra toros	si (.....), no (.....)
Siembra de pastos	si (.....), no (.....)
Siembra de árboles	si (.....), no (.....)
Compra equipos	si (.....), no (.....)
Infraestructura de finca	si (.....), no (.....)
Compra de tierras	si (.....), no (.....)

### IV. MANEJO DE LAS PASTURAS

Qué condiciones considera para decidir cambiar sus pastos?

Condición	Marque
Compactación del suelo	
Erosión del suelo	
Baja en el nivel de productividad del pasto expresada en producción carne/leche	
Entrada de malezas	
Baja en la cobertura del pasto	
Incidencia de plagas	
Edad de la pastura	

Qué pastos se dejan invadir más fácilmente por las malezas y enfermedades?

Qué condiciones considera para decidir cambiar sus pastos?

Condición	Marque con x
Compactación del suelo	
Erosión del suelo	
Baja en el nivel de productividad del pasto expresada en producción carne/leche	
Entrada de malezas	
Baja en la cobertura del pasto	
Incidencia de plagas	
Aumento en las labores de mantenimiento de los potreros	
Edad de la pastura	

Qué es un potrero en mal estado (degradado) para usted?

Cuál (o cuáles) de las situaciones siguientes es la causa más importante de degradación de los potreros?

Condición	Marque con x
Sobre pastoreo	
Erosión del suelo	
Entrada de malezas	
Baja en la cobertura del pasto	
Incidencia de plagas	
Edad de la pastura	

Cómo se da cuenta que alguno de sus potreros ya no está rindiendo lo mismo que otros (características)?

Qué hace cuando alguno de sus potreros empieza a degradarse?

Acción del productor	Marque con x
Reemplaza las pasturas	
Aumenta el número de chapias	
Sigue usando el potrero	
Baja la carga animal	
Deja que se enguamile	
Quema para que rebrote el pasto	
Otros	

Qué diferencias hay entre un potrero bueno, uno regular, uno malo y otro muy malo en cuanto a:

	Bueno (degradación leve)	Regular (degradación moderada)
Pastos		
Malezas		
Árboles		
Suelo		

	Malo (degradación severa)	Muy Malo (degradación muy severa)
Pastos		
Malezas		
Arboles		
Suelo		

Cuáles son las malezas que invaden primero sus pasturas?

MALEZA	TIPO (leñosa, herbácea)

No de potreros con agua permanente de buena calidad (acceso directo o por callejón sin necesidad de arreo) :

Cantidad de potreros	Marque
1	
2 a 5	
5 a 8	
8 a 15	
16 a 30	
>30	

Sus áreas de guamil son las mismas siempre o cambian con los años? Sí no



Porqué deja que sus pastos se conviertan en guamil?

Para protección del suelo	
Para mejorar la productividad del terreno	
Por el estado de degradación del suelo	
Otros	

**Manejo de pasturas de pastoreo entre 99 y 2000**

Tipo de práctica	Cantidad
Area con quemas involuntarias	(ha)
Area tratada con fuego controlado entre período seco 99-2001	(ha)
Area tratada con herbicida	(ha)
La mayoría de sus chapias son con tractor o machete?:	Machete , Tractor
Para año 2000:	(ha)
Area chapiada 1 vez	(ha)
Area chapiada 2 veces	(ha)
Area chapiada 3 veces	(ha)

Costo promedio anual de las chapias de pasturas en año 2000 (\$/ha):-----

**Area de nuevas pasturas establecidas en 99 y 2000.**

Especie	99 (ha)	2000 (ha)
Estrella o Alicia		
Braq brizantha		
Braq decumbens		
Braq ruzizensis		

*Prácticas de establecimiento de nuevas pasturas en 99 y 2000*

Combinación con otras producciones	Área (ha)
Un ciclo de frijol + un ciclo de maíz y luego la pastura	
Un ciclo de maíz y luego la pastura	
Siembra directa de la pastura	
<b>Preparación de suelos</b>	
Fuego + espeque o chuzo o machete o barreta o cubo	
Machete + Fuego + herbicida	
Herbicida + espeque	
Herbicida + voleo	
Mecanización de tractor o bueyes + voleo o espeque	

**Uso de rastrojos agrícolas en año 2000**

Uso de rastrojos	Cantidad
Area de rastrojos agrícolas pastoreada	Ha

**ALQUILER DE ÁREAS DE PASTOREO EN AÑO 2000:**

	cantidad	
Cedida para ganado de otros	animales	Ha
Adquirida para su ganado	animales	Ha

**V COMPONENTE ARBÓREO**

¿ Sus animales comen follaje o frutos de los árboles presentes en sus potreros o matorrales? si-----no-----.

¿ Cuáles especies brindan follaje a sus animales?

ESPECIE (árbol o arbusto)	En qué mes fructifica	Consumido

**VI EL SISTEMA GANADERO.**

Mete todos sus animales juntos a los potreros o los divide en grupos?

**Alimentación del ganado en periodo de escasez (año 2000)**

Cuáles son los meses de más escasez (ponga en círculo):

E F M A M JN JL A S O N D

**Estrategias aplicadas para enfrentar período de escasez: (marque con x)**

Pastoreo de potreros de la finca	
Pastoreo de bosques, tacotales o guamiles	
Adquiere área adicional por alquiler	

**Suplementos comprados en mayo 2000 a mayo 2001:**

Sueplemento	Cantidad/año	Período
		Todo el año
Sal qq		Época seca
Sal mineralizada Kg Melaza		Época lluviosa

**Producción de leche vendida o autoconsumida**

Producto	Total Lts/día	Duración del período (días)
Leche período <u>escasez</u>		
Leche período <u>abundancia</u>		

**Producción de carne vendida o autoconsumida**

Tipo de animal (peso en kg en pié)	Cantidad de animales	Precio promedio ( Moneda nacional / kg / carne en pié vendida)
> 400		
300 a 400		
200 a 300		
100 a 200		

**HATOS (actual)**

Categoría	Unidades
Vacas adultas	
Vaquillas 9 a 22 meses	
Toros reproductores	
Machos de 9 a 20 meses	
Crias mamando	

Total de vacas adultas explotadas en producción de leche:.....

*Orientación genética principal del hato bovino*

Base genética	
Criollo + cebú	
Cebú + razas lecheras	
Cebú + Razas europeas de carne	

**Principal orientación productiva de la actividad ganadera (marque x)**

Cría doble propósito (leche y carne)	
Especializado en Leche	
Carne (cría)	
Carne (engorde)	

**Prácticas de manejo ganadero ( en 2000)**

Sanidad

Hato	Cantidad de veces de desparasitaciones	Cantidad de veces de vacunas	Cantidad de veces Vitaminaciones	Mortalidad (individuos)
Vacas adultas				
Vaquillas				
Toretos				

**VII. RECORRIDO DE LOS POTREROS DE LA FINCA**

Topografía (% del área de pastos):

Tipo de pendiente	% del área total de potreros
Plana	
Ondulada o lomas andantes	
Muy quebrado (pendientes promedio > 35 grados)	

**Presencia de indicadores de erosión de potreros:**

Indicador	% de presencia
Cárcavas	
Suelo desnudo	

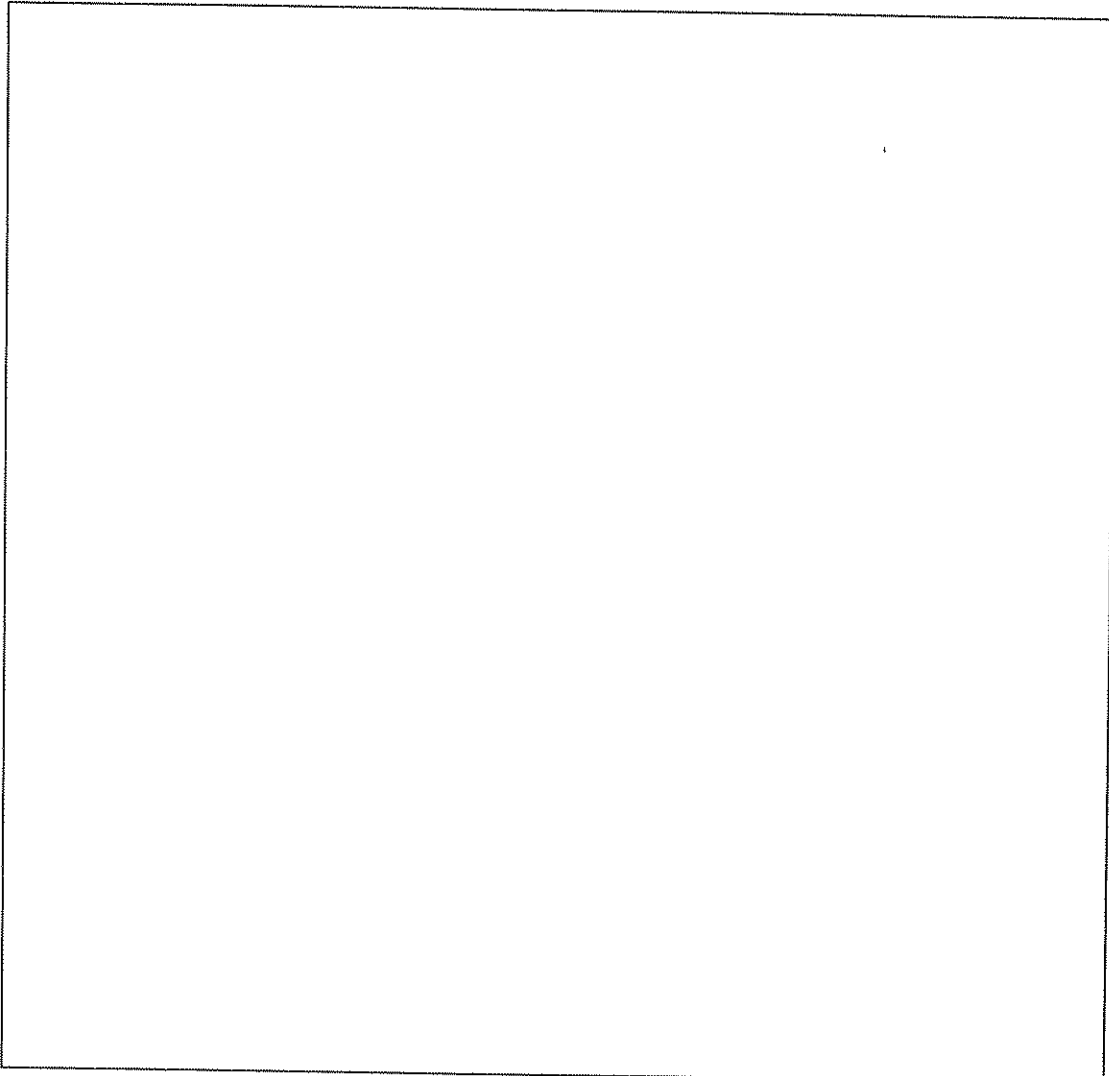
**Estado general de las cercas: (indique porcentaje)**

	Cercas Vivas	Cercas muertas
Muy bueno		
Regular		
Malas		

### ESTADO DE PASTURAS SEGÚN EL PRODUCTOR

No de potrero	Area (ha)	Periodo ocupacion	Periodo descanso	Carga Animal (U.A./ha)	Topografía: plana Ondulada muy quebrada	Estado productivo:  Bueno Regular Malo guamil
---------------	-----------	-------------------	------------------	------------------------	--	--

**CROQUIS DEL USO DEL SUELO AL MOMENTO DE ENCUESTA** (Marque ubicación de casa y los límites de las parcelas según uso actual, indique cada parcela con un número)



### Anexo 3. FORMULARIO PARA LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO

Finca: \_\_\_\_\_ Nombre del Propietario: \_\_\_\_\_ Comunidad: \_\_\_\_\_

No. DE POTRERO \_\_\_\_\_ ESCALA DE DEGRADACIÓN \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Localización:**

ID-Punto: \_\_\_\_\_ Elevación: \_\_\_\_\_ msnm

**Topografía:**

Morfología: Ondulada \_\_\_\_\_ Levemente Ondulada \_\_\_\_\_ Muy ondulada/quebrada \_\_\_\_\_

Suelo: Normal \_\_\_\_\_ Inundado \_\_\_\_\_ Pedregoso \_\_\_\_\_

Pendiente % \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

**Cobertura del Suelo:**

Especies principales:

no. plántulas 0.1 m ≥ altura < 0.3 m	no. brinzales 0.3 m ≥ altura < 1.5 m	no. latizales 1.5 m alt a circunf. < 15.5 cm	no. fustales (circunferencia > 15.5 cm)
Espece arbórea			

No.	arbustos	No.	herbáceas

Especies en menor número de apareamiento:

Especie arborea	no. plántulas 0.1 m $\geq$ altura < 0.3 m	no. brinzales 0.3 m $\geq$ altura < 1.5 m	no. latizales 1.5 m alt a circunf. < 15.5 cm	no. fustales (circunferencia > 15.5 cm)

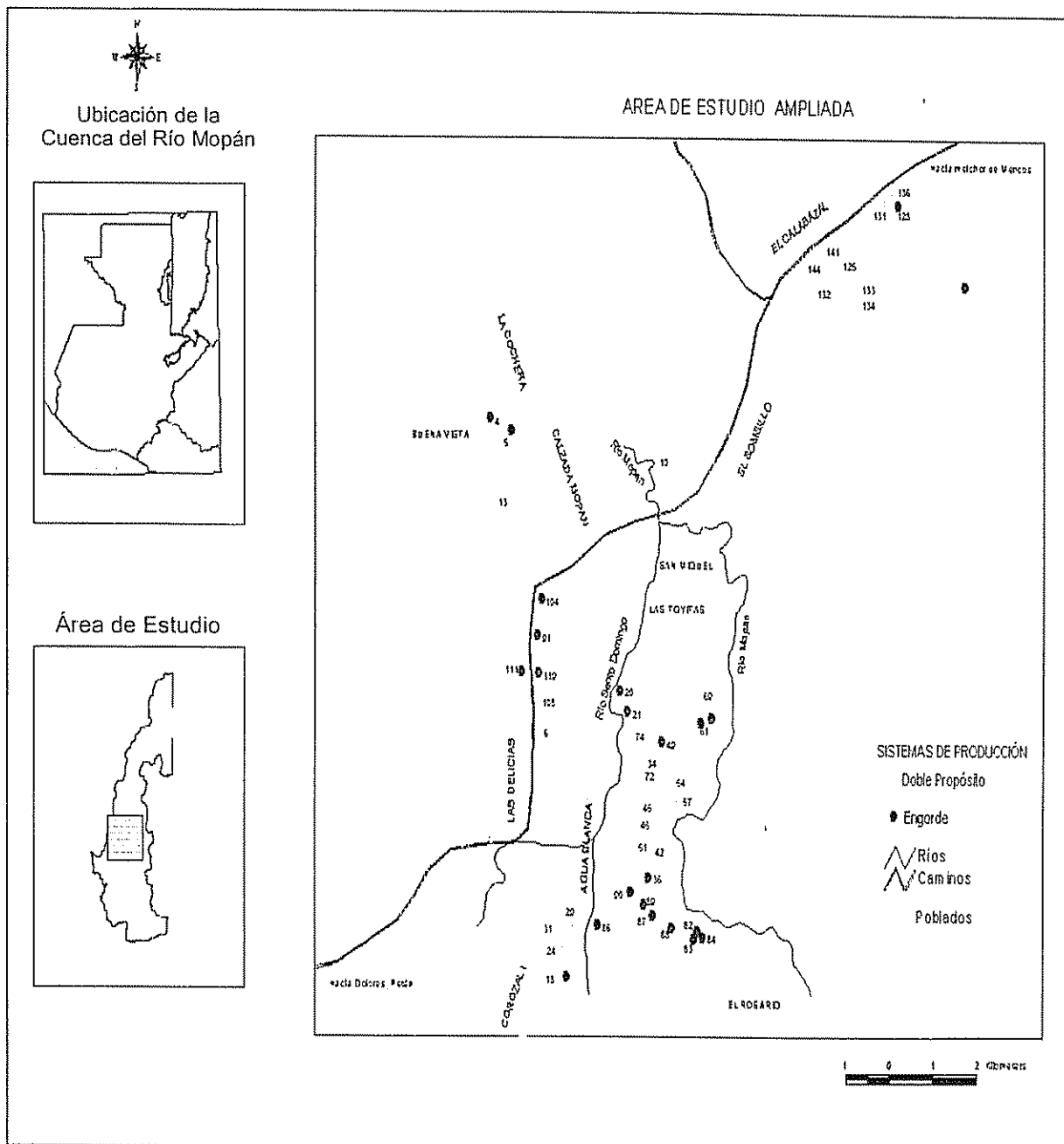
No.	herbáceas	No.	herbáceas

Evaluación de la pastura: Edad de la pastura: Área (mz): No. de animales que la ocupan:

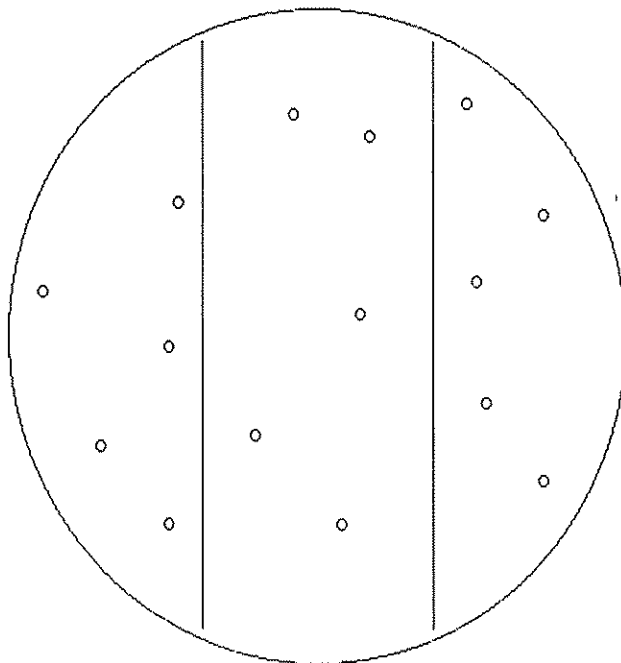
Observ.	ESPECIES (% apareamiento)		Observ.	ESPECIES (% apareamiento)	
	gramíneas	espacio vacío		gramíneas	espacio vacío
1			31		
2			32		
3			33		
4			34		
5			35		
6			36		
7			37		
8			38		
9			39		
10			40		
11			41		
12			42		
13			43		
14			44		
15			45		
16			46		
17			47		
18			48		
19			49		
20			50		
21			51		
22			52		
23			53		
24			54		
25			55		
26			56		
27			57		
28			58		
29			59		
30			60		



**Anexo 4.** Detalle de la ubicación de las parcelas en el área de estudio. Subcuenca del Río Mopán, Dolores, Petén.

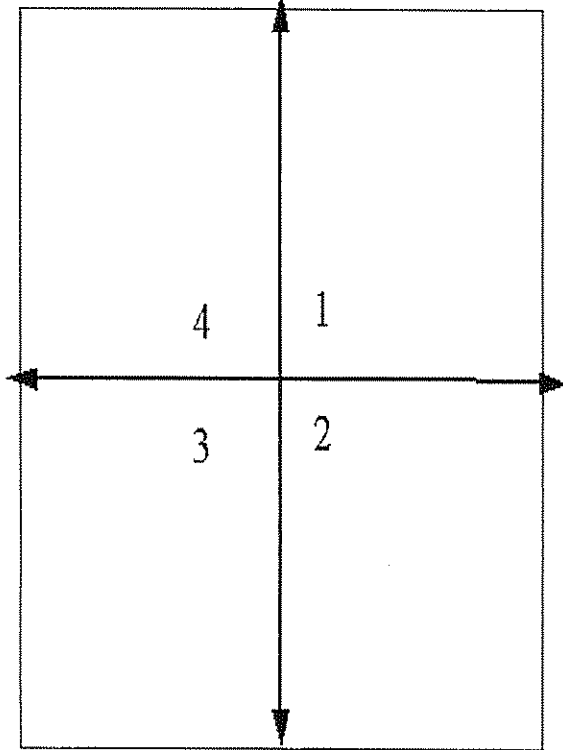


**Anexo 5.** Esquema de muestreo de suelos. Parcela dividida en tres transectos.

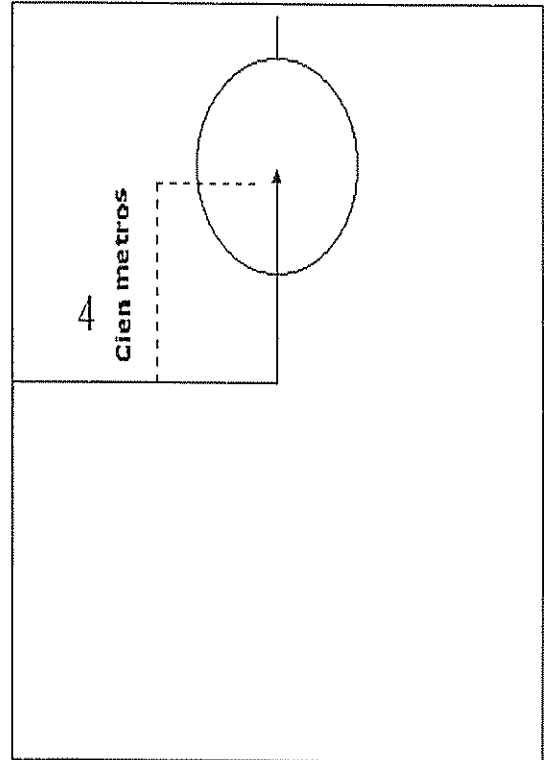


**Anexo 6.** Proceso de establecimiento de las parcelas de muestreo en potreros.

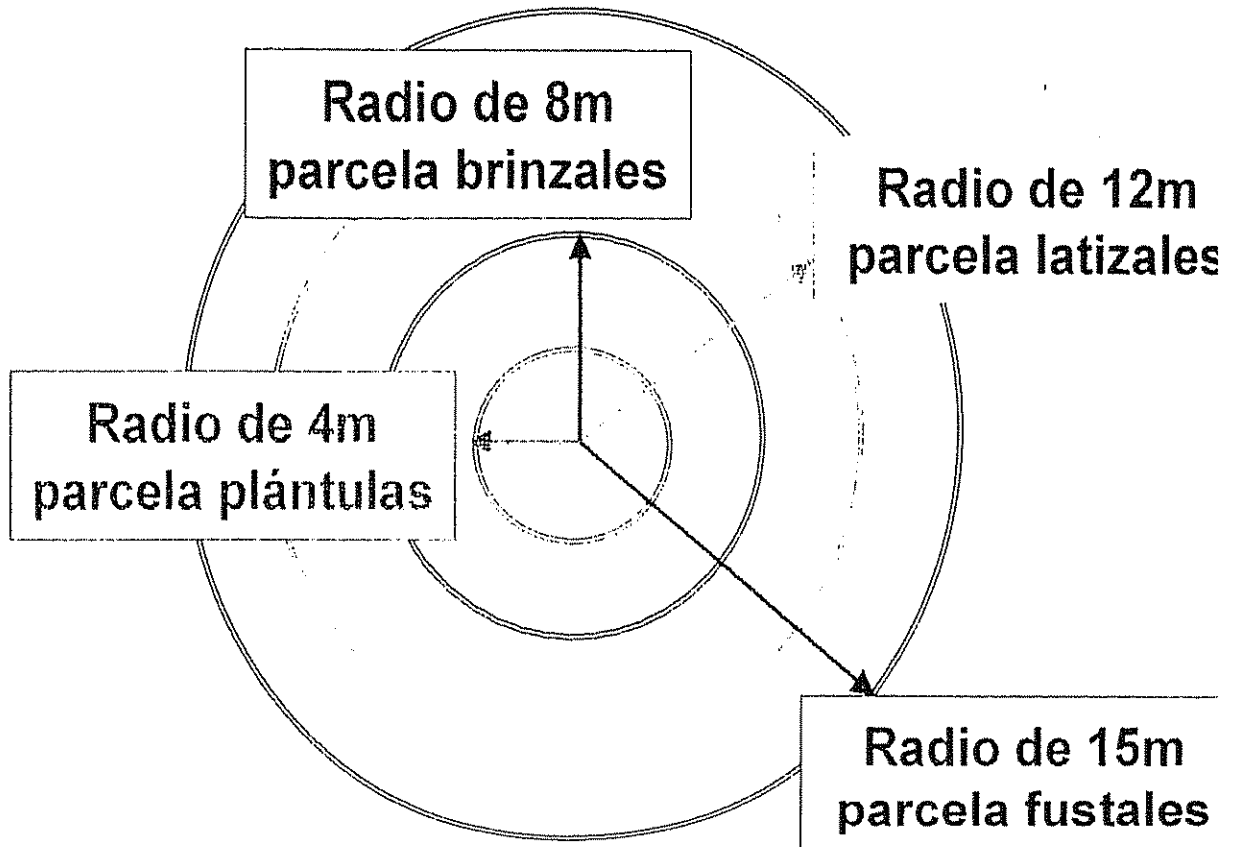
a. División del potrero en cuadrantes



b. Montaje de la parcela



Anexo 7. Esquema de parcela de muestreo con Diseño Anidado



**Anexo 8.** Pruebas de t para comparar la existencia de diferencias significativas en la carga animal, y la suplementación con sal mineralizada y sal, entre los dos sistemas de producción presentes en el área de la Calzada Mopán, Dolores, Petén.

<b>VARIABLES</b>	<b>VALOR DE T</b>	<b>PROB &gt; T</b>	<b>PROB &gt; F</b>
Carga animal sistema DP vrs sistema EN	-1.45	1.56	0.33
Suplementación de sal sistema DP vrs sistema EN	0.72	0.48	0.34
Suplementación de sal mineralizada sistema DP vrs sistema EN	-2.5	0.018	0.002

Anexo 9. Especies arbóreas indicadoras de los estados de degradación presentes en los potreros de la Calzada Mopán, Petén.				
NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DEGRADACIÓN		
		LEVE	MODERAD A	SEVERA
Aceituno	<i>Simaruba amara</i>	✓		✓
Achiotillo	<i>Bernardia interrupta</i>		✓	✓
Aguacatillo	<i>Phoebe mexicana</i>		✓	
Amate	<i>Ficus yoponensis</i>	✓		✓
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>		✓	✓
Caimito de monte	<i>Chrysophyllum sp.</i>	✓	✓	
Caulote	<i>Guazuma ulmifolia</i>	✓	✓	✓
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	✓	✓	✓
Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>	✓	✓	✓
Corozo	<i>Orbignya cohune</i>	✓	✓	✓
Chaperno	<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	✓	✓	
Guano	<i>Sabal mexicana</i>	✓	✓	✓
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>			✓
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	✓	✓	✓
Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>			✓
Palo de Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	✓		✓
Jocote	<i>Spondias mombin</i>	✓	✓	✓
Jocotillo	<i>Trichilia hirta</i>	✓		
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>		✓	
Madrecacao	<i>Gliricidia sepium</i>	✓		
Majague	<i>Mortonioidendron sp.</i>	✓		
Matapalo	<i>Ficus sp.</i>	✓		
Matilisguate	<i>Tabebuia rosea</i>	✓	✓	✓
Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	✓	✓	
Pata de Vaca	<i>Bahuinia sp.</i>	✓		
Quebracho	<i>Caesalpinia sp.</i>	✓		✓
Sombra de Ternero	<i>Cordia bicolor</i>		✓	✓
Suquinay	<i>Rollinia microcephala</i>	✓	✓	✓
Tabacón	<i>Solanum eriantum</i>		✓	✓

**Anexo 10.** Especies de malezas indicadoras de los estados de degradación presentes en los potreros de la Calzada Mopán, Petén.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DEGRADACIÓN		
		LEVE	MODERADA	SEVERA
Algodoncillo	<i>Asclepias curasavica</i>	✓		✓
Bejuco Negro	<i>Acalypha diversifolia</i>	✓	✓	✓
Cinco Negritos	<i>Lantana camara</i>		✓	✓
Cordoncillo	<i>Piper</i> sp.	✓	✓	✓
Coyolillo	<i>Cyperus</i> sp	✓	✓	✓
Curarina	<i>Eupatorium laevigatum</i>	✓	✓	✓
Chichipince	<i>Hamelia patens</i>	✓	✓	✓
Chilindrón	<i>Thevetia peruviana</i>	✓	✓	✓
Chispa	<i>Pteridium aquillinum</i>	✓	✓	✓
Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	✓	✓	✓
Escobillo	<i>Sida</i> sp.	✓	✓	✓
Flor Amarilla	<i>Tagetes erecta</i>	✓		
Ixcanal	<i>Acacia colinsii</i>	✓	✓	✓
Lava Platos	<i>Solanum</i> sp.	✓	✓	✓
Pasto Amargo	<i>Paspalum conjugatum</i>		✓	
Pega pega	<i>Desmodium</i> sp.	✓	✓	✓
Sacapasto	<i>Sporobolus</i> sp.		✓	
Talquezal	<i>Imperata cilindrica</i>	✓	✓	✓
Tamarindillo	<i>Simaruba</i> sp.	✓	✓	✓
Vara de Santo	<i>Baccharis trinervis</i>	✓	✓	✓
Verbena	<i>Stachytarpheta cayenensis</i>	✓	✓	✓