



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
ESCUELA DE POSGRADO

**Evaluación de la toma de decisiones de productores ganaderos respecto  
a las medidas de adaptación a cambio climático  
en Guanacaste, Costa Rica**

por

Pedro Campos Paz

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

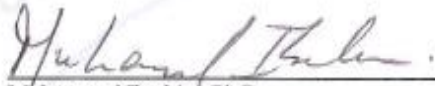
*Magister Scientiae* en Agroforestería Tropical

Turrialba, Costa Rica, 2011

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

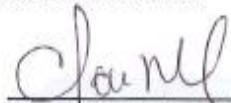
**MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA TROPICAL**

**FIRMANTES:**



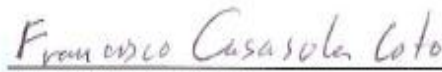
Muhammad Ibrahim, Ph.D.

**Co-Director de tesis**



Claudia Sepúlveda, M.Sc.

**Co-Directora de tesis**



Francisco Casasola, M.Sc.

**Miembro Comité Consejero**



Fernando Casanoves, Ph.D.

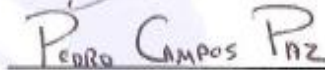
**Miembro Comité Consejero**

Juan B. Méndez, Lic.

**Miembro Comité Consejero**

  
Glenn Galloway, Ph.D.

**Decano de la Escuela de Posgrado**



Pedro Campos Paz

**Candidato**

## **DEDICATORIA**

A mis padres (Pedro y Martha), por el gran esfuerzo y cariño que me brindaron a lo largo de todos estos años.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi comité asesor Muhammad Ibrahim, Claudia Sepulveda, Fernando Casanoves, Francisco Casasola y Juan Bautista, por los consejos, sugerencias y la ayuda brindada en el desarrollo de esta tesis.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Hojancha, Bagaces y Tilarán, muchas gracias por el apoyo.

A Jose Retana, Cristobal Villanueva, Diego Tobar y Ney Rios, gracias por toda la colaboración brindada.

Al Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (IMN) por proporcionarme los datos de sus estaciones meteorológicas en Guanacaste.

A mis compañeros y asistentes de campo con los que tuve el placer de trabajar Douglas y Buenaventura.

## **BIOGRAFIA**

El autor nació en el distrito federal, México el 9 de diciembre de 1984. Se graduó en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Querétaro – ITESM con el título de Ingeniero Agrónomo en el año 2008. Durante sus estudios, realizó una pasantía en el Colegio de Agricultura y Ciencias Biológicas en la Universidad de Wisconsin-Madison y el Instituto Babcock para la investigación Internacional de leche y Desarrollo. También realizó trabajos para la Unión de Producción de Agave del municipio de Corregidora en Querétaro, México. En el año 2009 inicia sus estudios de maestría en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE en Turrialba, Costa Rica donde se graduó como MS.c en Agroforestería Tropical en diciembre del año 2010. El autor actualmente desempeña el cargo de gerente administrador de la finca “Los Gemelos” con enfoque hacia sistemas de producción de carne para pie de cría en el municipio de Tenosique, Tabasco.

# CONTENIDO

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
BIOGRAFIA.....	V
CONTENIDO .....	VI
RESUMEN .....	X
ABSTRACT.....	XII
ÍNDICE DE CUADROS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIV
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS.....	XVI
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos del estudio .....	4
1.1.1 <i>Objetivo general</i> .....	4
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.2 Hipótesis del estudio.....	4
2 MARCO CONCEPTUAL .....	5
2.1 Cambio climático global.....	5
2.2 Cambio climático en Centro América .....	6
2.3 Eventos extremos climáticos en Costa Rica .....	7
2.4 El Niño Oscilación Sur (ENOS) en el Pacífico Norte de Costa Rica .....	8
2.5 Sequía en el Pacífico Norte de Costa Rica (Guanacaste) .....	10
2.6 Pronósticos meteorológicos para el Pacífico Norte de Costa Rica.....	10
2.7 Impacto del cambio climático en los sistemas ganaderos.....	11
2.8 Tipos de sistemas de producción agropecuaria.....	14
2.9 Sistemas tradicionales.....	14
2.10 Sistemas extensivos .....	14
2.11 Sistemas intensivos .....	14
2.12 Sistemas semi intensivos .....	15
2.13 Sistemas silvopastoriles .....	15
2.13.1 <i>Árboles dispersos en potreros</i> .....	15
2.13.2 <i>Cercas vivas</i> .....	16
2.13.3 <i>Bancos forrajeros</i> .....	16
2.13.4 <i>Pasturas mejoradas</i> .....	17
2.14 Ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoriles.....	17

2.15	Los sistemas silvopastoriles como fuente de mitigación al cambio climático .....	18
2.16	Plan de Prevención y Mitigación del Fenómeno de “El Niño” 2009-2010 para la Región Chorotega .....	20
2.17	Adaptación, medidas y recomendaciones para enfrentar el impacto de la sequía en la ganadería.....	21
2.18	Indicadores productivos en fincas ganaderas.....	24
2.18.1	<i>Carga animal por equivalentes vaca</i> .....	24
2.19	Percepción al cambio climático .....	25
2.20	Definición de resiliencia .....	26
3	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO .....	26
3.1	Provincia de Guanacaste .....	26
3.1.1	<i>Cantón de Hojancha</i> .....	28
3.1.2	<i>Cantón de Tilarán</i> .....	28
3.1.3	<i>Cantón de Bagaces</i> .....	29
3.1.4	<i>Trabajo de Campo</i> .....	29
4	METODOLOGÍA .....	30
4.1	Etapas del trabajo: percepción local al cambio climático.....	30
4.1.1	<i>Documentación de datos climatológicos</i> .....	30
4.1.2	<i>Selección del tipo de muestreo</i> .....	31
4.1.3	<i>Diseño de la entrevista semi estructurada</i> .....	31
4.1.4	<i>Captura de la información</i> .....	32
4.1.5	<i>Análisis de la percepción local de los productores</i> .....	32
4.2	Etapas del trabajo: análisis de las medidas de mitigación a cambio climático.....	34
4.2.1	<i>Clasificación de los estratos de fincas</i> .....	34
4.2.2	<i>Identificación de descarga de los animales</i> .....	34
4.2.3	<i>Análisis de descarga de animales</i> .....	35
4.2.4	<i>Tipificación de fincas</i> .....	35
4.2.5	<i>Elaboración del índice de resiliencia a veranos prolongados</i> .....	38
4.2.6	<i>Análisis estadístico de la información</i> .....	39
5	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	41

5.1	Descripción de los sistemas de producción en Guanacaste .....	41
5.1.1	<i>Cantón de Hojancha</i> .....	41
5.1.2	<i>Cantón de Bagaces</i> .....	41
5.1.3	<i>Cantón de Tilarán</i> .....	41
5.2	Percepción local al cambio climático .....	42
5.3	Análisis de las medidas de mitigación a cambio climático .....	50
5.4	Descarga de animales.....	50
5.5	Análisis de conglomerados .....	53
5.5.1	<i>Caracterización del grupo 1 (Fincas con producción intensiva)</i> .....	53
5.5.2	<i>Caracterización del grupo 2 (Fincas con producción semi intensiva)</i> .....	53
5.5.3	<i>Caracterización del grupo 3 (Fincas de producción extensiva)</i> .....	54
5.6	Análisis comparativo entre tipologías de fincas .....	55
5.6.1	<i>Variables de uso del suelo</i> .....	55
5.6.2	<i>Variables de disponibilidad de agua</i> .....	57
5.6.3	<i>Variables de carga animal</i> .....	57
5.6.4	<i>Variables de suplementación externa</i> .....	58
5.6.5	<i>Análisis de suplementación externa e interna de las tipologías</i> .....	58
5.6.6	<i>Variables de descarga de animales</i> .....	59
5.6.7	<i>Variables de distribución de los usos del suelo</i> .....	60
5.6.8	<i>Variables de composición del hato ganadero</i> .....	61
5.7	Elaboración del índice de resiliencia .....	62
5.7.1	<i>Análisis de regresión lineal</i> .....	62
5.7.2	<i>Metodología para la ponderación</i> .....	64
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	73
6.1	Conclusiones .....	73
6.2	Recomendaciones .....	74
7	BIBLIOGRAFÍA .....	75
8	ANEXOS .....	85
Anexo 1.	Número de fincas según el numero de meses secos en Guanacaste, Costa Rica (N=5,757).....	85



Anexo 2. Entrevista semi estructurada en campo .....	85
Anexo 3. Distribución de la población bovina, áreas de pasturas, número de fincas y carga animal estimada por cantón en la región de Chorotega. ....	94
Anexo 4. Lista de problemas citados por productores en la zona de bosque seco de Costa Rica (n=7).....	95
Anexo 5. Mercado donde se comercializan los animales en pie una vez que salen de la finca.	95
Anexo 6. Precios promedios semanales en canal de machos y hembras para años 2008 – 2010 (Colones ₡) CORFOGA .....	96
Anexo 7. Comportamiento de la matanza de ganado en plantas desde el año 2007 al 2010 para Costa Rica. ....	96
Anexo 8. Comparativo de la matanza entre periodos del año 2007 al 2010 en plantas de Costa Rica. ....	97

Campos P, P. 2010. Evaluación de la toma de decisiones de productores ganaderos respecto a estrategias de adaptación a cambio climático en Guanacaste, Costa Rica. Tesis, Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 79 p.

Palabras clave: El Niño (ENOS), sistemas silvopastoriles, adaptación, cambio climático, bancos forrajeros, pasturas mejoradas, árboles dispersos, cercas vivas.

## **RESUMEN**

En los últimos años, los efectos del cambio climático han inducido una situación de sequía que ha ocasionado épocas secas cada vez más extensas y/o periodos de lluvias más cortos para la región del Pacífico Norte de Costa Rica. Estudios indican que el 79% de los eventos extremos secos en esa región se encuentran asociados al fenómeno meteorológico de El Niño (ENOS). Para este estudio, se tomó como referencia el periodo comprendido entre junio del 2009 y abril del 2010 por presentarse un verano seco muy prolongado (8 meses) debido a El Niño (ENOS), lo que causó un déficit de agua de hasta un 35% según reportes del año 2010 según el Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Por esta razón, los sistemas de producción de carne y leche emplearon diferentes medidas de adaptación. Se visitaron 87 fincas de carne y leche en diferentes cantones de Guanacaste. Con la información recolectada en las entrevistas, se obtuvo la percepción de los productores con respecto a la variación climática para un periodo de 20 años atrás (1990-2010). Los productores mencionaron la duración del periodo de sequía, la distribución e intensidad de la precipitación, temperatura, vientos y el nivel de agua de los ríos. Tres sistemas de fincas fueron identificados: 1) fincas de producción intensiva y alto uso de insumos, 2) fincas de producción semi intensiva con uso de bancos forrajeros y bajo uso de insumos externos, 3) fincas con producción extensiva con bajo uso de insumos externos y nada de uso de bancos forrajeros. Las variables que influyeron en la estratificación de las fincas fueron: pastura mejorada de baja densidad (<30 arb/ha), pastura mejorada de alta densidad (>30 arb/ha), área dedicada a bancos forrajeros, carga animal, disponibilidad de bebederos y suplementación externa. Se elaboró un índice de resiliencia a veranos prolongados. Los resultados indican que los productores tienen una percepción acertada al cambio climático así como a la variabilidad climática. El índice de resiliencia también indicó que las fincas medianas, caracterizadas por un manejo intensivo del ganado

con implementación de bancos forrajeros, pasturas mejoradas, buenas prácticas y uso de suplementación externa, fueron las que obtuvieron un mayor grado de resiliencia a sequías prolongadas en años con presencia de “El Niño”.

Campos P, P. 2010. Assessment of decision-making made by livestock producers regarding adaptation strategies to climate change in Guanacaste, Costa Rica. Thesis, Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 79 p.

Key Words: El Niño (ENSO), silvopastoral systems, adaptation, climate change, fodder banks, improved pastures, scattered trees, live fences.

## **ABSTRACT**

In recent years, the effects of climate change have conducted to a situation of drought that has caused most extensive dry times and shorter periods of rainfall in the North Pacific region of Costa Rica. Studies indicate that 79% of the dry extreme events in the region are associated with El Niño phenomenon (ENSO). For this study, a reference period between June 2009 and April 2010 was taken due to the fact of presenting a drought period of 8 months provoked by El Niño (ENSO), which caused a water deficit up to 35% in 2010 according to the National Meteorological Institute (IMN). For this reason, beef and milk production systems used different adaptation measures. Eighty-seven farms in different cantons of Guanacaste were visited. With the information collected in the interviews, the climate variation perception of the farmers during the last 20 years (1990- 2010) was obtained. The farmers referred to the duration of the drought period, distribution and precipitation intensity, temperature, wind and river water levels. Three farms systems were identified: 1) farms with intensive production and high use of supplements, 2) farms with semi- intensive production with high use of fodder banks and low use of external supplements, 3) farms with extensive production with low use of external supplements and non-use of fodder banks. The variables with more influence in the grouping of farms were: improved pastures with low density (< 30 trees / ha), improved pastures with high density (>30 trees / ha), fodder banks, drinking troughs and external supplements. An index of resilience to drought periods was developed. The results indicated that producers have an accurate perception of climate change as well as climate variability. The resilience index also indicated that the medium-sized farms, characterized by an intensive livestock management with implementation of fodder banks, improved pasture, adequate farming practices and use of external supplements obtained a greater degree of resilience to prolonged droughts in years with the presence of "El Niño".

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Déficit de precipitación anual característico de años con presencia de El Niño (ENOS) en Costa Rica .....	9
Cuadro 2. Frecuencia de El Niño (ENOS) para dos periodos de tiempo.....	9
Cuadro 3. Producción y calidad de frutos de especies leñosas comunes y pastos en potreros donde crecen las leñosas .....	16
Cuadro 4. Especies leñosas de uso común como bancos forrajeros para la alimentación animal .....	17
Cuadro 5. Consumo diario de agua en bovinos .....	21
Cuadro 6. Tabla de equivalentes vaca (E.V.) según categoría de animal.....	25
Cuadro 7. Caracterización climática para tres regiones de Guanacaste, 2010 .....	27
Cuadro 8. Costos de suplementación para la región de Chorotega (USD).....	36
Cuadro 9. Lista de variables seleccionadas para el análisis de regresión lineal .....	40
Cuadro 10. Percepción de variación climática en los últimos 20 años por productores ganaderos en tres regiones de Guanacaste, 2010 .....	43
Cuadro 11. Principales plagas reportadas por los productores por efecto del cambio climático en tres regiones de Guanacaste, 2010.....	48
Cuadro 12. Principales medidas de manejo señaladas por los productores para mitigar el efecto de una sequía prolongada en tres regiones de Guanacaste, 2010 .....	49
Cuadro 13. Principales plagas reportadas por los productores por efecto del cambio climático en tres regiones de Guanacaste, 2010.....	52
Cuadro 14. Promedios de las variables de uso de suelo de las tipologías de fincas .....	56
Cuadro 15. Promedios de las variables de disponibilidad de agua de las fincas .....	57
Cuadro 16. Promedios de las variables de descarga animal de los grupos de fincas.....	57
Cuadro 17. Promedios de las variables de suplementación de las tipologías de fincas.....	58
Cuadro 18. Promedios de las variables de descarga de animales de las tipologías de fincas....	59
Cuadro 19. Resultados de regresión lineal por el método Stepwise para descarga de animales	63
Cuadro 20. Modelo de predicción de descarga de animales.....	63
Cuadro 21. Lista de variables seleccionadas para el índice de resiliencia.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las fincas monitoreadas en la zona de estudio, Guanacaste, 2010. ....	30
Figura 2. Etapas de la metodología del estudio. ....	37
Figura 3. Pasos para la elaboración del índice de resiliencia a veranos prolongados.....	38
Figura 4. Distribución de la precipitación mensual de Liberia durante el año 2009 en comparación con la línea base (1975–2008; IMN, 2010).....	43
Figura 5. Distribución de la precipitación mensual de Nicoya durante el año 2009 en comparación con la línea base (1975–2008; IMN, 2010).....	44
Figura 6. Escenarios de cambio climático para el Pacífico Norte de Costa Rica (IMN, 2009).45	
Figura 7. Precipitación promedio de la región Pacífico Norte de Costa Rica. (1961-1990; IMN, 2008). ....	46
Figura 8. Gráfico de barras en función del promedio de ventas de fincas ganaderas para dos periodos de tiempo en Guanacaste, 2010.....	51
Figura 9. Dendograma con tipologías de fincas ganaderas de Hojancha, Tilarán y Bagaces. Guanacaste, 2010. ....	55
Figura 10. Gráfico de barras apiladas según la proporción de usos de suelo para tres tipologías de finca en Guanacaste, 2010. ....	61
Figura 11. Gráfico de barras apiladas según la composición del hato ganadero para tres tipologías de finca en Guanacaste, 2010.....	62
Figura 12. Análisis de varianza en función del índice de resiliencia y las tipologías de fincas. Guanacaste, 2010. ....	65
Figura 13. Análisis de componentes principales en función del índice de resiliencia para tres tipologías de finca. Guanacaste, 2010. ....	66
Figura 14. Análisis de varianza de la suplementación interna en función de fincas con y sin bancos forrajeros. Guanacaste, 2010. ....	67
Figura 15. Análisis de varianza de la suplementación externa en función de fincas con distintos niveles de suplementación. Guanacaste, 2010.....	68
Figura 16. Matanza de ganado bovino. Costa Rica. Periodo 2006-2009. CORFOGA .....	70
Figura 17. Proporción de animales descargados en relación a tres tipologías de fincas, Guanacaste, 2010. ....	71

Figura 18. Analisis de correspondencias según la percepción de la condición corporal del hato durante el verano..... 72

## **LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS**

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

CEPAL: Comisión Económica para América Latina

CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical

CORFOGA: Corporación Ganadera

ENOS: El Niño Oscilación Sur

EV: Equivalentes Vaca

FEDEGAN: Federación Colombiana de Ganaderos

GAMMA: Grupo de Ganadería Ambiental

GEI: Gases de Efecto Invernadero

Ha: Hectárea

IMN: Instituto Meteorológico Nacional

INDECA: Ingenieros de Centro América

InfoStat: Programa estadístico de información.

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático

LB: Línea Base

M<sup>2</sup>: Metros cuadrados

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica

MINAET: Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones de Costa Rica

PRECIS: simulador por sus sigla en Ingles (Providing Regional Climates for Impact Studies)

SSP: Sistemas silvopastoriles

UA: Unidades Animales



# 1 INTRODUCCIÓN

El cambio climático es en la actualidad, una de las mayores preocupaciones alrededor del mundo. En un futuro, las perspectivas del comportamiento del cambio climático tienden a estimar incrementos de temperatura media superficial, concentraciones de CO<sub>2</sub>, aumento del nivel del mar y con ello una mayor variabilidad climática debido a fenómenos climáticos extremos durante el resto del siglo presente (IPCC, 2001).

Según el IPCC (2001), el cambio climático y los eventos climáticos extremos tienden a aumentar su ocurrencia y magnitud. Tal es la situación de la región del Pacífico Norte de Costa Rica, en donde se señala que los efectos del cambio climático parecen inducir una situación de sequía que ocasiona la disminución de precipitaciones incluyendo épocas secas más extensas y periodos lluviosos más cortos (INDECA, 2004),

Gran parte del Pacífico Norte de Costa Rica tiene como actividad principal la ganadería y uno de los temas más críticos para su desarrollo ha sido el tema de la falta de agua, especialmente en la época seca, colocando en una situación difícil los procesos de generación de valor en todas las fases del ciclo ganadero y causando parálisis en los esfuerzos por incrementar la productividad del ganado durante esta época. Por su parte Ávila (2009) manifiesta que los ganaderos en la región Huetar Norte se están preparando para evitar los problemas que causa el fenómeno meteorológico de El Niño (ENOS) el cual ha ocasionado en años atrás la muerte de 1,088 cabezas de ganado ante el fuerte efecto de la sequía.

Periodos de sequía prolongados, mala distribución de lluvias, y temperaturas por arriba del promedio, llevan a los productores a tomar medidas drásticas durante situaciones económicamente difíciles, una de ellas es el desalojo de ganado de sus fincas con el fin de contrarrestar temporadas malas de producción forrajera y problemas con plagas y enfermedades, las cuales inciden de manera contigua en el comportamiento productivo y reproductivo del hato ganadero trayendo consigo efectos colaterales de pobreza (Retana, 2001; Porter et ál., 1991; Watson et ál., 1997).

Según Rosales (2000), durante el periodo comprendido entre 1980 y 1998, se observó que el efecto de la fase cálida de El Niño (ENOS) incidió sobre algunas variables productivas de ganado de carne, causando el aumento del número de animales bovinos (machos, hembras

y teneros) destinados al consumo local y externo por causa de la necesidad de venta de animales por parte de los productores para racionalizar la carga animal durante la temporada de sequía. Es por tanto, que el aumento en la población de animales en los mataderos puede responder a decisiones de mercado en función de eventos climatológicos extremos.

Retana (2001), afirma que uno de los motivos por los que el ganado disminuye su productividad y tasa de desarrollo durante temporadas de sequía es el estrés climático, el cual se ha venido presentando de manera frecuente en la zona del Pacífico Norte de Costa Rica, debido a cambios de temperatura y precipitación, siendo los meses de febrero, marzo y abril los más secos y calientes para la vertiente Pacífica.

Guanacaste es una de las provincias ubicadas dentro del Pacífico Norte y no obstante, es una de las zonas de menor riqueza hídrica del país. Pese a que todo su territorio esta regado por ríos, el caudal de su red hidrográfica, dominada por el río Tempisque, disminuye notablemente durante la estación seca, la cual se prolonga por cinco o seis meses a partir de diciembre (IMN, 2008).

Según datos meteorológicos de la estación de Nicoya se estima que en las siguientes décadas la precipitación anual disminuirá en toda la región del Pacífico Norte. El informe del simulador PRECIS señala niveles de reducción en precipitación entre el 13 y 24%. Las regiones menos alteradas serán las zonas montañosas de la cordillera de Tilarán y el sur de la Península de Nicoya, con disminuciones del 2 al 18% únicamente. La Cordillera Volcánica, la Península de Santa Elena y la parte Oeste de la Península presentan valores de reducción del 20 al 29% en precipitación. En base a cambios proyectados de temperatura, los pronósticos estiman un aumento en toda la zona del Pacífico Norte con temperaturas máximas entre 3 °C a 8 °C y temperaturas mínimas entre 2 a 3 °C (IMN, 2008).

Bajo este panorama, los ganaderos ubicados en la Península de Nicoya, han sufrido de los efectos colaterales que el fenómeno climatológico de El Niño (ENOS) ha causado. Vázquez (2009) menciona que las lluvias del mes de octubre del año 2009 no fueron suficientes para alcanzar los promedios históricos de precipitación del mes o para llenar los mantos acuíferos y ríos. A la vez, menciona que el último invierno cerró probablemente con un déficit total de lluvias cercano al 35% con respecto al promedio

No obstante, existen alternativas para el manejo de la ganadería, que demuestran una mejor preparación para hacer frente a la variabilidad climática debido a que mantienen los niveles de producción y elevan la generación de los servicios ambientales durante la sequía (Sepúlveda et ál., 2009). Un ejemplo ha sido, la introducción de especies de pastos mejorados del género *Brachiaria* spp. en comparación con especies nativas como *H. rufa* con valores de 900 kg MS ha<sup>-1</sup> y 640 kg MS ha<sup>-1</sup> durante el periodo de sequía (Holmann, 2001).

De igual manera, el implementar bancos forrajeros de gramíneas y leñosas bajo corte y acarreo como suplemento alimenticio para el ganado durante periodos críticos de sequía, se ha logrado una mayor estabilidad en la curva de producción de leche y/o carne a lo largo del año así como también en el aumento de la cobertura arbórea de los potreros y la protección de fuentes de agua (Casasola et ál., 2007).

El presente trabajo busca **obtener y documentar la percepción local que tiene los productores de Guanacaste con respecto a los cambios que se han venido dando en los últimos años en el clima de manera regional así como también conocer como éste les afecta sus sistemas de producción**. Por otro lado, se pretende realizar una evaluación tomando en cuenta los productores que deciden manejar suplementación externa en sus animales y productores que optan por una suplementación interna (bancos forrajeros) y tecnologías silvopastoriles (árboles dispersos, pasturas mejoradas) y buenas prácticas (protección de quebradas, ríos y ojos de agua). Para esto, se tomó en cuenta el último periodo de la fase cálida de El Niño (ENOS) en Guanacaste, en el cual el verano se prolongó alrededor de 8 meses debido a una ausencia de agua ocasionada por el fenómeno meteorológico.

## **1.1 Objetivos del estudio**

### **1.1.1 Objetivo general**

**Evaluar diferentes tipologías de finca con respecto a la implementación de medidas de adaptación al cambio climático en Guanacaste, Costa Rica.**

### **1.1.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar la percepción a cambio climático y **las medidas de adaptación** que implementan los productores.
2. Caracterizar **tipologías de fincas** ganaderas en sistemas de producción del tipo intensivo, semi intensivo y extensivo.
3. Analizar **las medidas de adaptación que implementan los ganaderos durante el periodo de verano prolongado.**
4. Desarrollar un índice para **medir la resiliencia de fincas ganaderas a sequías prolongadas.**

## **1.2 Hipótesis del estudio**

1. Los productores tienen una percepción acertada de los efectos del cambio climático e implementan medidas de adaptación en la época de verano.
2. El manejo de los diferentes sistemas de producción no es igual para cada tipología de finca.
3. Las medidas de adaptación a cambio climático que implementan productores ganaderos en Guanacaste dependen de los recursos de su finca y el uso que hace de los suplementos para la alimentación del ganado.

## **2 MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 Cambio climático global**

El clima es un fenómeno natural que existe en el planeta y que mantiene la temperatura en condiciones apropiadas para la vida. No obstante, las consecuencias en el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero han originado cambios en los mecanismos que definen el clima global, ocasionando el incremento de temperaturas anuales, cambios en la distribución de las precipitaciones y el aumento en la frecuencia de los eventos climáticos extremos (Karl et ál., 2005).

A lo largo de la historia del planeta, han existido constantes cambios del clima que han influido de manera directa en la evolución y formación de diferentes formas de vida en el planeta (Kerr et ál., 2007). A pesar de ello, las variaciones en los últimos años indican incrementos exponenciales, relacionados con el desarrollo de actividades humanas y el consumo de combustibles fósiles desde la época de la revolución industrial. De acuerdo con el IPCC (2007), las prácticas de manejo del ganado, agricultura intensiva, vertederos de basura y emisiones de actividades industriales han contribuido en gran medida al aumento de la concentración atmosférica de metano ( $\text{CH}_4$ ) (otro de los GEI), en un  $151 \pm 25\%$  en el periodo comprendido entre los años de 1750 al 2000.

Al no saberse con certeza cómo los cambios podrían variar y cómo serán las futuras condiciones socioeconómicas y ambientales, se han originado una serie de escenarios para predecir y analizar el efecto de dichas emisiones de gases de invernadero por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) con el objetivo de describir futuros diferentes para cubrir la incertidumbre y realizar predicciones con alto grado de certeza de los cambios climáticos a escala regional. Dichos escenarios representan las posibilidades dadas por varios perfiles progresivos hacia el año 2100; de estos se derivan cambios demográficos, tecnológicos y de desarrollo económico dado que en los próximos años, los pronósticos mundiales indican un aumento en las temperaturas globales del planeta.

Según Giorgi (2006), un índice de cambio climático regional se desarrolla basado en los cambios que existen en la precipitación media, temperatura media de la atmosfera y el cambio en la precipitación y temperatura de la variabilidad interanual. De acuerdo con Giorgi

(2006), Centro América junto con la zona del Mediterráneo y las regiones del Nor-Este de Europa representan los puntos más calientes en el globo terrestre (*hot-spots*) en los que se tiene mayor efecto sobre el cambio climático, en relación con los 20 modelos de escenarios de emisiones proyectados por el IPCC (2001).

## **2.2 Cambio climático en Centro América**

Según el IPCC (2007), se pronostican aumentos de temperatura, avance de tierras áridas, disminución de biodiversidad y bajos niveles de agua en los suelos, implicando una baja en los diferentes eslabones de las cadenas de producción.

Si tomamos en cuenta la desfragmentación existente en los ecosistemas, los niveles de pobreza y la falta de prácticas productivas sostenibles que caracterizan a la región de Centroamérica se puede decir que es una de las zonas más vulnerables del mundo a sufrir las consecuencias del cambio climático. Estos hechos se manifiestan con el creciente riesgo en la frecuencia de las amenazas hidrometeorológicas extremas, específicamente con el cambio en los periodos de lluvias y sequías, causando inundaciones imprevistas, deslizamientos de tierra e incendios forestales (CEPAL, 2002).

Aguilar et ál. (2005) reafirman esta teoría mencionando que se han dado cambios trascendentales en la precipitación y la temperatura durante el periodo comprendido entre 1961 y 2003 de Centro América y Sur América. Los análisis bajo su estudio revelan una tendencia de calentamiento general, señalando que la ocurrencia de las temperaturas extremas máximas se ha incrementado mientras que los eventos de temperaturas extremas mínimas se han disminuido. A la vez, los eventos de precipitación se están intensificando y la contribución de días lluviosos y extremadamente lluviosos se está alargando.

Por otro lado, Neelin et ál. (2006) basados en un conjunto de multimodelos y simulaciones de calentamiento global afirman que las mayores diferencias en las últimas décadas se han dado en la distribución espacial de las precipitaciones concluyendo que la amplitud de la precipitación en general ha disminuido. La tendencia de las lluvias producto de la observación de varias estaciones de datos, indican tendencia hacia veranos con mayores sequías, principalmente en la región de Centro América y el Caribe. Aguilar et ál. (2005) reafirman esta teoría al señalar que la temperatura y la precipitación durante los últimos 40

años en América Central y norte de Sudamérica se ha visto seriamente afectada por la variabilidad que existe en el cambio de los eventos extremos climáticos.

Debido a dicha variabilidad en los cambios inesperados del clima (temperatura, precipitaciones y tormentas), las zonas productivas ubicadas en el trópico húmedo presentan problemas con saturación de agua, degradación de suelo, disponibilidad de forrajes y compactación en fincas dentro del sector agropecuario (Sepúlveda et ál., 2009) así como también de forma indirecta varios sectores de la población se ven perturbados debido a dificultades como inseguridad alimentaria, disponibilidad del recurso agua y afectación de los medios de vida de las comunidades rurales (Krol et ál., 2006).

### **2.3 Eventos extremos climáticos en Costa Rica**

EL IMN (2008) define los eventos extremos climáticos como los valores umbrales que desde el punto de vista climatológico producen un daño, determinan un área en riesgo y establecen un posible impacto en costos sociales y económicos; según Aguilar et ál. (2005) los eventos climáticos extremos indican cambios importantes en la tendencia y variación de las temperaturas extremas en toda la región, causando un calentamiento notable durante el verano y otoño boreal. En el caso de Costa Rica, se ha retomado la definición “evento extremo” como una situación de emergencia donde un fenómeno hidrometeorológico (frecuentes o no) causa alteraciones significativas en el estado del tiempo o clima de alguna zona causando consecuencias negativas en las actividades sociales y productivas.

Los eventos extremos secos cuentan con la capacidad de disminuir la precipitación durante el periodo lluvioso (junio - octubre) afectando el veranillo o canícula y el mes de septiembre con reducciones de hasta 100 mm. Por otro lado, los extremos lluviosos provocan aumentos de hasta 200 mm más sobre el promedio de la línea base (LB<sup>1</sup>) (IMN, 2008) de tal manera que se ve afectada la producción del ganado debido a la cantidad y distribución de la precipitación así como también la exposición directa de los animales a las variaciones climáticas. Por ejemplo, la región de Chorotega ubicada al Noroeste de Costa Rica, posee

---

<sup>1</sup> La línea base (LB) para Costa Rica se desarrollo para el periodo 1961-1990, a nivel anual y mensual. La información se obtuvo de la base de datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN 2008)

cerca del 30% del hato ganadero nacional en todo el país y es una de las zonas en las que se han visto los mayores efectos de eventos extremos climáticos (Retana et ál., 2000<sup>b</sup>).

De acuerdo con el IMN (2008) los eventos de El Niño (ENOS) ocasionan uno de los mayores impactos negativos de precipitación anual con respecto al promedio histórico. Villalobos et ál. (2004), se refieren al fenómeno oceánico atmosférico ENOS o normalmente conocido como “El Niño” como la principal fuerza causante de la variabilidad climática afirmando que la influencia que conlleva provoca significativos cambios en los patrones normales de temperatura y precipitación.

Para la zona Norte de Costa Rica las condiciones de sequía percibidas se asocian a condiciones propias de la fase cálida de ENOS (El Niño), especialmente para el Pacífico Norte y Región Centro del País. Muestra de esto es lo ocurrido durante el evento ENOS del año 1997, en el que el Ministerio de Agricultura y Ganadería tuvo que establecer medidas de mitigación debido a la sequía pronosticada principalmente para la zona de Guanacaste y Pacífico Central (Estrada, 1998) con el fin de reducir el impacto en las cadenas de producción. No obstante, la agricultura y ganadería sufrieron consecuencias importantes durante el periodo seco que acertadamente se prolongó (Hernández, 1998).

## **2.4 El Niño Oscilación Sur (ENOS) en el Pacífico Norte de Costa Rica**

El Niño Oscilación Sur (ENOS)<sup>2</sup> es un fenómeno meteorológico que se origina por el calentamiento del océano Pacífico frente a las costas de Sudamérica. Es ahí donde aproximadamente cada 3 o 4 años existe un calentamiento en las aguas que provoca una serie de cambios a nivel global como la atracción de vientos alisios provenientes del norte, los cuales vienen con tanta fuerza que arrastran las nubes evitando su formación y dificultando la posibilidad de lluvias en el Pacífico Norte de Costa Rica (IMN, 2008).

Ramirez (1990), Vega et al. (1997), Alvarado (1998) y Alvarado et al. (2001) indican que ENOS afecta de diversas maneras el territorio nacional de Costa Rica, comenzando en primer lugar con la perturbación del patrón de los vientos, por lo que la distribución y cantidad de precipitación en ambas vertientes, así como la temperatura, se ven alteradas.

---

<sup>2</sup> El fenómeno de El Niño fue bautizado por pescadores peruanos porque se registra a finales de diciembre.



Acorde con Villalobos et ál. (2004) y el IMN (2009), los fenómenos de variabilidad climática de El Niño Oscilación Sur (ENOS), pueden hacer variar el comportamiento normal del clima regional ocasionando sequías con reducciones promedio de lluvia anual de hasta un 26% (Cuadro 1) e incrementos de temperatura de 1°C alterando el segundo periodo de lluvias (septiembre - diciembre). Esto se debe en parte a que durante EL Niño la posibilidad de que un huracán afecte Costa Rica se reduce a la mitad.

*Cuadro 1. Déficit de precipitación anual característico de años con presencia de El Niño (ENOS) en Costa Rica*

	<b>El Niño (ENOS)</b>
<b>Pacífico Norte</b>	-450 mm (-26%)
<b>Pacífico Central</b>	-700 mm (-26%)
<b>Pacífico Sur</b>	-500 mm (-13%)
<b>Región Central</b>	-500 mm (-23%)

Fuente: IMN, 2009.

Para Costa Rica, los años de mayor sequía han sido los siguientes: 1965, 1972, 1976-1977, 1986-1987, 1992, 1994, 1997, 2001, 2002-2003 y el 2006-2007. Todos los años con excepción del 2001, han coincidido con años de “El Niño”, lo cual indica la constancia de las condiciones secas extremas en el Pacífico de Costa Rica. Estudios indican que el 79% de los eventos extremos secos en el Pacífico Norte de Costa Rica se encuentran asociados con El Niño (IMN, 2008).

A nivel global, el número de eventos de El Niño ha aumentado en los últimos 16 años, (Cuadro 2), sin embargo su duración se ha reducido y su magnitud se mantiene. Se estima que si la frecuencia de estos eventos continúa a este ritmo, para el año 2021 se habrá duplicado su número con relación a la Línea Base (LB) (MINAET, 2009).

*Cuadro 2. Frecuencia de El Niño (ENOS) para dos periodos de tiempo*

<b>Fenómeno</b>	<b>Periodo 1961 – 1990 (LB)</b>				<b>Periodo 1991 - 2007</b>			
	Casos	Años <sup>1</sup>	Duración	Magnitud <sup>2</sup>	Casos	Años <sup>1</sup>	Duración	Magnitud <sup>2</sup>
<b>El Niño</b>	8	19	15,6	1,6	7	13	13,1	1,5

<sup>1</sup>Se refiere al número de años que han sido afectados por el evento  
<sup>2</sup>Magnitud de ENOS.- se refiere a la temperatura superficial del Mar.

Fuente: IMN, 2009.

## **2.5 Sequía en el Pacífico Norte de Costa Rica (Guanacaste)**

El IPCC (2007) define a la sequía como una ausencia prolongada de precipitación o un conjunto de condiciones meteorológicas anormalmente secas y prolongadas, que producen importantes desequilibrios hidrológicos afectando alguna actividad o grupo de personas. Un ejemplo, es el último fenómeno climático de El Niño (ENOS) que afectó el Pacífico Norte de Costa Rica el cual inició en junio del año 2009 (IMN, 2010) con pronósticos de que terminara a mediados del año 2010. Este fenómeno ha causado sequías en la región de Chorotega principalmente en la provincia de Guanacaste ocasionando pérdidas (hasta finales de octubre del 2009) de hasta 6 millones de dólares en lo que respecta a la agricultura y ganadería (diario La Nación, 2009). Acorde al resumen del reporte climático del IMN (2010), en total las temporadas de lluvia del año 2009 para el Pacífico Norte presentaron un déficit de hasta un 35% en su precipitación (Anexo 8) (Anexo 9). Gran parte se debió a que el veranillo de julio y agosto se extendió hasta septiembre y a que también en todo el año no se registró ni un solo temporal. En la actualidad, se está registrando un nuevo evento en el rango de la frecuencia de El Niño (ENOS) más bajo que la distribución histórica, presentándose cada 2 años (IMN, 2010).

Quiros (2009) hace hincapié en que la actividad ganadera depende mucho del recurso agua y de la capacidad de proveerse en forma permanente y oportuna de este recurso en las fincas. Vázquez (2009) afirma que el principal problema que tuvieron durante la sequía originada por El Niño (ENOS) en Guanacaste fue la falta de alimento para el ganado. No obstante, lograron prepararse mediante un programa de mitigación, en el cual el MAG invirtió en total ¢700 millones en todo el país, de los cuales ¢300 millones se repartieron solo en Guanacaste con pequeños y medianos ganaderos con el apoyo de heno, miel, melaza de caña, sal, minerales y pulpa deshidratada de naranja para alimentar a sus animales (diario La Nación, 2010).

## **2.6 Pronósticos meteorológicos para el Pacífico Norte de Costa Rica**

Según datos meteorológicos del IMN (2008), se estima que las siguientes décadas la precipitación anual disminuirá en toda la región del Pacífico Norte. El informe del simulador PRECIS señala niveles de reducción en precipitación entre el 13 y 24%. Las regiones menos

alteradas serán las zonas montañosas de la cordillera de Tilarán y el sur de la Península de Nicoya, con disminuciones del 2 al 18% únicamente. La Cordillera Volcánica, la Península de Santa Elena y la parte Oeste de la Península presentan valores de reducción del 20 al 29% en precipitación. Para la temperatura, los pronósticos estiman un aumento en toda la zona del Pacífico Norte con temperaturas máximas entre 3 °C a 8 °C y temperaturas mínimas entre 2 °C a 3 °C.

Cabe mencionar que en los últimos años se ha observado un desplazamiento y alargamiento de la época de sequía (IMN, 2008). Lo anterior se confirma con la percepción que tienen los productores en un estudio realizado en Costa Rica y Nicaragua al encontrar un alto porcentaje de ganaderos que han notado cambios en la temperatura (intensidad del frío y del calor) y alteraciones en la duración de la época seca y lluviosa (Sepúlveda, 2008).

## **2.7 Impacto del cambio climático en los sistemas ganaderos**

Para el IPCC (2007), el impacto del cambio climático se evalúa de acuerdo a las consecuencias potenciales de éste sobre los sistemas humanos y naturales y a las posibles medidas de adaptación necesarias según las proyecciones de cambio planteadas. Para Romero (2005) el éxito en la adaptación al cambio climático esta en el ajuste de los sistemas ecológicos, sociales y/o económicos en respuesta a los cambios observados o esperados en el clima y sus efectos e impactos, de tal manera que se puedan aliviar los efectos adversos y tomarse ventajas de nuevas oportunidades.

Periodos secos prolongados y fuertes lluvias conllevan pérdidas agrícolas importantes, desalojo de ganado, situaciones económicas críticas, aumento de incendios forestales, degradación del suelo y efectos colaterales de pobreza (Retana, 2001). Al mismo tiempo, una mala distribución de lluvias y elevación de temperatura ambiental por arriba del promedio inciden en una mala producción forrajera, problemas con plagas y enfermedades afectando el comportamiento productivo y reproductivo del hato ganadero (Retana et ál., 2000<sup>a</sup>).

Porter et ál. (1991) y Watson et ál. (1997) están de acuerdo con lo anterior, al mencionar que los efectos del cambio climático tienen efectos indirectos que contribuyen al incremento de plagas en los cultivos, aumento de parásitos y/o enfermedades en la producción pecuaria, cambios en la dinámica de las comunidades biológicas y reducción de nutrientes en

el suelo. Un ejemplo se muestra con los productores de Costa Rica y Nicaragua al momento en que se percibe un aumento en el daño de las pasturas causado por diversas plagas, entre ellas la langosta, *Schistocerca* spp., la cual provoca una alta defoliación del pasto (Sepúlveda et ál., 2008)

En las últimas décadas, debido a la incertidumbre que enfrentan los productores con la presencia de la variabilidad climática, factores como el manejo y la administración de una finca se han visto afectados ocasionando consecuencias en el deterioro de recursos naturales y disminución de la producción originados por una mala toma de decisiones. Según Retana et ál. (2000<sup>a</sup>) la principal causa de la variabilidad climática ha sido el fenómeno climático de “El Niño”, causante de periodos secos prolongados distribuciones irregulares de lluvias e incremento de temperaturas ambientales, afectando el hato ganadero de los productores y ocasionando importantes pérdidas en los sistemas de producción.

Retana (2001) afirma que uno de los motivos por los que el ganado ha disminuido su productividad y tasa de desarrollo ha sido por estrés climático, el cual se ha venido presentando de manera frecuente en la zona del Pacífico Norte de Costa Rica por cambios frecuentes en temperatura y precipitación, siendo los meses de febrero, marzo y abril los más secos y calientes para la vertiente Pacífica.

De acuerdo a Rosales (2000) durante el periodo comprendido entre 1980 y 1998 el efecto de la fase cálida de El Niño (ENOS) fue el causante del aumento en el número de animales bovinos (machos, hembras y terneros) destinados al consumo local y externo. Esto se debió en gran parte a la necesidad que los productores tenían por vender sus animales para racionalizar la carga animal como alternativa de manejo durante los periodos secos. Es por tanto, que el aumento en la población de ganado de carne en los mataderos puede responder a decisiones de mercado en función de eventos climatológicos.

Durante años prolongados de sequía, los terneros o becerros son los animales más susceptibles a los efectos de El Niño (ENOS) por presentar problemas para mantener su peso, necesidad de mayor atención nutricional y falta de sanidad durante épocas prolongadas de sequía, por lo que son desechados por los productores (Rosales, 2000). Cabe señalar que el informe del Plan de Desarrollo Rural de la península de Nicoya (2004) indica que la mayoría de la ganadería de este sitio se dedica al pie de cría (fase del ciclo ganadero de más baja

rentabilidad por absorber todos los costos iniciales) el cual se encuentra constituido por el 86.1% de los ganaderos que abarcan esta etapa de producción, de tal manera que puede ocasionar un gran déficit en los índices de producción.

Según los resultados mostrados en un estudio realizado por Retana et ál. (2000<sup>b</sup>) en la región de Chorotega (Costa Rica), el ganado que estaba destinado para el mercado externo reflejó ser el más sensible a las variaciones pluviométricas extremas de la zona señalando como el manejo, la nutrición, la sanidad y el tipo de raza del animal como factores que inciden en el aumento o disminución de la producción por razones de variabilidad en la precipitación.

Retana et ál. (2000<sup>b</sup>) señala que el aumento en la temperatura ambiental y la disminución en la velocidad del viento causan disminución de apetito en los animales. Por consiguiente, se producen bajos rendimientos debido a que disminuye el aporte nutricional de la ración, por lo que los productores tienen que aumentar la concentración energética de la dieta durante el periodo crítico de sequía haciendo uso de melaza, granos de alto contenido en aceites, frutas, urea, caña de azúcar, semillas así como cuidar el abastecimiento de sal mineralizada y agua limpia de los animales.

De acuerdo con estudios en Nicaragua y Costa Rica, la época seca tiende a ser más larga y con mayor temperatura, lo cual afecta la cantidad y calidad de alimento disponible, elevando así la mortalidad de los animales y disminuyendo la calidad de la tierra ocasionando pérdidas de capital para los sistemas de producción agropecuarios (Sepúlveda et ál. 2009). Ante esta problemática, existen alternativas como los sistemas silvopastoriles que al poseer potencial para la adaptación al cambio climático brindan múltiples beneficios para la productividad de una finca y generación de servicios ambientales (Sepúlveda et ál., 2009; Proyecto GEF, 2007). A su vez el IMN (2009) y el MINAET (2009), a través de sus políticas y medidas de adaptación ante el cambio climático se refieren a los sistemas silvopastoriles como futuras medidas de adaptación para la vulnerabilidad climática en el sector agropecuario de Costa Rica.

## **2.8 Tipos de sistemas de producción agropecuaria**

### **2.9 Sistemas tradicionales**

Los sistemas tradicionales se caracterizan por ser sistemas en los que la alimentación se basa generalmente en pasturas naturales de baja calidad y rendimiento. Esto ocasiona que la producción ganadera se vea limitada debido a la escasez de forraje en especial durante la época seca. Muchas veces los productores bajo este sistema de producción complementan la alimentación de su ganado con insumos comprados en el mercado para suplir estas necesidades. Los suplementos más utilizados son pollinaza, melaza, concentrado y sales minerales (Holguín et ál., 2003).

### **2.10 Sistemas extensivos**

Este tipo de sistema se caracteriza por contar con grandes extensiones de terreno dedicadas a la pastura, en su mayoría se dedican a la producción de carne. Este tipo de sistema se maneja con exigencias mínimas de capital y mano de obra especializada así como también con animales de baja productividad, rústicos y no seleccionados para un único objetivo de producción. Carecen de una alta tecnología y suplementación en el manejo de sus animales, por lo general su productividad es baja. (Marín, 1996)

### **2.11 Sistemas intensivos**

Los sistemas intensivos cuentan con una menor área de terreno en comparación con los sistemas extensivos, estos sistemas se caracterizan por tener una producción animal altamente tecnificada para carne o leche que opera para obtener rendimientos productivos en el menor tiempo posible. Se tiene un control completo sobre los animales seleccionados para un determinado objetivo, aportando los medios necesarios de alimentación, suplementación, mano de obra e instalaciones para obtener así una maximización en la producción. (Marín, 1996)

## **2.12 Sistemas semi intensivos**

Los sistemas semi intensivos poseen características de los sistemas extensivos e intensivos ya que se emplean áreas dedicadas a las pasturas así como también se estabulan o suplementan a los animales. En este tipo de sistema se puede apreciar sistemas como el de doble propósito (carne y leche) para su doble aprovechamiento. (Marín, 1996)

## **2.13 Sistemas silvopastoriles**

Los sistemas silvopastoriles son una opción de producción pecuaria donde las leñosas perennes (árboles, arbustos o palmas) interactúan, bajo un sistema de manejo integral, con las herbáceas (gramíneas y/o leguminosas) y animales para maximizar los beneficios económicos, sociales y ecológicos (Pezo e Ibrahim, 1999).

### **2.13.1 Árboles dispersos en potreros**

Son especies leñosas (árboles, arbustos o palmas) dentro de las pasturas que generalmente proceden de regeneración natural. También pueden provenir de plantaciones hechas por el hombre. El principal objetivo de los árboles dispersos en potrero es la producción de leche y/o carne a la vez que se obtienen otros productos derivados del componente forestal como madera, postes, leña, frutos y semillas (Villanueva et ál., 2010) (Cuadro 3)

Cuadro 3. Producción y calidad de frutos de especies leñosas comunes y pastos en potreros donde crecen las leñosas

Especies	Producción de frutos por árbol (kg)	PC (%) <sup>3</sup>	DIVMS (%) <sup>4</sup>
<b>Leñosas</b>			
Guanacaste ( <i>Enterolobium cyclocarpum</i> )	86,0	13,1	67,8
Carbón ( <i>Acacia pennatula</i> ) <sup>1</sup>	52,0	13,0	46,0
Cenizaro ( <i>Samanea saman</i> )	36,1	15,6	71,1
Guacimo ( <i>Guazuma ulmifolia</i> )	26,4	7,5	63,3
Coyol ( <i>Acrocomia aculeata</i> )	8,6	5,5	66,4
<b>Gramineas</b>			
Brizanta ( <i>Brachiaria brizantha</i> )		4,9	46,2
Jaragua ( <i>Hyparrhenia rufa</i> ) <sup>2</sup>		4,5	40,0

<sup>1</sup>Casasola et ál., 2001; <sup>2</sup>Franco, 1997; <sup>3</sup>PC: proteína cruda; <sup>4</sup>DIVMS: digestibilidad in vitro de la materia seca.

Fuente. Esquivel, 2007

### 2.13.2 Cercas vivas

Son un arreglo lineal sembrado con leñosas (árboles, arbustos y palmas) que sirven como soporte al alambre de púas y tienen como objetivo delimitar la propiedad y marcar las divisiones de los diferentes usos de suelo (agricultura, bosques, potreros, etc.) que se presentan en una propiedad (Budowsky, 1987). Las cercas vivas se componen de especies leñosas solamente o de una combinación de especies leñosas con postes muertos (Villanueva et ál., 2010).

### 2.13.3 Bancos forrajeros

Son cultivos de leñosas perennes de alta densidad que crecen en bloques compactos logrando maximizar la producción de fitomasa de alta calidad nutritiva (Pezo e Ibrahim, 1999). Este sistema puede ser una alternativa para la intensificación de la ganadería en menos área de la finca así como también para la liberación de áreas marginales con mayor vocación para la conservación de recursos naturales.

Según Flores (1994) y Holguín et ál. (2005) existe una gran diversidad de especies leñosas (árboles y arbustos) que se pueden manejar como bancos forrajeros en zonas con baja



y alta disponibilidad de agua, con alto valor nutricional y con potencial para usarse como suplemento animal (Cuadro 4).

*Cuadro 4. Especies leñosas de uso común como bancos forrajeros para la alimentación animal*

Especie	Zona de vida <sup>1</sup>	PC (%) <sup>2</sup>	DIVMS (%) <sup>3</sup>	Rendimiento de forraje (t MS ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )
<i>Cratylia argentea</i>	bh-T, bsh-T	19-22	48	08-12 <sup>4</sup>
<i>Leucaena leucocephala</i>	bh-T, bsh-T	19-26	56	3,3-18,9 <sup>5</sup>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	bh-T, bsh-T	13-17	48	10-12 <sup>6</sup>
<i>Gliricidia sepium</i>	bh-T, bsh-T, bs-T	15-22	60	5,5-20 <sup>7</sup>
<i>Erythrina poeppigianna</i>	bh-T	27	50	11-20 <sup>8</sup>
<i>Erythrina berteroana</i>	bh-T, bsh-T, bs-T	23	56	20,9 <sup>9</sup>
<i>Albizia lebbbeck</i>	bh-T, bsh-T	20-29 <sup>12</sup>	58 <sup>11</sup>	1,7-3,7 <sup>10</sup>

<sup>1</sup>bh-T: bosque húmedo tropical, bsh-T: bosque subhúmedo tropical, bs-T: bosque seco tropical, <sup>2</sup>PC: proteína cruda; <sup>3</sup>DIVMS: digestibilidad in vitro de la materia seca; <sup>4</sup>Argel et ál., 2001; <sup>5</sup>Simon et ál., 2005; Martínez et ál., 1990; <sup>6</sup>Gosz et ál., 1978; Pezo, 1982; <sup>7</sup>Urbano et ál., 2004; Zarate, 1987; <sup>8</sup>Benavides et ál., 1995; <sup>9</sup>Romero et ál., 1993; <sup>10</sup>Lowry et ál., 1994; <sup>11</sup>Cárdenas et ál., 2003; <sup>12</sup>Hernández et ál., 2001.

**Fuente.** Adaptado de Holguín, 2005

### 2.13.4 Pasturas mejoradas

Se le nombra así a las pasturas (en su mayoría del género *Brachiaria*) que han demostrado tener gran importancia en la alimentación animal al incrementar la productividad ganadera (Holman, 2001). En Costa Rica más del 55% de la producción nacional de leche y casi el 18% de la producción de carne en el año 2003 se debió al incremento marginal generado por la mayor productividad de dichos cultivares por poseer una alta adaptación para las condiciones edáficas y ambientales del trópico. Desde 1980 hasta el 2006 se han liberado 30 variedades de forraje tropicales en Centroamérica y el Caribe y 11 en Colombia, la mayoría de ellas del género *Brachiaria* (CIAT, 2003).

### 2.14 Ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoriles

Algunas de las ventajas económicas que brindan los sistemas silvopastoriles son las siguientes: aumentan la producción debido a la sombra generada para el ganado, son fuente de

recursos forrajeros para el ganado, reducen la dependencia y gastos de insumos externos, permiten mayor estabilidad de la producción, diversifican los ingresos en las fincas ganaderas, reducen riesgos económicos y la vulnerabilidad al cambio climático e incrementan la productividad y la rentabilidad de las fincas ganaderas (Ibrahim, 2010).

Por otro lado ofrecen ventajas sociales como el garantizar la seguridad alimentaria, mejorar la calidad de vida de los productores, proveer mayor sentido de pertenencia de la familia por la finca, aumentar la oferta de empleo rural, reducir la venta de propiedades así como la migración a centros urbanos. También brindan ventajas ecológicas al proteger el suelo, permitir el reciclaje de nutrientes, desarrollar una restauración ecológica de pasturas degradadas, proteger las fuentes de agua, permitir el secuestro de carbono, reducir la tala de bosques, facilitar la conservación de la biodiversidad, mostrar una belleza escénica y permitir una mayor estabilidad ante el cambio climático (Ibrahim, 2010).

A pesar de la serie de ventajas que se enumeran con los sistemas silvopastoriles la adopción por parte de los productores se ha mantenido baja, esto debido a la falta de capital y conocimiento técnico para el establecimiento y manejo de estos sistemas (Alonzo et ál., 2001). Por ejemplo, en algunos países como Costa Rica, el alto costo de la mano de obra que representa el establecimiento (6 a 12 meses) y manejo de un banco forrajero en comparación con un sistema convencional de pasturas en monocultivo ha ocasionado una barrera para su adopción (Sanchez, 2007; Proyecto GEF Silvopastoril, 2007).

## **2.15 Los sistemas silvopastoriles como fuente de mitigación al cambio climático**

Dependiendo de su diseño y manejo, los sistemas silvopastoriles tienen potencial de mejorar los indicadores socioeconómicos de las fincas y cumplir con funciones ecológicas significativas. Los sistemas silvopastoriles representan una estrategia para la resiliencia a las variaciones del precio y la demanda en el mercado así como también al cambio climático (Villanueva et ál., 2010).

El aumento en la cobertura arbórea de los potreros por medio del cambio de cercas muertas por postes vivos y protección de fuentes de agua con árboles, favorece a mitigar el efecto que tiene la variabilidad climática sobre la productividad durante la época seca

(Casasola et ál., 2007). Según diversos autores (Souza, 2002; Betancourt et ál., 2003; Restrepo et ál., 2004) densidades de árboles entre 20 y 30 ha<sup>-1</sup> proporcionan mayores beneficios económicos y ecológicos que aquellas pasturas degradadas que tienen pocos o nada de árboles. Así mismo, indican que el efecto de la sombra incrementa la producción de leche y/o carne dentro del rango de 10% a 22% en comparación a potreros sin árboles (Anexo 2).

El CIAT (2010) señala que pasturas mejoradas del género *Brachiaria* aparte de ser altamente nutritivas ayudan a mitigar los efectos del cambio climático debido a que sus raíces inhiben la nitrificación microbiana en el suelo, el cual se caracteriza por convertir el nitrógeno de los fertilizantes en óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), un gas de efecto invernadero que es 300 veces más potente que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

La suplementación con bancos forrajeros de gramíneas y leñosas bajo corte y acarreo durante la época seca logra mayor estabilidad en la curva de producción de leche y/o carne a lo largo del año (Casasola et ál., 2007). Por otro lado también ayudan a reducir la presión a las pasturas y con ello evitar su degradación prematura, especialmente en periodos críticos como sequías y lluvias prolongadas (Villanueva et ál., 2010). Los bancos forrajeros a su vez incrementan la producción de leche entre un 10% a 20% (Ibrahim et ál., 2001<sup>a</sup>). Los bancos forrajeros de caña o cratylia son la mejor opción que tienen los ganaderos para afrontar la época seca en el Pacífico Central de Costa Rica, la cual se agrava cada vez más por los años en los que se presenta el fenómeno de El Niño (ENOS) (Rojas, 2007).

Según Villanueva et ál. (2008), el establecimiento de cercas vivas representa un ahorro del 16% en comparación con las cercas muertas. Holmann et ál. (1992) menciona que dentro del trópico húmedo de Costa Rica las cercas vivas enriquecidas con especies maderables pueden generar aumentos hasta del 15% en el ingreso de fincas lecheras. Quirós (2009) menciona que algunas opciones de cercas vivas para las zonas ganaderas pueden ser poro, madero negro o leucaena, los cuales a través de podas controladas se pueden alcanzar hasta 2 kg de forraje seco de alto valor nutritivo (18% de proteína) por árbol.

Al introducir especies de pasturas mejoradas del género *Brachiaria* spp. durante la época seca se aportan 900 kg MS ha<sup>-1</sup> en comparación con especies nativas como *H. rufa* (jaragua) que ofrecen solo 640 kg MS ha<sup>-1</sup> (Holmann, 2001). Diversos estudios en Costa Rica han demostrado mejoras en la productividad por el uso de pasturas mejoradas de *B. brizantha*,

*E. berteroana*, y *B. decumbens* que se encuentran en asocio con leguminosas como *A. pintoii* con aumentos del 8% de biomasa y un 15% de contenido proteico reflejados en el incremento de un 9 a 11.4% de producción de leche en comparación con pastos que no se encuentran en asocio (Jansen et ál., 1997; Romero, 1998).

## **2.16 Plan de Prevención y Mitigación del Fenómeno de “El Niño” 2009-2010 para la Región Chorotega**

El MAG (2009) formuló un plan con recomendaciones técnicas para minimizar los impactos del fenómeno meteorológico de “EL Niño” ENOS durante el periodo 2009-2010 para la ganadería del país. Para esto, se impulsaron comisiones sectoriales que pusieran en marcha el plan de mitigación del proyecto. El objetivo principal de este programa era promover el uso de sistemas silvopastoriles a través de pasturas de corte, pasturas mejoradas, árboles en potreros, barreras vivas y bancos de proteína para garantizar la alimentación de los animales durante el periodo crítico de sequía ocasionado por “EL Niño” ENOS en el cual pronósticos por parte del IMN (2010) indicaron que se atenuaría hasta junio del presente año.

De manera conjunta el MAG, la Corporación Ganadera (CORFOGA), las cámaras de ganaderos y agrupaciones, realizaron capacitaciones en temas de conservación de pasturas, uso de leguminosas arbustivas como la *Cratylia* y empleo de suplementos para los animales. Por otro lado, Vasquez (2009) considera que los ganaderos de esta región necesitan cambiar sus sistemas extensivos y poco tecnificados de producción a modelos de producción más intensivos que aseguren la producción, conservación y almacenamiento de forrajes. Al mismo tiempo, entre el sector privado y público, se constituyó la Comisión Regional para la atención de fenómenos hidrometeorológicos con lo que se mantiene un Sistema de Información Regional del Fenómeno del Niño y la Niña actualmente.

## 2.17 Adaptación, medidas y recomendaciones para enfrentar el impacto de la sequía en la ganadería

La adaptación al cambio climático se define como los ajustes en los sistemas humanos o naturales en respuesta a los estímulos climáticos proyectados o reales que pueden ayudar a mitigar el daño ocasionado. IPCC (2007), en este caso, el periodo de sequía ocasiona una merma en los sistemas de producción ganaderos debido a la falta de forraje para los animales.

Un problema común con los productores de la región de Chorotega en Costa Rica, es que dejan grandes áreas de suelo desnudo en los potreros, lo que obliga a los animales a recorrer una mayor distancia para encontrar su alimento, ocasionando pisoteo y compactación del suelo. Un suelo compactado pierde su capacidad de almacenar y filtrar agua por lo que los mantos acuíferos subterráneos se ven afectados (Méndez, 2008). Es por tanto que el mal manejo de los sistemas ganaderos tiene efectos negativos sobre los recursos naturales y los índices productivos afectando la económica y la calidad de los productores. La clave para tener una producción animal sostenida es mediante el adecuado uso de forrajes producidos dentro de las fincas (nativas o introducidas), manejo de pasturas con alta presencia de especies arbóreas y protección de los recursos naturales agua y suelo que son vitales en las fincas (Ornelas, et al. 2003). De esta forma, se le brinda una mayor sostenibilidad a los sistemas tradicionales mediante la implementación de tecnologías silvopastoriles.

En el comunicado emitido en abril por parte de Quiros (2009), se señalan algunos puntos importantes hacia los productores para mitigar los efectos de la sequía. En primer lugar, se hace hincapié a la importancia que existe en brindar agua a los animales según el tipo de categoría (Cuadro 5), así como proteger las fuentes y depósitos de agua restringiendo el acceso del ganado mediante el cercado, en lo posible con cercas vivas.

*Cuadro 5. Consumo diario de agua en bovinos*

<b>Tipo de ganado</b>	<b>Consumo de agua (Its/día)</b>
Vacas de ordeño	90 - 115
Toros	60 – 80

Machos y hembras > a 2 años	40 – 50
Machos y hembras < a 2 años	35 – 45
Terneros < 1 año	20 – 30
Para producir un litro de leche	2.5 - 5

Fuente.- FEDEGAN, 2006

Otra medida que se realiza, es el ajuste de la carga animal mediante una reducción del inventario ganadero debido a la no sostenibilidad de la misma cantidad de animales durante una sequia prolongada. Esta salida de ganado se hace acorde a aquellos animales que presentan problemas sanitarios, hembras con amplios intervalos entre partos y animales que se encuentran por debajo del promedio. Otra alternativa es la suplementación del ganado utilizando ingredientes como melaza (fuente de energía), urea (fuente de proteínas) y minerales.

#### *Fuentes de suplementación interna*

Los ganaderos de la región del Pacífico Central de Costa Rica, están iniciando a adoptar medidas mediante el cambio de fuentes de suplementación externa a fuentes de suplementación internas; sobre todo para los periodos de sequia, como por ejemplo: caña de azúcar, cratilya y residuos de cosecha (Holguín, et al. 2003). La tendencia de sustituir los insumos externos por internos en las fincas indica una reconversión de la ganadería tradicional a sistemas mayormente sustentables, sobre todo durante las épocas de sequia, lo que ayuda a depender en menor medida de los costos de los insumos externos que se compran en el mercado.

#### *Asignación de los usos de suelo en la finca*

Los sistemas ganaderos sostenibles inician con una buena planeación, asignando un adecuado uso del suelo de acuerdo a su capacidad. Para esto, se requiere de la protección y cercado de las áreas de recarga acuífera para evitar el ingreso de los animales y favorecer la infiltración del agua, en las laderas con pendientes mayores a un 30% utilizadas para el pastoreo deben realizarse practicas conservacionistas como rotación de potreros y buen control

de la carga animal. Las áreas con pendientes mayores a un 60% no deben utilizarse para el pastoreo sino dedicarse a la reforestación o regeneración natural (Méndez, 2008).

#### *Acciones para enfrentar la reducción de lluvias*

Durante la época de sequía prolongada, se debe cuidar la provisión de agua en las fincas, por medio de estrategias naturales y de almacenamiento considerando el tamaño del hato y sus características tomando en cuenta el consumo diario de agua de los bovinos. Por otro lado, se deben preparar reservas de agua potable para el consumo animal mediante lagos, micro-represas o jagüeyes aprovechando las lluvias de octubre y noviembre. Así como también pensar en producir alimentos alternativos para alimentar el ganado mientras que las pasturas pasan su periodo crítico. (FEDEGAN. 2006).

#### *Rotación de potreros*

La rotación de potreros es una técnica de manejo rotacional planificada que permite aprovechar el pasto en el momento óptimo de calidad y máxima producción sin sobrepastorear el potrero. Para esto, se requieren tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- a) El periodo de descanso; tiempo necesario para que el potrero se recupere después del retiro del ganado. los pastos nativos requieren de 35 días mientras que los pastos mejorados se recuperan en 28 días.
- b) El periodo de ocupación; debe ser suficiente para que el ganado recorte el pasto aprovechando la parte mayormente digestible y mas nutritiva. Se estima que al retirar a los animales de la pastura debe quedar alrededor de 40 cm de altura.
- c) Carga animal; es el número adecuado de animales que deben pastorear el potrero durante un periodo de ocupación determinado. Esta se expresa como unidades animal por hectárea (UA/ha) donde una unidad animal equivale a 400 kg de peso vivo. (Méndez, 2008).

## *Aprovechamiento de frutos de leguminosas arbóreas*

Algunas especies arbóreas que se pueden utilizar para la alimentación del ganado durante la época seca son: algarrobilloo campano (*Pithecellobium saman*); trupillo o algarrobo (*Prosopis juliflora*); aroma (*Acacia farnesiana*), presentan gran valor nutritivo debido a su alta palatabilidad, bajo contenido de humedad y alto contenido de azúcar y proteína. Según estudios, estas especies alcanzan un volumen de producción por árbol entre 50 y 120 kilos de frutos por lo que son una buena alternativa para ser implementada en las fincas ganaderas (FEDEGAN. 2006).

## **2.18 Indicadores productivos en fincas ganaderas**

### **2.18.1 Carga animal por equivalentes vaca**

Para conocer si la cantidad de ganado es la adecuada para el área propuesta de pasturas se necesita conocer la carga animal, la cual indica el número de animales que posee una unidad de superficie, en este caso una hectárea. El objetivo de contar con la carga animal es conocer el número de hectáreas que se necesitan para mantener una unidad animal (UA) en un año para así poder obtener la capacidad de carga de la finca (Carrillo, 2001).

Una unidad animal (UA), se define como una vaca adulta de 400 a 450 kg de peso en gestación o mantenimiento que para satisfacer sus necesidades fisiológicas consume el 3% de su peso vivo en materia seca de forraje por día. El tomar en cuenta una unidad animal (UA) sirve como punto de partida para hacer referencia a las demás categorías de animal (novillas, toretes, terneros, toro) ya que los requerimientos energéticos varían según el sexo, la categoría, la raza y el estado fisiológico en los que se encuentre cada animal (Carrillo, 2001).

Es por esto que existen tablas de equivalencias vaca (E.V.) que se han calculado según la categoría de cada animal (Cuadro 6). Cuando se carece de registros por parte del productor, el uso de esta tabla permite realizar cálculos aproximados de carga animal solo conociendo el estado fisiológico del hato ganadero.



Cuadro 6. Tabla de equivalentes vaca (E.V.) según categoría de animal

Vaca normal	Equivalente vaca (E.V.)
Vaca normal	1
Novillas (>2 años)	0.8
Novillas (1 a 2 años)	0.7
Ternero	0.6
Toretas (1 a 2 años)	0.7
Toretas (> 2 años)	0.8
Toro	1.3

Fuente.- Carrillo, 2001

Según Carrillo (2001) la carga animal sirve para indicar parámetros como bajos porcentajes de preñez (exceso de carga), altos pesos de destete (déficit de carga), poca longevidad de las pasturas, variación de las necesidades nutricionales del ganado a través del año así como para comparar resultados entre diferentes años.

## 2.19 Percepción al cambio climático

La percepción se define como la representación que tiene la ciudadanía del problema, lo que incluye su identificación como tal, la valoración que se haga de su potencial amenaza, la importancia relativa que se le atribuya así como también las creencias y conocimientos que se manejen sobre sus causas y consecuencias. En cuanto a la percepción que tiene la sociedad sobre el cambio climático, ésta comienza a ser considerada como un problema ambiental a partir de la década de los ochenta pero comienza a tomar importancia para los investigadores y la población hasta los noventa, a partir de la relevancia que se le concedió en la Cumbre Ambiental de Rio de Janeiro en 1992, especialmente para los países más desarrollados. (Angel et al., 2009).

Según el informe del IPCC (2007), las principales causas que ocasiona el cambio climático son las emisiones de gases de efecto invernadero, generadas por diversas actividades humanas, principalmente desde el comienzo de la revolución industrial. Angel, et al. (2009) para poder obtener la percepción de los ciudadanos ante el cambio climático realizó encuestas con el objetivo de contar con una opinión pública general que pudiera hablar sobre lo que la sociedad pensaba con respecto a los principales problemas ambientales más importantes, con lo cual notó en su base de información una alta relevancia que otorgaba por mucho la sociedad

al cambio climático como el problema ambiental mas citado. De esta manera, el autor confirmó la identificación del cambio climático por parte de la población así como también la relevancia que tiene el tema con respecto a otros problemas de carácter social.

## **2.20 Definición de resiliencia**

En términos de ecología, el término de resiliencia se define como la capacidad de las comunidades y ecosistemas para absorber las perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad regresando a su estado original. . Esta teoría señala que entre mayor número de interacciones posea una comunidad o un ecosistema más complejo se volverá y mayor será su resiliencia debido a los mecanismos auto reguladores con los que cuenta (Common, et al. 2008).

## **3 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO**

### **3.1 Provincia de Guanacaste**

Guanacaste se encuentra localizado en el bosque seco tropical (bs-T) (Holdridge et ál., 1971) dentro de las coordenadas 10°28'29" Norte y 85°21'37" Oeste con una extensión territorial de 10.141 km<sup>2</sup>. Limita al norte con Nicaragua, al este con la provincia de Alajuela, al sur con la provincia de Puntarenas y al sur con el Océano Pacífico. Los suelos son de textura variada que van desde vertisoles en las llanuras hasta alfisoles en las partes altas de la Península de Nicoya y los inceptisoles en la Cordillera de Tilarán. En la planicie, de constitución aluvial, se encuentran los suelos más fértiles de la región, donde predomina la agricultura y producción de carne de carácter extensivo.

El clima de la región es tropical seco con dos épocas bien definidas. La época seca que inicia a mediados de noviembre y finaliza a mediados de mayo y la lluviosa que comienza a mediados de mayo y concluye a mediados de noviembre. La precipitación anual promedio oscila entre los 1.500 y 2.000 mm, con una humedad relativa de un 78%. El régimen de lluvias genera gran abundancia de agua en toda la región durante la época lluviosa y un significativo déficit hídrico en la época seca, lo que provoca que los ríos, riachuelos y nacientes de agua disminuyan o pierdan su caudal, afectando la actividad agropecuaria. La temperatura

promedio es de 27° C, alcanzando cifras máximas de 36 °C en los meses secos y una mínimas de 16° C.

Fisiográficamente se distinguen **tres unidades** que pueden representar las principales condiciones climáticas de la zona: la unidad continental constituida por **la Cordillera de Guanacaste y la Cordillera de Tilarán** con una altitud media de 1000 msnm, la unidad peninsular que comprende **las penínsulas de Santa Elena y Nicoya** con una altura media de 300 msnm y **la unidad de la depresión del Tempisque**, que es una zona llana con alturas medias de 30 msnm.

La zona de estudio comprende los cantones de Hojancha, Tilarán y Bagaces por tener condiciones climáticas distintas debido a la influencia de los vientos alisios y la variabilidad que existe en la orografía del lugar (Cuadro 7). Dichos cantones se diferencian por presentar diferentes valores en altitud, precipitación y temperatura anual representando múltiples microrregiones climáticas como se puede observar en el siguiente cuadro:

*Cuadro 7. Caracterización climática para tres regiones de Guanacaste, 2010*

	<b>HOJANCHA</b>	<b>TILARAN</b>	<b>BAGACES</b>
<b>Ubicación</b>	Unidad Peninsular	Unidad Continental	Depresión del Tempisque
<b>Altitud (msnm)</b>	350	564	80
<b>Precipitación (mm)</b>	2116	1900	1517
<b>Temperatura máx. (°C)</b>	33	27.2	33
<b>Temperatura min (°C)</b>	22.6	19.3	22.1
<b>Días con lluvia (días)</b>	133	164	89
<b>Coordenadas</b>	10°03'32" LAT. N 85°25'10" LONG. O	10°28'18" LAT. N 84°58'09" LONG. O	10°31'45" LAT. N 85°15'35" LONG. O

### 3.1.1 Cantón de Hojancha

**Hojancha** es un cantón de la provincia de Guanacaste en el Pacífico Norte de Costa Rica, se ubica en las estribaciones montañosas de la península de Nicoya. Limita al este y al sur con el cantón de Nandayure y el Océano Pacífico; al oeste y al norte con el cantón de Nicoya; tiene una extensión de 26.140 hectáreas y está conformado por cuatro distritos: Hojancha, Monte Romo, Puerto Carillo y Huacas. Las coordenadas geográficas del cantón de Hojancha son: 9° 58' 38" latitud norte y 85° 24' 39" longitud oeste.

La topografía del cantón se caracteriza por ser de terrenos moderadamente ondulados, con pendientes fuertes (pendiente promedio del 45%). Hojancha está comprendida dentro del complejo de Nicoya, el cual está formado por varios tipos de suelos de origen ígneo y sedimentario. Gran parte de la zona se encuentra en la cuenca del río Nosara, cuyos suelos se clasifican como alfisoles o inceptisoles (CATIE, 1982).

### 3.1.2 Cantón de Tilarán

**Tilarán** es un cantón ubicado en la zona montañosa al extremo este de la provincia de Guanacaste (Costa Rica), específicamente en la Sierra Minera de Tilarán. Consta de siete distritos: Central, Líbano, Los Ángeles, Tronadora, Arenal, Quebrada Grande y Tierras Morenas. Las coordenadas geográficas medias del cantón de Tilarán están dadas por 10° 29' 58" latitud norte y 84° 54' 26" longitud oeste. La anchura máxima es de cuarenta y cuatro kilómetros, en dirección noroeste a sureste, desde la unión del río Corobicí y Quebrada Peñasco hasta la confluencia del caño Negro y el río San Gerardo. El sistema fluvial del cantón Tilarán, corresponde a las vertientes del Pacífico Norte y del Caribe. El cantón Tilarán está constituido geológicamente por materiales de los períodos Terciario y Cuaternario, siendo las rocas volcánicas del Terciario las que predominan en la región.

Las elevaciones, en metros sobre el nivel medio del mar, del centro urbano de los distritos del cantón son las siguientes: Ciudad Tilarán 564, Villa Quebrada Grande 725, Villa Tronadora 600, Villa Ángeles 432, Villa Líbano 280, Villa Tierras Morenas 685 y Villa Arenal 620.

### **3.1.3 Cantón de Bagaces**

**Bagaces** es un cantón ubicado, en la provincia de Guanacaste. Limita al norte con la provincia de Alajuela, específicamente con el cantón de Upala. Su cabecera es la ciudad de Bagaces. Comparte límites con Liberia, Carrillo, Cañas, Nicoya y en una pequeña porción con Santa Cruz y Tilarán. Las coordenadas geográficas medias del cantón Bagaces están dadas por 10° 30' 38" latitud norte y 85° 14' 22" longitud oeste. La anchura máxima es de cincuenta y siete kilómetros, en dirección norte y sur, desde la naciente del río Salto hasta la confluencia de los ríos Tempisque y Bebedero. El cantón Bagaces está constituido geológicamente por materiales de los períodos Terciario y Cuaternario; siendo las rocas volcánicas del Cuaternario las que predominan en la región.

El sistema fluvial del cantón Bagaces, corresponde a la vertiente del Pacífico, el cual pertenece a las cuencas de los ríos Bebedero y Tempisque. Las elevaciones, en metros sobre el nivel medio del mar, del centro urbano de los distritos del cantón son las siguientes: Ciudad Bagaces 80, Villa Fortuna 430 y Villa Guayabo 550.

### **3.1.4 Trabajo de Campo**

Para el presente estudio, se tomó como referencia el periodo comprendido entre junio del 2009 y abril del 2010 en Guanacaste por presentarse un verano seco muy prolongado (8 meses) para todo el Pacífico Norte de Costa Rica debido al fenómeno meteorológico de El Niño (ENOS) en el que hubo un déficit de agua de hasta un 35% para toda la zona del Pacífico Norte según reportes del IMN (2010) y a los cuales los sistemas de producción de carne y leche emplearon diferentes medidas de adaptación a través de estrategias de manejo (Anexo 1).

Se hizo un reconocimiento de la zona con información secundaria para el diseño del trabajo de campo y se seleccionaron informantes clave en los Ministerios de Agricultura y Ganadería (MAG) para tres cantones de Guanacaste: Hojancha, Bagaces y Tilarán (Figura 1).

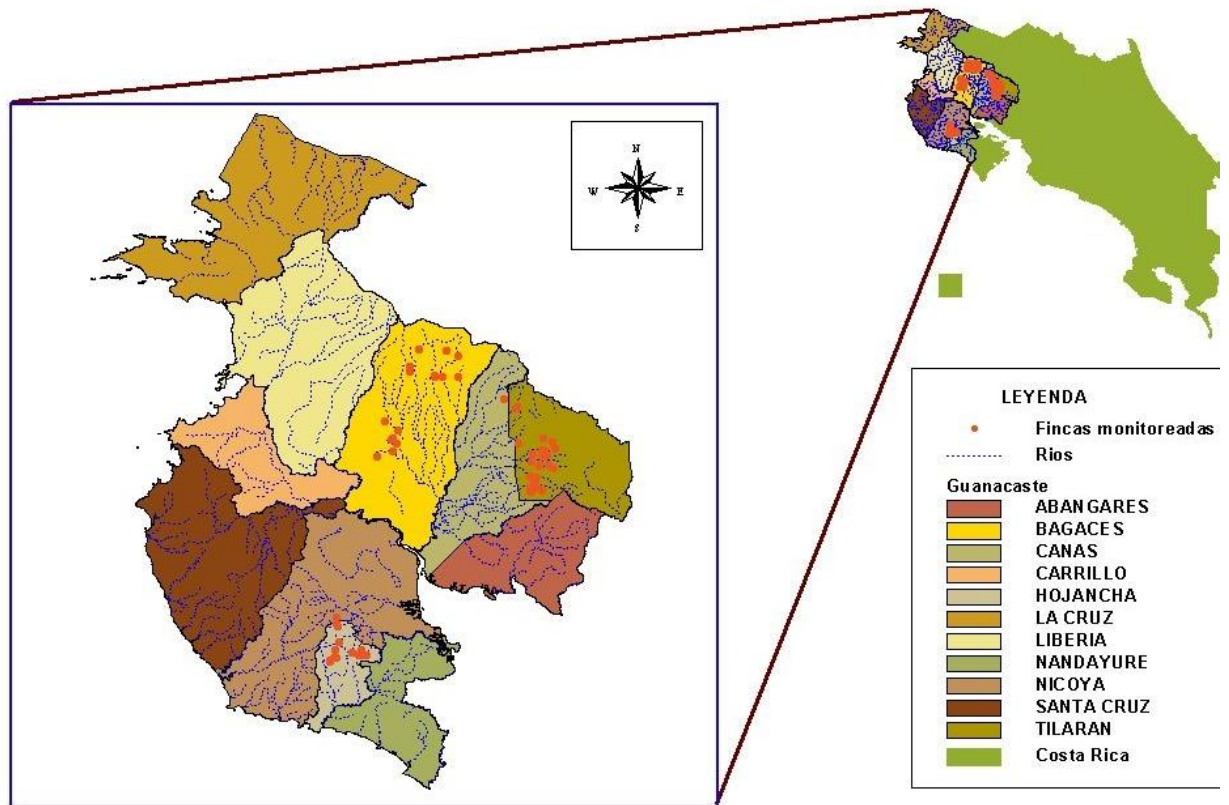


Figura 1. Ubicación de las fincas monitoreadas en la zona de estudio, Guanacaste, 2010.

## 4 METODOLOGÍA

### 4.1 Etapas del trabajo: percepción local al cambio climático

#### 4.1.1 Documentación de datos climatológicos

Se realizó una revisión literaria de los eventos extremos climáticos que afectan la región del Pacífico Norte de Costa Rica en base a datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN). Dicha región se caracteriza por contener una importante concentración ganadera la cual en años anteriores ha sido castigada por sequías o veranos prolongados que en su mayoría coinciden con el fenómeno meteorológico de ENOS (El Niño Oscilación del Sur) la cual se ha identificado como la principal fuerza de variabilidad climática que se conoce a gran escala.

### **4.1.2 Selección del tipo de muestreo**

El tipo de muestreo que se utilizó fue el de muestreo estratificado; acorde con los pasos metodológicos seguidos por Vignola (2010) en su estudio. De tal manera que se entrevistaron fincas en tres regiones de Guanacaste, las cuales tenían como actividad principal la ganadería bajo producción de carne, leche y doble propósito. Para esto, se tomaron en cuenta superficies no menores de 7 hectáreas (ha) y no mayores de 633 hectáreas (ha) en producción; debido a recomendaciones por parte de una junta previa de comité e información revisada por parte de encuestas anteriores realizadas en la región de Chorotega (MAG, 2000).

### **4.1.3 Diseño de la entrevista semi estructurada**

Una vez revisada la información en los estudios de Marshall et ál., (1995); Atkinson et ál., (1994); Proyecto GEF (2007); Atkinson et ál., (1994) y GAMMA (2009) y mediante la participación y discusión de una reunión de comité se diseñó una entrevista semi estructurada (Anexo 2) con el objetivo de obtener información con respecto al manejo por parte de los productores hacia sus fincas.

#### **La entrevista permitió recolectar la siguiente información:**

1. Datos generales de la finca: ubicación, sistema de producción y área total.
2. Datos técnicos en el manejo de la finca: distribución del uso del suelo, composición del hato ganadero por edad, suplementación del hato, estrategias de adaptación en el verano, condición corporal en verano.
3. Datos de percepción a cambio climático: comportamiento de temperatura, precipitación, vientos, condición corporal del ganado y disponibilidad de agua en ríos y quebradas durante el verano.
4. Datos de infraestructura y maquinaria: cantidad de comederos, bebederos, pozos, aguadas y equipos para el manejo del hato ganadero.
5. Datos de falta de adopción de sistemas silvopastoriles: principales motivos por parte de los productores para la falta de adopción de los sistemas silvopastoriles en las fincas.

El objetivo de la entrevista fue la de obtener información útil sobre la percepción de los productores con respecto a la variación climática para un periodo de no más de 20 años atrás (1990-2010), tomando en cuenta factores como la duración del periodo de verano, la distribución e intensidad de la precipitación, temperatura, vientos y el nivel de agua de los ríos, ojos de agua y/o pozos.

#### **4.1.4 Captura de la información**

Para el procesamiento y homogenización de las respuestas de los productores; se capturó la información y se construyó una base de datos preliminar en Excel que fue analizada con un programa estadístico, InfoStat<sup>3</sup>

#### **4.1.5 Análisis de la percepción local de los productores**

Siguiendo la metodología que empleó Sepulveda (2008) en Costa Rica, se obtuvo por medio de 87 entrevistas semi estructuradas la percepción que tienen los productores en Guanacaste con respecto a los cambios en la temperatura, las lluvias, los vientos y el periodo de verano así como también sobre un posible incremento de plagas y/o enfermedades durante la época de verano tomando en cuenta los cantones de Hojancha, Bagaces y Tilarán.

Al mismo tiempo se consiguió información por parte del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) a través de las estaciones meteorológicas más cercanas a los tres cantones de estudio. También se analizó el nivel y la distribución de la precipitación anual recopilando una línea base de los últimos 33 años (1975-2008) la cual posteriormente se comparó con el último año de presencia del fenómeno meteorológico de “El Niño” (ENOS), el cual inicio en junio del año 2009 y terminó en junio del año 2010.

Para conocer la veracidad de la percepción que tienen los productores, se realizó una comparación entre sus respuestas y los datos climatológicos obtenidos por parte del Instituto Meteorológico Nacional (IMN). También se enumeraron las tres principales medidas de

---

<sup>3</sup> InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba



manejo que los productores de Hojancha, Bagaces y Tilarán prefieren realizar para mitigar el efecto que ocasiona un verano prolongado en sus fincas.

En resumen, los pasos que se siguieron para obtener y analizar la percepción por parte de los productores fue la siguiente:

### **Pasos del trabajo de percepción local:**

1. **Diseño de la entrevista;** se realizó con el apoyo de una junta que se tuvo previamente a la fase de campo con el comité, llegando a un acuerdo sobre los datos necesarios para analizar los diversos sistemas de producción. Estos consistan en datos generales de la finca, manejo, infraestructura, percepción al cambio climático, descripción del hato ganadero, tecnologías y adaptación al cambio climático.
2. **Selección del periodo y del sitio de evaluación;** por medio de información oportuna con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), se seleccionó aquella provincia que contaba con un mayor manejo de ganadería así como también que estuviera siendo castigada por variaciones en el clima en los últimos años.
3. **Selección del tipo de muestreo;** dentro de la provincia seleccionada se escogieron 3 diferentes cantones de estudio para minimizar la variabilidad que pudiera existir en la zona de estudio.
4. **Indagación de la percepción;** se obtuvo mediante 87 entrevistas semi estructuradas que se realizaron en los tres cantones de estudio de manera aleatoria.
5. **Documentación de datos climatológicos;** esto se realizó con el apoyo y la información del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) para conocer los registros de la variación del clima en años atrás así como también las proyecciones a futuro.

6. **Análisis y discusión de la percepción local de los productores;** se realizó una vez obtenida la información por parte de los productores así como también de las estaciones meteorológicas más cercanas a cada zona de estudio y modelos de predicción por parte del IMN.

## **4.2 Etapas del trabajo: análisis de las medidas de mitigación a cambio climático**

### **4.2.1 Clasificación de los estratos de fincas**

Una vez que se obtuvo información de las fincas en Hojancha, Tilarán y Bagaces, se conformaron grupos dependiendo el nivel de intensificación en el manejo de cada una de ellas. Las características que se buscaron diferenciar en cada uno de los grupos fueron las siguientes:

- a) ***Sistema de producción intensiva;*** fincas que cuentan con pasturas mejoradas, árboles con densidades mayores a 30 arb/ha y bancos forrajeros de corte y acarreo así como también suplementación durante el verano.
- b) ***Sistema de producción semi intensiva;*** fincas que cuentan en menor medida con pasturas mejoradas, árboles con densidades mayores a 30 arb/ha y bancos forrajeros de corte y acarreo así como también emplean una menor cantidad de suplementación durante el verano
- c) ***Sistema de producción extensiva;*** fincas que utilizan grandes superficies de tierra y no cuentan con establecimiento de pasturas mejoradas bancos forrajeros y/o áreas con densidades de árboles mayores a 30 arb/ha.

### **4.2.2 Identificación de descarga de los animales**

Con el motivo de buscar anomalías en la salida normal de animales durante un año con y sin presencia del fenómeno meteorológico de El Niño (ENOS) se identificó el mercado local donde se comercializan los animales en pie una vez que salen de las fincas. Esto, por medio de revisión bibliográfica, visitas e información obtenida con los productores a través de las entrevistas.

### 4.2.3 Análisis de descarga de animales

Siguiendo con el paso anterior para estimar el nivel de descarga de las fincas se tomó en cuenta el número de animales vendidos entre el año 2010 y el año 2008 y se realizó una relación de ventas, para que todo valor superior a 1 indicara que hubo más ventas en el 2010 que en el 2008 bajo el argumento de que las tendencias de matanza para las subastas de Guanacaste presentaron un incremento anormal debido al ajuste de carga animal como estrategia de los productores durante el presente periodo prolongado de sequia.

$$\% \text{ Descarga: (ventas animales 2010 / ventas animales 2008)}$$

Donde:

Todo valor  $>$  a 1 indica un salida mayor de animales

Todo valor  $=$  a 1 indica una misma salida de animales

Todo valor  $<$  a 1 indica una salida menor de animales

### 4.2.4 Tipificación de fincas

Con las visitas de campo en fincas y la información obtenida, se determinaron variables importantes para la tipificación o caracterización de las fincas, las cuales fueron las siguientes:

#### *Variables de uso de suelo*

Estas variables permitieron conocer cuál era la distribución del uso del suelo actual, constituidas por el área dedicada a pasturas naturalizadas y/o mejoradas, bancos forrajeros, plantaciones maderables y áreas de conservación, las cuales en su conjunto representan el tamaño total de la finca.

### *Variables de producción*

Para la obtención del valor de carne en unidades animales por hectárea (UA/ha), se emplearon los coeficientes de equivalentes vaca (EV), en la cual las diferentes categorías del animal reciben un coeficiente determinado, partiendo que una unidad animal (UA) es igual a 400 kg de peso vivo y que consume el 3% de su peso vivo en materia seca de forraje por día. Esto debido a que la gran mayoría de las fincas encuestadas no lleva un control de los registros de su hato ganadero.

### *Variables de suplementación*

Para la obtención del valor de suplementación (kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) se estandarizaron a kilogramos la cantidad de concentrado, melaza, pollinaza y sal mineral que los productores empleaban en un día durante la época de verano según la categoría de los animales. Al mismo tiempo, se utilizaron los costos actuales de los suplementos de la región de Chorotega (Cuadro 8) para estimar el gasto en dólares de cada animal en un día (\$ vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>).

*Cuadro 8. Costos de suplementación para la región de Chorotega (USD)*

Suplementación	Presentación (kg)	Precio (\$)	Precio unitario (\$/kg)
Concentrado	46	14.70	3.12
Melaza	330	62.59	5.27
Sal mineral	46	35.72	1.28

\*Tipo de cambio 1 (USD) = 507.700 (CRC) (29 de noviembre del 2010)

Fuente: GAMMA, 2009

### *Variables de disponibilidad de agua*

Para la obtención del valor de disponibilidad de agua ( $m^2/UA$ ), se tomó en cuenta el valor en área de bebederos fijos y móviles con los que cuentan las fincas y se dividió entre la cantidad de unidades animales.

### *Variables de descarga de animales*

Para identificar una anomalía dentro de los patrones normales de salida de animales para cada finca, se tomó en cuenta el año anterior a la presencia del fenómeno meteorológico de El Niño (ENOS), así como también el presente año, en el cual hubo presencia evidente del fenómeno en la zona. Para esto, se tomaron en cuenta solo aquellos productores que tenían registros de venta del año 2008 y año 2010 durante el verano.

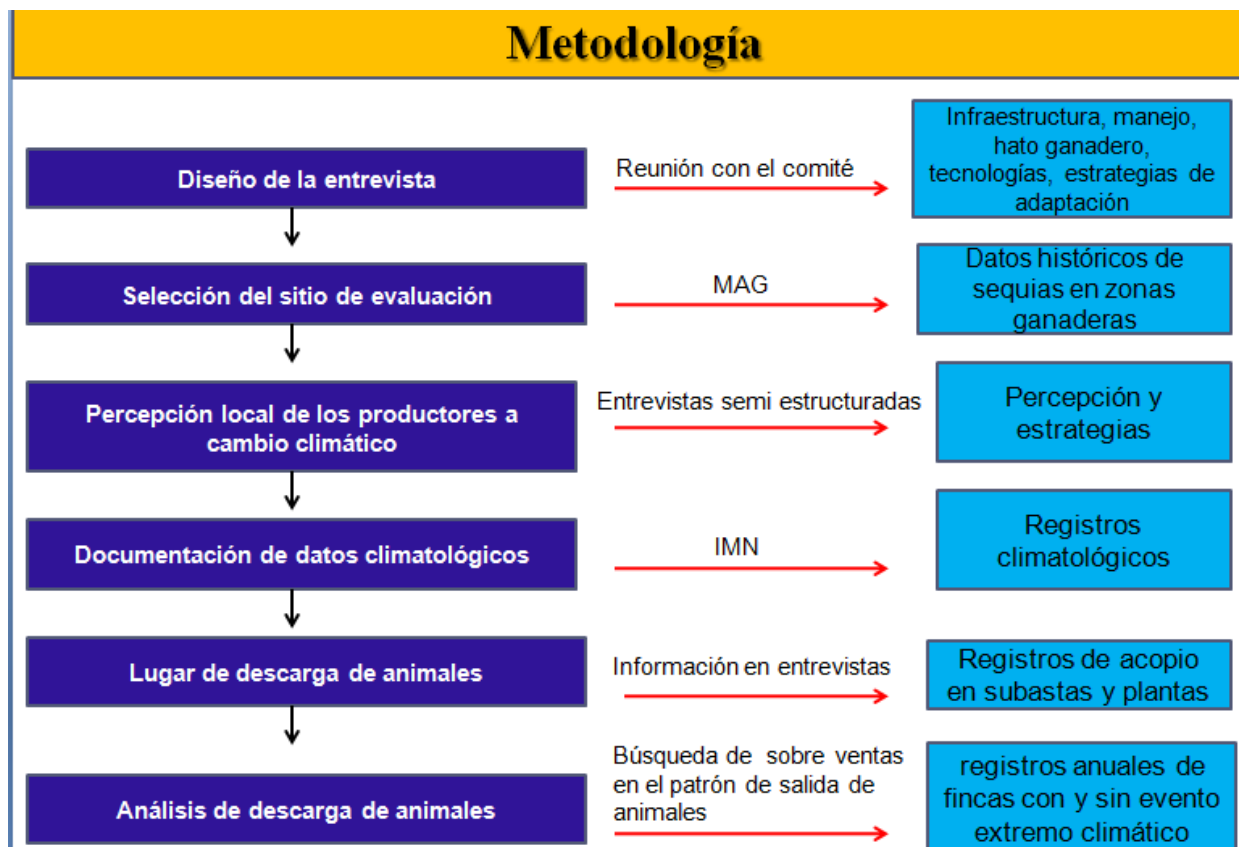


Figura 2. Etapas de la metodología del estudio.

#### 4.2.5 Elaboración del índice de resiliencia a veranos prolongados

De acuerdo a la revisión bibliográfica y en coordinación con el comité se seleccionaron variables cuantitativas clave que podrían explicar el comportamiento de la salida de los animales de las fincas. Estas variables fueron tomadas en cuenta para realizar un análisis de regresión lineal por *stepwise* con el fin de conocer cuáles eran mayormente significativas para la realización de un modelo en base al porcentaje de descarga de animales de cada una de las fincas. Posteriormente, estas variables fueron llevadas a intervalos de valores entre 0 y 1 con el objetivo de obtener una ponderación única acorde con las características que presentaban cada una de las fincas durante su manejo en el verano.

Por último, por medio de un análisis de varianza y un gráfico biplot por componentes principales, se buscaron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes tipologías de fincas en función del índice de resiliencia propuesto para su evaluación (Figura 3).

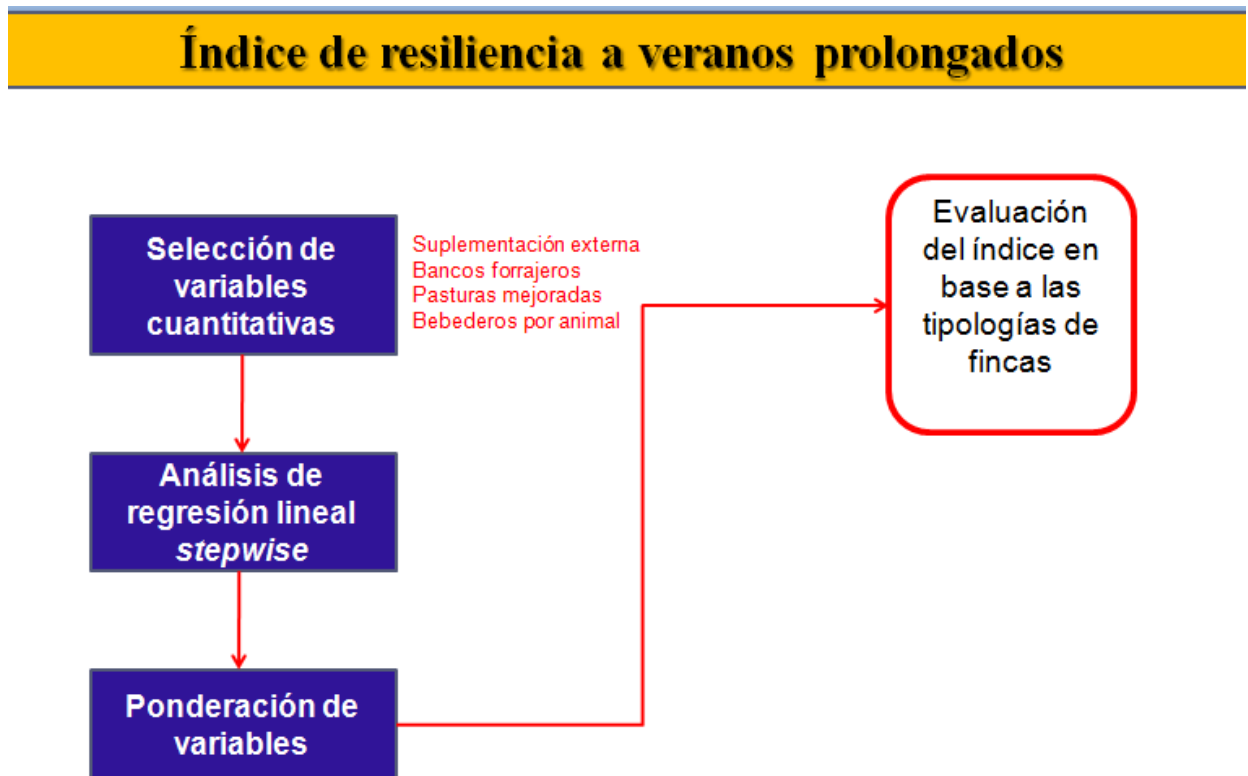


Figura 3. Pasos para la elaboración del índice de resiliencia a veranos prolongados.

#### 4.2.6 Análisis estadístico de la información

El programa estadístico para el análisis de la información fue InfoStat (2010).

##### *Análisis de conglomerados*

El primer análisis que se realizó fue un análisis de conglomerados de las fincas en función de las variables de uso de suelo, producción, suplementación, disponibilidad de agua y descarga animal mediante el método de agrupamiento de Ward y distancia euclídea. Después de obtener los grupos a través del análisis de conglomerados, se efectuó un análisis de varianza (ANDEVA) para determinar las variables que influyeron en la separación de los mismos, así como también sus promedios para la caracterización.

##### *Análisis del nivel de descarga*

Se realizó una prueba “t” de medias para buscar diferencias significativas, tomando en cuenta el diferencial en el porcentaje de descarga entre dos periodos de tiempo (2010 y 2008), en términos de salida de animales provenientes de las fincas, bajo la siguiente hipótesis:

$$H_0: \mu = 1$$

$$H_1: \mu \neq 1$$

##### *Análisis de regresión lineal por stepwise*

Se realizó un análisis de regresión lineal entre el nivel de descarga y la proporción de bancos forrajeros, pasturas mejoradas y naturales con alta cobertura arbórea, suplementación y disponibilidad de bebederos por unidad animal que poseen las fincas (Cuadro 9)

Cuadro 9. Lista de variables seleccionadas para el análisis de regresión lineal

Variable	Descripción	Unidad
<b>Variables dependientes</b>		
% Descarga	Diferencial de ventas en finca	%
<b>Variables independientes</b>		
Pna	Pastura nativa con más de 30 árboles por hectárea	(ha Pna/Área)*100
Pma	Pastura mejorada con más de 30 árboles por hectárea	(ha Pma/Área)*100
Bf	Superficie con bancos forrajeros	(ha Bf/Área)*100
Beb	Bebederos	m <sup>2</sup> / UA
Suple	Costo de suplementación por vaca	(\$ vaca <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )

El método *stepwise* usado para realizar la selección del modelo de regresión lineal se consideró con un valor de probabilidad para la entrada y salida de variables  $p < 0.15$ . Debido a que las variables se presentan en diferentes unidades de medición, se realizó una transformación a índices llevando los valores a intervalos de 0 a 1 para la homogeneidad de los resultados. Los estimadores que se usaron para determinar la efectividad del modelo fueron el valor cuadrado medio del error (CME) y el error cuadrático medio de predicción (ECMP).



## **5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **5.1 Descripción de los sistemas de producción en Guanacaste**

#### **5.1.1 Cantón de Hojancha**

Para el cantón de Hojancha se encontraron 25 fincas (88%) dedicadas a la producción de carne y 4 fincas (14%) al sistema de doble propósito. No se identificó ninguna finca con especialización solo para producción de leche. Las fincas comprenden un área de superficie total de 10.5 ha como mínimo y 107 ha como máximo, teniendo como promedio  $43.78 \pm 5.58$  ha, dato ligeramente mayor acorde con el último censo ganadero reportado de hace 10 años (Anexo 3). La mayoría de los productores entrevistados se encuentran en los distritos de Hojancha, Maravilla, Carrillo, San Miguel, Río Oro y San Rafael.

#### **5.1.2 Cantón de Bagaces**

Para el cantón de Bagaces se encontraron 20 fincas (67%) dedicadas a la producción de carne y 10 fincas (33%) al sistema de doble propósito. No se identificó ninguna finca con especialización solo para producción de leche. Las fincas comprenden un área de superficie total de 9 ha como mínimo y 380 ha como máximo, teniendo como promedio  $60.61 \pm 14.78$  ha, dato ligeramente menor acorde con el último censo ganadero reportado de hace 10 años (Anexo 3). La mayoría de los productores entrevistados se encuentran en los distritos de Bagaces, Guayabo, Mogote, Llanos de Cortés, la Fortuna y San Isidro.

#### **5.1.3 Cantón de Tilarán**

Para el cantón de Tilarán se encontraron 22 fincas (79%) dedicadas a la producción de carne, 4 fincas (14%) al sistema de doble propósito y 2 fincas (7%) con especialización para producción de leche. Las fincas comprenden un área de superficie total de 8 ha como mínimo y 350 ha como máximo, teniendo como promedio  $83.03 \pm 17.08$  ha, dato que indica un incremento de casi el doble en cuanto al área de fincas acorde con el último censo ganadero reportado de hace 10 años (anexo 3). La mayoría de los productores entrevistados se encuentran en los distritos de Tilarán, Líbano, Maravilla, Tierras Morenas, Quebrada Grande, Cuatro Esquinas y los Ángeles.

## **5.2 Percepción local al cambio climático**

La percepción se define como la representación que tiene la ciudadanía del problema, lo que incluye su identificación como tal, la valoración que se haga de su potencial amenaza, la importancia relativa que se le atribuya así como también las creencias y conocimientos que se manejen sobre sus causas y consecuencias (Angel et al., 2009).

De acuerdo con la metodología seguida por diversos autores como Sepulveda (2008) en Nicaragua y Vignola (2010) en Costa Rica; la percepción a cambio climático en este trabajo se obtuvo en base a entrevistas semi estructuradas que se realizaron a los productores con lo cual se logró tener una idea representativa sobre la población.

La percepción de los productores aquí descrita se logró en base a 87 entrevistas realizadas durante la fase de campo en la zona de estudio. El objetivo fue investigar la percepción que tienen los productores con respecto al cambio climático en los cantones de Bagaces, Hojancha y Tilarán para luego realizar una comparación con los datos proporcionados por parte del Instituto Meteorológico Nacional (IMN).

Para esto, se hicieron preguntas tomando en cuenta un periodo de nomas de 20 años atrás (1990-2010) con lo cual se indagó información sobre el comportamiento de la temperatura, la temporada de lluvias, los vientos y el periodo de verano así como también del incremento de enfermedades durante la época de verano.

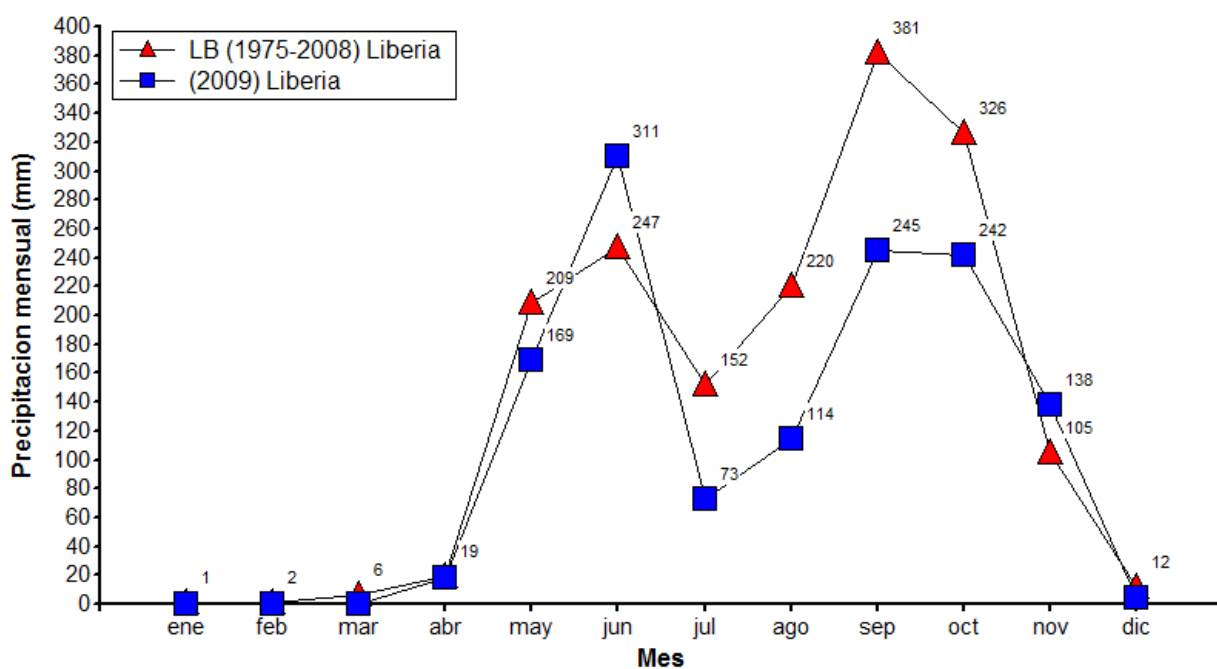
La percepción que tienen los productores sobre el cambio climático es un conocimiento que a nivel local poseen sobre cómo este les afecta el nivel de producción en sus fincas. Los resultados indican que más del 40% de los productores han notado un comportamiento descontrolado o anormal en la temporada de lluvias en los últimos años, por otro lado más del 29% opina que la temporada de sequía se ha ampliado así como también más del 29% y 45% opinan que los vientos son más fuertes y que las temperaturas se han incrementado respectivamente. Cabe mencionar que en los cantones de Bagaces y Hojancha el 57% y 45% de productores entrevistados dicen que la cantidad de agua en las quebradas y ríos de las fincas ha disminuido, mas sin embargo, en las fincas de Tilarán no se reporta una disminución por igual. En base a los resultados también se encontró que los productores perciben cierta variabilidad climática en la provincia de Guanacaste; es decir, mientras que todos afirman que

han notado cambios en el clima por igual algunos se inclinan más por algún cambio en específico como tal dependiendo el cantón en el que se encuentren. (Cuadro 10).

*Cuadro 10. Percepción de variación climática en los últimos 20 años por productores ganaderos en tres regiones de Guanacaste, 2010*

¿Cómo ha variado el comportamiento del clima en los últimos 20 años?	Bagaces (n=30) % de respuestas	Hojancha (n=29) % de respuestas	Tilarán (n=28) % de respuestas
El periodo de lluvias se ha descontrolado	40	55	82
El periodo de verano se ha ampliado	87	38	29
Los vientos son más fuertes	60	62	29
La temperatura se ha incrementado	93	100	86
El nivel de agua en las fincas ha disminuido	57	45	0

Acorde con los datos obtenidos en la estación meteorológica más cercana al cantón de Bagaces, al comparar la precipitación mensual de el año 2009 con una línea base compuesta por los últimos 33 años (1975-2008), se logró identificar un déficit importante de lluvia a partir del mes de Junio, afectando principalmente el veranillo (julio-agosto) y el segundo periodo lluvioso (agosto-diciembre) acorde con los datos de precipitación promedio para la región del Pacífico Norte (Figura 4).



*Figura 4. Distribución de la precipitación mensual de Liberia durante el año 2009 en comparación con la línea base (1975-2008; IMN, 2010).*

La estación meteorológica más cercana al cantón de Hojancha es la que se encuentra en Nicoya, y al realizar el mismo tipo de análisis se determinó un comportamiento similar en el déficit de precipitación en Liberia durante el año 2009, iniciando en el mes de abril y afectando en mayor medida el primer (abril-agosto) y segundo periodo lluvioso (agosto-diciembre) acorde con los datos de precipitación promedio para la región del Pacífico Norte (Figura 5).

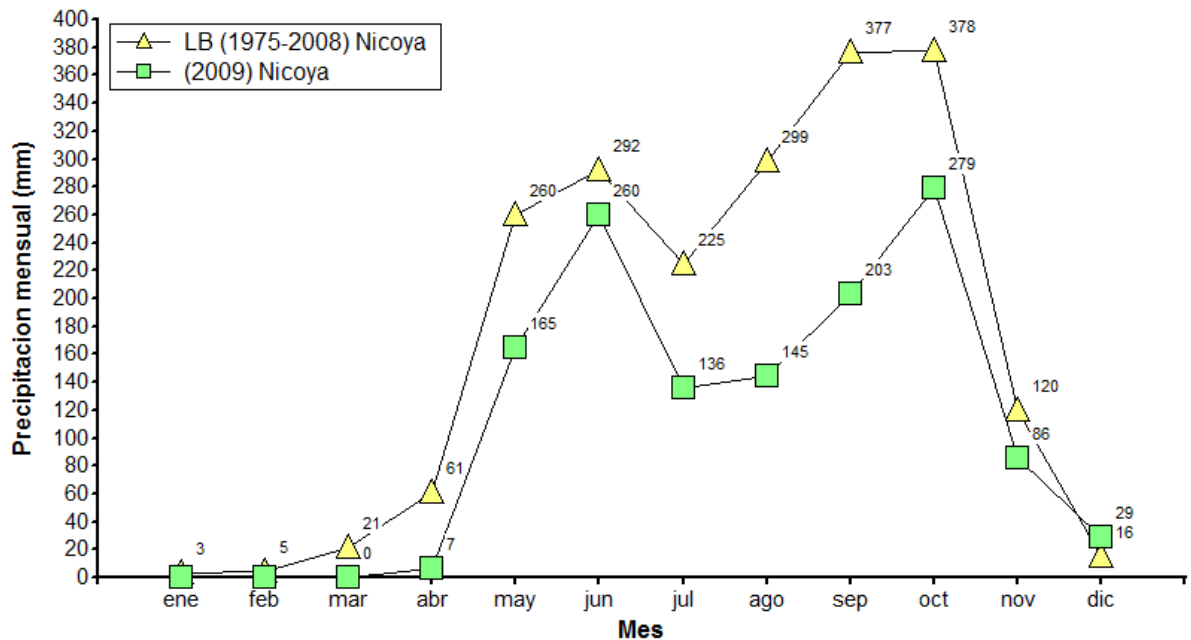


Figura 5. Distribución de la precipitación mensual de Nicoya durante el año 2009 en comparación con la línea base (1975–2008; IMN, 2010).

La estación meteorológica que se encuentra en el cantón de Tilarán no tiene el registro de los datos completos de precipitación anual debido a una falta de funcionamiento de la estación como tal para años anteriores, por lo que no se pudieron obtener los datos necesarios para realizar el análisis.

Si también tomamos en cuenta las proyecciones climáticas del modelo PRECIS<sup>4</sup> que maneja el IMN, nos daremos cuenta que existen predicciones que indican que la precipitación anual disminuirá en toda la región del Pacífico Norte con niveles de reducción entre el 13 y el 24%, la zona del Golfo de Nicoya será la más afectada y la menos afectada será la zona

<sup>4</sup> Los resultados del modelo PRECIS fueron calculados para dos periodos, uno del clima actual (1961-1990) y otro del clima futuro (2071- 2100)

montañosa de la Cordillera de Tilarán y el sur de la Península de Nicoya donde las reducciones comprenderán solo entre un 2 y 18% (Figura 6).

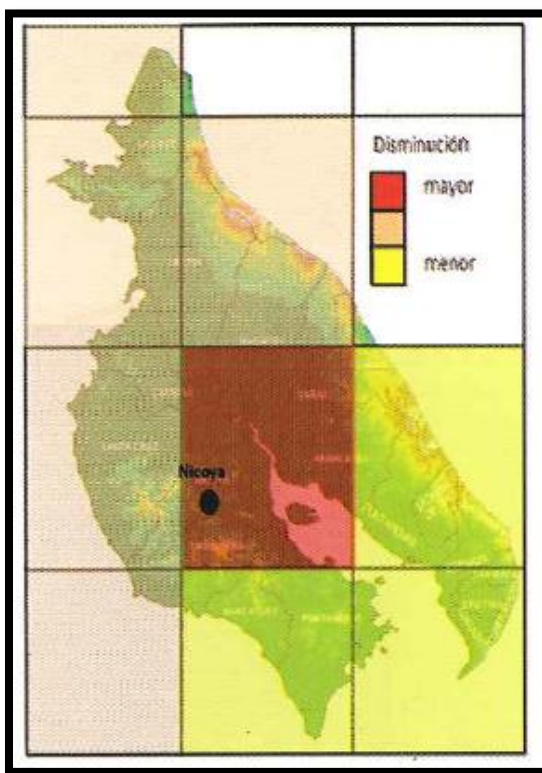


Figura 6. Escenarios de cambio climático para el Pacífico Norte de Costa Rica (IMN, 2009).

En cuanto a las predicciones de cambios de temperatura bajo el mismo modelo, los resultados indican que en toda la zona se verá un aumento tanto en la máxima como en la mínima. La máxima muestra un rango de aumento desde 3 hasta 8 °C y la mínima entre 2 y 3 °C. Cabe mencionar que estos datos se encuentran ampliamente aceptados por la OMM y el IPCC. (IMN 2009)

La percepción en la variación del clima por parte de los productores de Bagaces es acertada debido a que coinciden con los incrementos de temperatura proyectados por el modelo PRECIS del IMN, así como también al notar un comportamiento anormal en niveles de precipitación tomando como ejemplo el año 2009 que cerró con un 21.7% de déficit en comparación con la línea base para los últimos 33 años (1975-2008). Este comportamiento anormal se identificó mayormente para el veranillo y el segundo periodo de lluvia coincidiendo con los pronósticos de la presencia del Fenómeno meteorológico de “El Niño” a

partir del mes de junio por parte del IMN para dicho año (Figura 7). Este cantón se caracteriza por ubicarse a 80 msnm, tener una temperatura máxima de 33°C y mínima de 22.1°C y contar con la menor precipitación promedio (1517 mm) a lo largo del año en comparación con Hojancha y Tilarán.

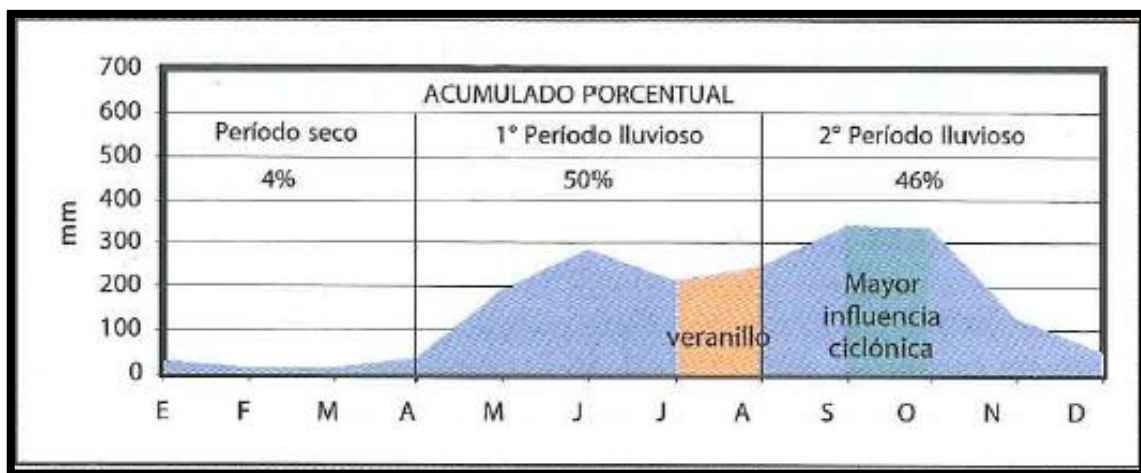


Figura 7. Precipitación promedio de la región Pacífico Norte de Costa Rica. (1961-1990; IMN, 2008).

Para el cantón de Hojancha, la percepción de la temperatura por parte de los productores es aceptada al mencionar un incremento en la temperatura anual acorde con los datos del modelo PRECIS del IMN. Por otro lado los niveles de precipitación para el año 2009 cerraron con un déficit aun mayor con un 36.2% en comparación con la línea base para los últimos 33 años (1975-2008) afectando principalmente el primer y segundo periodo de lluvias 3 meses antes (marzo) de la presencia del Fenómeno meteorológico de “El Niño” que comenzó en junio. Este cantón se caracteriza por ubicarse a 350 msnm, tener una temperatura máxima de 33 °C y mínima de 22.6 °C y contar con la mayor precipitación promedio (2116 mm) a lo largo del año en comparación con Bagaces y Tilarán.

Para el cantón de Tilarán la percepción de los productores en cuanto a un incremento en la temperatura es acertada según los datos del modelo PRECIS del IMN. La distribución en los niveles de precipitación no pudo ser comparada debido a una falta de información en el registro de los últimos 33 años por parte de la estación meteorológica localizada en la zona. Este cantón se caracteriza por ubicarse a 564 msnm, tener una temperatura máxima de 27.2°C y mínima de 19.3°C y contar con una precipitación promedio de 1900 mm a lo largo del año.

En base a la información anterior, se puede decir que los productores en Guanacaste si tienen una percepción acertada en general a los cambios que existen en el clima así como también a la variabilidad de la misma dependiendo del lugar en el que se encuentren

Resultados similares se han encontrado por parte de Sepulveda (2008) en Costa Rica; al señalar que un alto porcentaje de productores ganaderos en Costa Rica (34%) han observado un cambio en la temperatura (intensidad del frío y del calor); así como también un 52% han notado alteraciones en la duración de la época seca y lluviosa.

Aguilar et ál. (2005) menciona que se han dado cambios trascendentales en la precipitación y temperatura den Centro América señalando una tendencia de calentamiento en general. Así como también Neelin et ál. (2006) afirma que la amplitud de la precipitación en general ha disminuido, de tal forma que existe una tendencia hacia el incremento de veranos prolongados.

Periodos secos prolongados y fuertes lluvias conllevan pérdidas agrícolas importantes, desalojo de ganado, situaciones económicas críticas, aumento de incendios forestales, degradación del suelo y efectos colaterales de pobreza (Retana, 2001).

No obstante, existen estudios que indican la importancia de la sombra de los árboles para mejorar el bienestar del ganado ya que ayudan a reduciendo el estrés por calor favorecen una mayor ingesta voluntaria de materia seca por parte de los animales (Restrepo, 2002; Souza de Abreu, 2002; Betancourt et ál., 2003).

Estudios en el trópico seco de Nicaragua (Betancourt et ál., 2003, Restrepo et ál., 2004) han notado incrementos entre un 9% y 29% en la producción de leche con potreros bajo sombra de árboles dispersos en comparación con potreros que carecían de árboles . También se encontró que el pastoreo de animales en potreros con alta densidad arbórea incrementa el peso de los animales en comparación con potreros de baja densidad arbórea (Restrepo et ál., 2004).

Es por esto, que algunas de las especies que se recomiendan para el verano en el trópico seco son el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) que alcanza una producción de frutos de 26.4 kg/árbol, 7.5% PC y 63.3% DIVMS; Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) con una

producción de frutos de 86 kg/árbol, 13.1% PC y 67.8% DIVMS y Cenízaro (*Samanea saman*) con una producción de frutos de 36.1 kg/árbol, 15.6% PC y 71.1% DIVMS (Esquivel 2007).

Actualmente los productores conocen los problemas que puede llegar a ocasionar un año en el que se presente un verano más intenso que los anteriores o una mala distribución de lluvias en la misma y esto se confirma con el censo realizado por Flores (2006) en Guanacaste el cual señala que el primer problema para los productores para la producción de sus fincas es la mala distribución de la precipitación y el segundo es el acceso que tienen las fincas al recurso agua (Anexo 4) siendo este tipo de problemas por cambios climáticos más importantes para ellos en comparación con problemas de mercado y alimentación.

En cuanto a la percepción que tienen los productores sobre el incremento de plagas durante el verano, ellos manifiestan cierta variabilidad dependiendo de la zona de estudio; es decir, para los productores de Bagaces y Hojancha el incremento de garrapatas en los animales es relativamente alto (67% y 64% respectivamente) en comparación con los que habitan en Tilarán con un porcentaje inferior (38%), caso contrario a los problemas por murciélago al reportarse una mayor cantidad de mordeduras en los animales en Tilarán (63%) en comparación con Bagaces (33%) y Hojancha (36%) (Cuadro 11). Durante la fase de campo algunos mencionaron que el uso de azufre en la sal mineral les ha funcionado como repelente para combatir las mordeduras de los murciélagos en los animales.

*Cuadro 11. Principales plagas reportadas por los productores por efecto del cambio climático en tres regiones de Guanacaste, 2010*

	Bagaces (n=30) % de respuestas	Hojancha (n=29) % de respuestas	Tilarán (n=28) % de respuestas
Incremento de garrapatas ( <i>Boophilus spp.</i> )	67	64	38
Incremento de murciélagos ( <i>Desmodus rotundus</i> )	33	36	63



Acorde con los estudios realizados por Porter et ál. (1991) y Watson et ál. (1997) y citado por Sepúlveda (2008), los cambios en el clima pueden tener efectos indirectos que de una u otra manera podrían contribuir al incremento de plagas, parásitos y/o enfermedades en los animales. Caso similar se señala con los productores de Costa Rica y Nicaragua al momento en que perciben un aumento en el daño de las pasturas causado por diversas plagas, entre ellas la langosta, *Schistocerca* spp., la cual provoca una alta defoliación del pasto (Sepúlveda et ál., 2008)

La explicación por parte de Retana (2001), es que a medida que termina el verano y se acerca el primer periodo de lluvias, la humedad relativa en combinación con las altas temperaturas del periodo seco ocasiona ambientes bochornosos incómodos y que causan estrés para el ganado, lo que promueve condiciones para un aumento en las plagas principalmente garrapatas, gusaneras, moscas y mosquitos. Esto podría estarse presentando para los casos de incrementos de garrapatas en los cantones de Hojancha y Bagaces

Durante las entrevistas realizadas también se examinaron las principales estrategias que toman los productores con respecto al manejo de los animales durante el verano. Para el cantón de Bagaces la primera estrategia fue la de una reducción o ajuste de la carga animal y en segundo lugar el uso de suplementación tanto externa como interna para los animales; quizá esto se deba a que Bagaces es el cantón que cuenta con una menor precipitación a lo largo del año de tal manera que la restricción de producción de forraje es aún mayor en comparación con los otros dos cantones. Para Hojancha y Tilarán los resultados fueron similares siendo la primera estrategia la de suplementar a los animales y en segundo lugar reducir la carga animal.

Algunos productores también mencionaron haber optado por el alquiler de pasturas como opción para retener su ganado durante el periodo crítico del verano (Cuadro 13). Según Flores (2006) ésta es una estrategia que puede ser muy razonable para los productores que carecen de capital financiero.

*Cuadro 12. Principales medidas de manejo señaladas por los productores para mitigar el efecto de una sequía prolongada en tres regiones de Guanacaste, 2010*

	Bagaces	Hojancha	Tilarán
Medidas de manejo durante una sequía	(n=30)	(n=29)	(n=28)

prolongada	% de respuestas	% de respuestas	% de respuestas
Reducir la carga animal	48	15	32
Suplementar (insumos externos e internos)	35	73	55
Alquilar pasturas	17	11	13

De acuerdo a Rosales (2000) durante el periodo comprendido entre 1980 y 1998 el efecto de la fase cálida de El Niño (ENOS) fue el causante del aumento en el número de animales bovinos (machos, hembras y terneros) destinados al consumo local y externo. Esto se debió en gran parte a la necesidad que los productores tenían por vender sus animales para racionalizar la carga animal como alternativa de manejo durante los periodos secos. Es por tanto, que el aumento en la población de ganado de carne en los mataderos puede responder a decisiones de mercado en función de eventos climatológicos.

### 5.3 Análisis de las medidas de mitigación a cambio climático

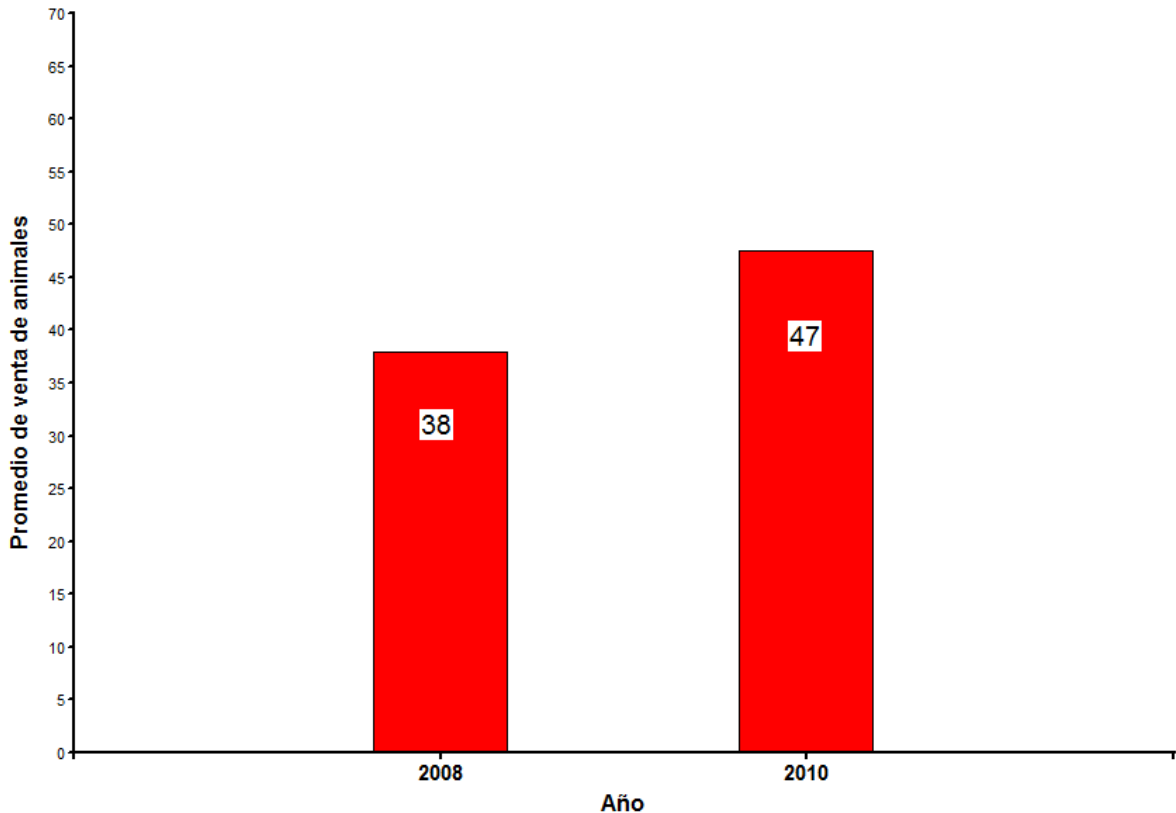
#### 5.4 Descarga de animales

De los 87 productores con los que se trabajo, solo 55 productores tenían datos de venta del 2008 y 2010, por lo tanto se realizó una relación de ventas (2010/2008), para que todo valor superior a 1 indicara que hubo más ventas en el 2010 que en el 2008. Posteriormente, se realizo una prueba “t” la cual permitió determinar que este porcentaje de ventas fue estadísticamente superior ( $P < 0.0001$ ).

#### Prueba t

Variable	n	Media	DE	LI (95)	LS (95)	T	p(Bilateral)
% ventas	55	1.18	0.28	1.10	1.25	31.23	<0.0001

La relación promedio a través de los 55 productores fue de de 1.18 indicando que las ventas fueron superiores en un 18% durante el 2010 en comparación con las del año 2008. El intervalo de confianza para el incremento de las ventas en el 2010 con un 95% de confianza indicó que el aumento estuvo entre un 10% y 25%. La diferencia promedio de venta de animales entre el 2008 y el 2010 fue de 9 animales por productor (Figura 8).



*Figura 8. Grafico de barras en función del promedio de ventas de fincas ganaderas para dos periodos de tiempo en Guanacaste, 2010.*

Siguiendo el análisis de manera cualitativa que empleo Retana (1999) al comparar la producción nacional de carne bovina en Costa Rica con las anomalías ocasionadas por veranos prolongados por El Niño (ENOS), se consiguieron los datos de matanza de animales en las plantas (Anexos 7 y 8) para los últimos 4 años. Según GAMMA (2009), la venta por medio de subastas públicas es el método más utilizado por los ganaderos para la comercialización del ganado en pie (Anexo 5). De esta manera, se logró identificar una anomalía en el comportamiento de comercialización debido a un excedente de animales que coincidió con el último periodo de verano prolongado para la región de Chorotega coincidiendo con Retana (1999) al indicar que es posible definir ciertos patrones frecuentes en las anomalías de producción de carne bovina y la fase cálida de El Niño ENOS en Costa Rica.

Acorde con los datos que se iban obteniendo de las entrevistas se corrían de manera preliminar algunos análisis exploratorios; uno de ellos fue el de correlación; en el cual se encontró una tendencia negativa o inversamente proporcional entre el porcentaje de área de pasturas mejorada de alta densidad arbórea (>30 arb/ha) y la reducción de la carga animal

como estrategia por parte de los productores durante el verano para mitigar la falta de alimento en los tres cantones de estudio. (Cuadro 12).

*Cuadro 13. Principales plagas reportadas por los productores por efecto del cambio climático en tres regiones de Guanacaste, 2010*

Correlación de Pearson	Bagaces (n=30) Coeficiente	Hojancha (n=29) Coeficiente	Tilarán (n=28) Coeficiente
% área de *pma / % descarga de animales	-0.48	-0.33	-0.22

\*pma= pastura mejorada de alta densidad arbórea (>30 arb/ha)

Las pasturas mejoradas del genero *Brachiaria* han demostrado tener gran importancia en la alimentación animal al incrementar la productividad ganadera (Holman, 2001). Ejemplo de esto ha sido el nivel de producción que se ha alcanzado en Costa Rica a partir del año 2003 con el incremento marginal de más del 55% de la producción de leche y casi el 18% de la producción de carne por la implementación de dichas pasturas. El CIAT (2003) desde 1980 hasta el 2006 ha liberado 30 variedades de forrajes tropicales en Centroamérica, la mayoría de ellas del genero *Brachiaria* demostrando la importancia en el manejo que existe con emplear pasturas de mayor calidad y con mayor adaptación a las condiciones del trópico húmedo.

## **5.5 Análisis de conglomerados**

### **5.5.1 Caracterización del grupo 1 (Fincas con producción intensiva)**

Este grupo lo componen 26 fincas (30% de las fincas muestreadas). El área promedio es de  $72.97 \pm 7.83$  ha, entre los usos de suelo el área de bosque se compone en un 15.72%, área de plantaciones maderables 1.68%, área de pasturas mejoradas de alta densidad de árboles (>30 arb/ha) 44.57%, área de pasturas mejoradas de baja densidad de árboles (<30 arb/ha) 7.83%, área de pasturas naturales de alta densidad de árboles (>30 arb/ha) 14.20%, área de pasturas naturales de baja densidad de árboles (<30 arb/ha) 13.57% y área de bancos forrajeros de corte y acarreo constituida por un 2.43% del área total de la finca.

Durante el verano destinan  $0.24 \pm 0.04$  \$ vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en lo que respecta a una mezcla de suplementación externa a la finca con concentrado, melaza y sal mineral. También dedican un área de bancos forrajeros de corte y acarreo de 0.014 ha vaca<sup>-1</sup>, mientras que el área para pasturas es de 0.69 ha entre naturales y mejoradas por animal.

El nivel de descarga fue de un 0% en base a que la salida de animales fue la misma para ambos periodos de tiempo. La carga animal fue de 1.24 UA/ha con un total de 86 animales.

### **5.5.2 Caracterización del grupo 2 (Fincas con producción semi intensiva)**

Este grupo lo componen 55 fincas (63% de las fincas muestreadas). El área promedio fue de  $32.33 \pm 2.84$  ha, entre los usos de suelo el área de bosque se compone en un 19.68%, área de plantaciones maderables 3.20%, área de pasturas mejoradas de alta densidad de árboles (>30 arb/ha) 19.90%, área de pasturas mejoradas de baja densidad de árboles (<30 arb/ha) 30.78%, área de pasturas naturales de alta densidad de árboles (>30 arb/ha) 9.70%, área de pasturas naturales de baja densidad de árboles (<30 arb/ha) 15.11%, y área de bancos forrajeros de corte y acarreo constituida por un 1.66% del área total de la finca.

Durante el verano destinan  $0.06 \pm 0.03$  \$ vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en lo que respecta a una mezcla de suplementación externa a la finca con concentrado, melaza y sal mineral. También dedican un

área de bancos forrajeros de corte y acarreo de  $0.011 \text{ ha vaca}^{-1}$ , mientras que el área para pasturas es de  $0.67 \text{ ha}$  entre naturales y mejoradas por animal.

El nivel de descarga fue de un 22% en base al incremento de salida de animales que hubo para el presente año. La carga animal fue de  $1.25 \text{ UA/ha}$  con un total de 35 animales.

### **5.5.3 Caracterización del grupo 3 (Fincas de producción extensiva)**

Este grupo lo componen 6 fincas (7% de las fincas muestreadas). El área promedio fue de  $289.50 \pm 32.70 \text{ ha}$ , entre los usos de suelo el área de bosque se compone en un 17.67%, área de plantaciones maderables 6.58%, área de pasturas mejoradas de alta densidad de árboles ( $>30 \text{ arb/ha}$ ) 13%, área de pasturas mejoradas de baja densidad de árboles ( $<30 \text{ arb/ha}$ ) 30.82%, área de pasturas naturales de alta densidad de árboles ( $>30 \text{ arb/ha}$ ) 6.80%, área de pasturas naturales de baja densidad de árboles ( $<30 \text{ arb/ha}$ ) 25.13% y área de bancos forrajeros de corte y acarreo constituida por un 0% del área total de la finca.

Durante el verano destinan  $0.13 \pm 0.09 \text{ \$ vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$  en lo que respecta a una mezcla de suplementación externa a la finca con concentrado, melaza y sal mineral. No hay establecido ningún área de bancos forrajeros de corte y acarreo, mientras que el área para pasturas es de  $1.13 \text{ ha}$  entre naturales y mejoradas por animal.

El nivel de descarga fue de un 35% en base al incremento de salida de animales que hubo para el presente año. La carga animal fue de  $0.71 \text{ UA/ha}$  con un total de 187 animales

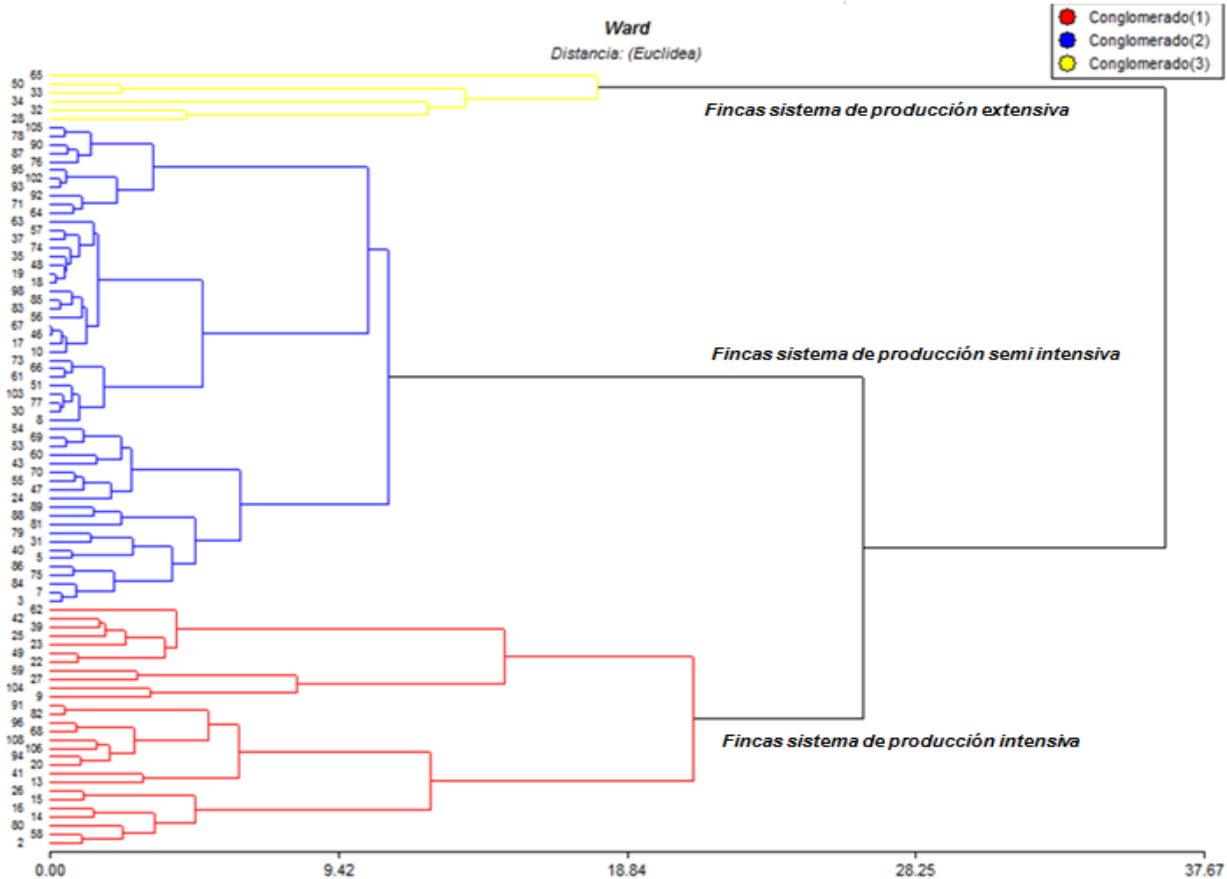


Figura 9. Dendograma con tipologías de fincas ganaderas de Hojancha, Tilaran y Bagaces. Guanacaste, 2010.

## 5.6 Análisis comparativo entre tipologías de fincas

### 5.6.1 Variables de uso del suelo

Para las variables de uso de suelo de pastura natural de alta y baja densidad; no se encontraron diferencias significativas con  $(P=0.6450)$  y  $(P=0.6464)$  respectivamente. Por otro lado, para el uso de bancos forrajeros en lo que respecta a fincas semi intensivas y intensivas tampoco se encontraron diferencias significativas  $(P=0.1040)$ ; mas sin embargo, cabe resaltar que las fincas extensivas no poseen bancos forrajeros. Acorde con Sanchez (2007) el uso de bancos forrajeros como insumo para la época seca es rentable para productores pequeños y medianos de doble propósito en Esparza.

En cuanto a las pasturas mejoradas de alta y baja densidad se encontraron diferencias significativas con ( $P=0.0086$ ) y ( $P=0.0015$ ) respectivamente; siendo las fincas intensivas, las que en proporción cuentan con mayor área de pasturas mejoradas de alta densidad de árboles y las fincas semi intensivas y extensivas las que cuentan con áreas de pastura mejorada de baja densidad de árboles. Por último, para el uso de suelo de plantaciones maderables y área de bosque no se encontraron diferencias significativas para las tres tipologías de finca con ( $P=0.2542$ ) y ( $P=0.4677$ ) respectivamente y contrario a lo que dice Flores (2006), al mencionar que los sistemas extensivos de carne al encontrarse poco intensificados permiten una mayor área de bosque y árboles en comparación con fincas intensivas y semi intensivas. No obstante, en todas las fincas se mantiene un porcentaje relativamente alto para áreas de conservación de bosque (Cuadro 14).

*Cuadro 14. Promedios de las variables de uso de suelo de las tipologías de fincas*

Variable	Unidad	Fincas intensivas		Fincas semi intensivas		Fincas extensivas		
		Grupo 1 n =26		Grupo 2 n=55		Grupo 3 n=6		
		Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	p-valor
Área total*	ha	72.97 <sup>b</sup>	7.83	32.33 <sup>c</sup>	2.84	289.50 <sup>a</sup>	32.7	0.0001
<sup>1</sup> Pnb	%ha	13.57 <sup>a</sup>	5.25	15.11 <sup>a</sup>	3.55	25.13 <sup>a</sup>	16.02	0.6464
<sup>2</sup> Pna	%ha	14.20 <sup>a</sup>	5.32	9.70 <sup>a</sup>	2.86	6.80 <sup>a</sup>	6.8	0.6450
<sup>3</sup> Pmb	%ha	7.83 <sup>b</sup>	4.43	30.78 <sup>a</sup>	4.37	30.82 <sup>a</sup>	15.95	0.0015
<sup>4</sup> Pma	%ha	44.57 <sup>a</sup>	7.35	19.90 <sup>b</sup>	4.52	13.00 <sup>b</sup>	11.73	0.0086
<sup>5</sup> BF*	%ha	2.43 <sup>a</sup>	0.63	1.66 <sup>ab</sup>	0.32	0	0.00	0.0104
Plantaciones	%ha	1.68 <sup>a</sup>	0.59	3.20 <sup>a</sup>	0.87	6.58 <sup>a</sup>	6.58	0.2542
Bosque	%ha	15.72 <sup>a</sup>	2.25	19.68 <sup>a</sup>	1.99	17.67 <sup>a</sup>	2.74	0.4667

a, b, c: letras supraescritas distintas son significativamente diferentes ( $P < 0.05$ ) según la prueba de LSD Fisher.

\*Variables que se diferencian estadísticamente en los tres grupos.

<sup>1</sup> Pastura natural de baja densidad arbórea (<30 arb/ha)

<sup>2</sup> Pastura natural de alta densidad arbórea (>30 arb/ha)

<sup>3</sup> Pastura mejorada de baja densidad arbórea (<30 arb/ha)

<sup>4</sup> Pastura mejorada de alta densidad arbórea (>30 arb/ha)

<sup>5</sup> Bancos forrajeros (leguminosas y leñosas)



## 5.6.2 Variables de disponibilidad de agua

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a la disponibilidad de bebederos por unidad animal ( $P=0.9511$ ) para las tres tipologías de finca (Cuadro 15). Esto puede ser debido a que el 62% de las fincas de carne en Guanacaste tienen ríos en sus fincas y aproximadamente el 82% de los productores la emplean como depósito básico de agua para animales según lo reportado por Flores (2006) y GAMMA (2009) al mencionar que la gestión del agua no ha tenido la relevancia que amerita en las fincas en el sentido de lograr un uso racional y sostenible del recurso.

*Cuadro 15. Promedios de las variables de disponibilidad de agua de las fincas*

Variable	Unidad	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	p-valor
Bebederos	m <sup>2</sup> /UA*	1.51	0.43	1.64	0.29	1.41	0.89	0.9511

\* m<sup>2</sup>/UA = metros cuadrados disponibles para una vaca adulta de 400 a 450 kg de peso que consume el 3% de su peso vivo en materia seca de forraje por día.

## 5.6.3 Variables de carga animal

La carga animal de las fincas comprende desde los  $0.71 \pm 0.22$  UA/ha hasta los  $1.25 \pm 0.09$  UA/ha; los cuales se encuentran por arriba del promedio general que se tiene reportado en el último censo ganadero por parte del MAG (2000) para la región de Chorotega con solo 0.68 UA/ha y similar a lo reportado por Holmann et ál. (2007) con 0.77 UA/ha para fincas de Costa Rica en general. GAMMA (2009) menciona que la razón por la que se podrían tener valores bajos en esta región es debido a factores climáticos (sequías estacionales que impiden el crecimiento forrajero) y la presencia de una menor actividad lechera en comparación con las demás regiones del país.

Entre las tipologías de fincas se encontraron diferencias significativas ( $P<0.0001$ ), siendo las fincas intensivas y semi intensivas las que sobresalen por arriba de las fincas extensivas en carga animal (Cuadro 16). Esto puede ser debido a que cuentan con una mayor presencia de sistemas de doble propósito y leche acorde con MAG (2000).

*Cuadro 16. Promedios de las variables de descarga animal de los grupos de fincas*

Fincas medianas	Fincas pequeñas	Fincas grandes
Grupo 1 n=26	Grupo 2 n=55	Grupo 3 n=6

Variable	Unidad	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	p-valor
Carga animal	UA/ha	1.24 <sup>a</sup>	0.15	1.25 <sup>a</sup>	0.09	0.71 <sup>b</sup>	0.22	0.0001

UA: Unidad animal que equivale a 400 kg de peso vivo.

#### 5.6.4 Variables de suplementación externa

Para la suplementación de los animales durante la época del verano se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.0021$ ), siendo las fincas intensivas las que gastan más en la suplementación de sus animales con  $0.24 \pm 0.04$  \$ vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en comparación con las fincas extensivas y semi intensivas que emplean solo  $0.13 \pm 0.09$  \$ vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> y  $0.06 \pm 0.03$  \$ vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> respectivamente (Cuadro 17). La suplementación externa que recibe el ganado se compone de sales minerales, melaza, concentrado y pollinaza.

*Cuadro 17. Promedios de las variables de suplementación de las tipologías de fincas*

Variable	Unidad	Fincas intensivas		Fincas semi intensivas		Fincas extensivas		p-valor
		Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	
		Grupo 1 n=26		Grupo 2 n=55		Grupo 3 n=6		
Suplementación	\$ vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup>	0.24 <sup>a</sup>	0.04	0.06 <sup>b</sup>	0.03	0.13 <sup>ab</sup>	0.09	0.0021

#### 5.6.5 Análisis de suplementación externa e interna de las tipologías

La tipología de fincas extensivas se caracteriza por emplear pocos suplementos externos (concentrados, melaza, sal mineral y/o pollinaza) y nada de suplementos internos (bancos forrajeros, pasturas de corta, cercas vivas). Los productores dentro de esta agrupación se encuentran completamente asociados a sistemas de carne de carácter extensivo para cría y desarrollo. Flores (2006) tiene resultados similares para Guanacaste, al describir este tipo de fincas grandes como sistemas extensivos que utilizan pocas labores e insumos de suplementación en su manejo.

La tipología de fincas intensivas se caracteriza por un mayor uso de suplementos externos (concentrado, melaza, sal mineral y/o pollinaza); así como también, por tener establecidos bancos forrajeros de corte y acarreo en sus fincas, medidas que coinciden con las recomendaciones por parte de Quiros (2009) para mantener los niveles de producción durante

una sequía prolongada. Los productores dentro de esta agrupación se encuentran asociados en un 68% a sistemas de carne, 23% a sistemas de propósito y 9% a sistemas especializados en leche. Esto coincide con lo reportado por Flores (2006) al mencionar que las fincas medianas y pequeñas en Guanacaste tienen mayor inclinación hacia producción de leche en comparación con las fincas extensivas.

La tipología de fincas semi intensivas se caracterizan por el poco uso de suplementos externos (concentrado, melaza, sal mineral y/o pollinaza), sin embargo, si cuentan con insumos internos al contar con el establecimiento de bancos forrajeros de corte y acarreo en sus fincas. Los productores dentro de esta agrupación se encuentran asociados en un 76% a sistemas de carne y en un 24% a sistemas de doble propósito.

Acorde con Sanchez (2007), el uso de bancos forrajeros de corte y acarreo como insumos durante la época seca es rentable con un valor neto (VAN) incremental de US\$ 362.2 y una tasa interna de retorno (TIR) del 17% en comparación con la alternativa de gallinaza y un VAN de US\$ 1953.9 con una TIR del 39% comparado con la alternativa de concentrados.

### 5.6.6 Variables de descarga de animales

Para la descarga de animales, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P=0.0308$ ) al encontrar que las fincas extensivas y semi intensivas fueron las que realizaron una mayor descarga de animales durante el verano en comparación con las fincas intensivas que no realizaron ninguna descarga (Cuadro 18). Esto puede ser debido a que las fincas intensivas cuentan con una mayor intensificación en el manejo de sus animales así como también en el establecimiento de sistemas silvopastoriles lo que hace que puedan ser capaces de sostener una mayor carga animal en comparación con las fincas grandes. Esto coincide con Villacís et ál. (2003) que menciona que la productividad depende del nivel de intensificación y manejo que se tenga en el hato ganadero así como con las recomendaciones técnicas emitidas por parte de el MAG (2009) y Quiros (2009) en sus comunicados durante el periodo crítico de sequía ocasionado por El Niño ENOS.

*Cuadro 18. Promedios de las variables de descarga de animales de las tipologías de fincas*

Fincas intensivas	Fincas semi intensivas	Fincas extensivas
Grupo 1 n=26	Grupo 2 n=55	Grupo 3 n=6

Variable	Unidad	Media	E.E.	Media	E.E.	Media	E.E.	p-valor
Descarga	% d	0	0.00	22 <sup>ab</sup>	0.04	35 <sup>a</sup>	0.13	0.0308

### 5.6.7 Variables de distribución de los usos del suelo

El área dedicada a pasturas naturales y mejoradas; para fincas intensivas, semi intensivas y extensivas se encuentra por arriba del 75% de la superficie total de la finca; por lo que la ganadería basa principalmente su alimentación en este sistema de alimentación. Esto concuerda con lo reportado por Monterroso (2005) y Flores (2006) al señalar que arriba del 76% de los productores en Guanacaste emplean pasturas en sus sistemas de producción. Así como también con GAMMA (2009) que señala un 77% del uso de la tierra dedicada a pasturas en fincas ganaderas de la región de Chorotega. Con base al porcentaje de uso de suelo de las fincas, se puede apreciar que existe una tendencia marcada hacia el cambio de pasturas naturales a mejoradas (Figura 2). Holmann et ál. (2004) menciona que las pasturas mejoradas incrementan la productividad de fincas de leche y carne entre un 30% y 50% en comparación con las pasturas naturales.

El área de bosque; para fincas intensivas, semi intensivas y extensivas oscila entre un 15.72% y 19.68% de la superficie total de la finca; dato similar reportado por GAMMA (2009) con un 15% de uso de la tierra dedicado para área de conservación en la región Chorotega. Flores (2006) menciona que los productores dependen de estas áreas para meter su ganado durante los meses secos para su alimentación.

El área de bancos forrajeros de corte y acarreo; para fincas semi intensivas e intensivas oscila entre 1.66% y 2.43% del tamaño total de la finca respectivamente. Lo cual concuerda con lo reportado con GAMMA (2009) con un 1.87% para la región de Chorotega. En lo que respecta a las fincas extensivas; éstas no se encuentran implementando bancos forrajeros en la superficie de sus fincas (Figura 10)

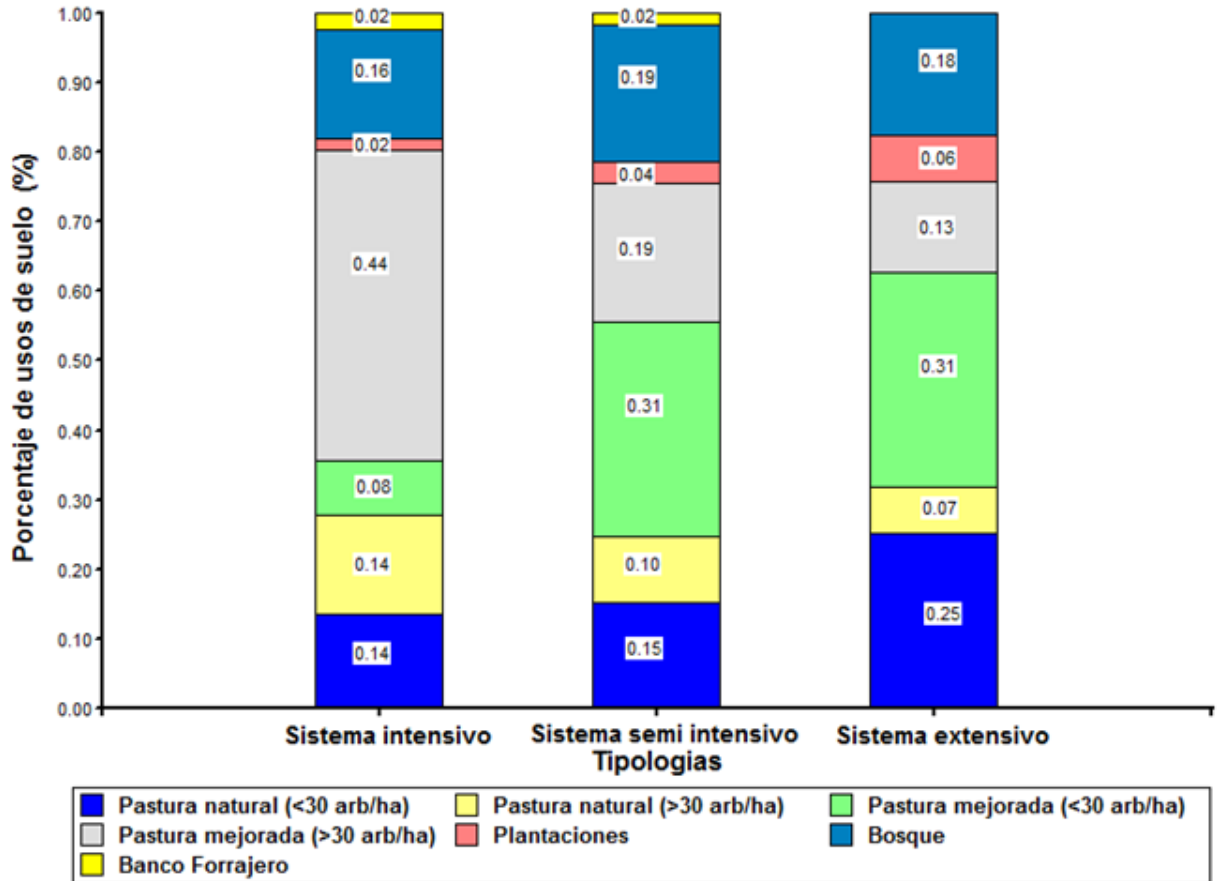


Figura 10. Gráfico de barras apiladas según la proporción de usos de suelo para tres tipologías de finca en Guanacaste, 2010.

### 5.6.8 Variables de composición del hato ganadero

En la Figura 3 se describe la estructura del hato ganadero estratificado por tipologías de finca. Al compararlas, se observa que las fincas extensivas son las que poseen una mayor proporción de novillas y toretes de diferente edad. Según Flores (2006), se debe a que aparte del pie de cría los productores también se dedican a la engorda de sus animales para la venta. Por otro lado, las fincas semi intensivas poseen una mayor proporción de vacas preñadas, así como también las fincas intensivas poseen una distribución más uniforme entre las diferentes categorías de animales dentro de su hato (Figura 11).

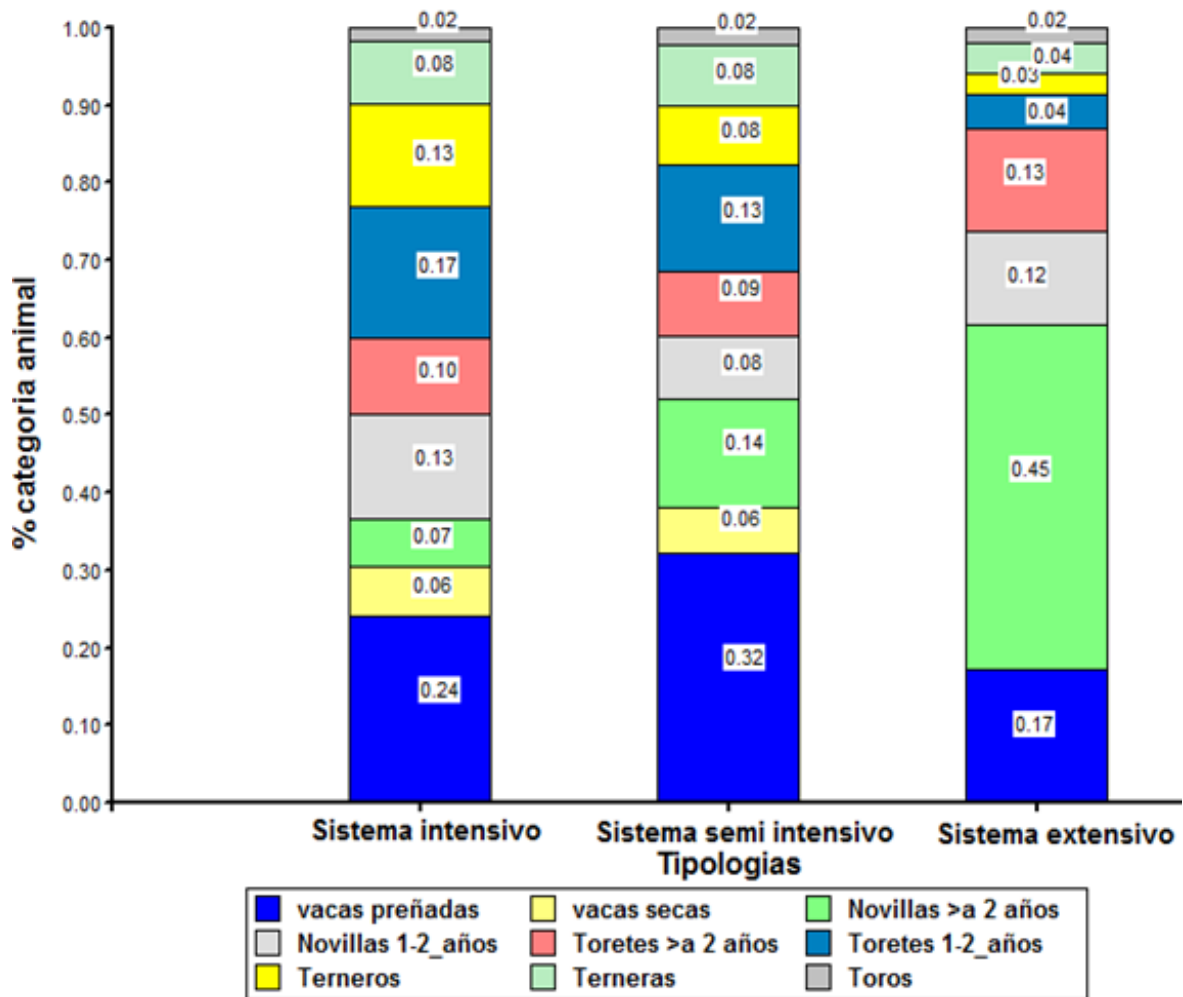


Figura 11. Gráfico de barras apiladas según la composición del hato ganadero para tres tipologías de finca en Guanacaste, 2010.

## 5.7 Elaboración del índice de resiliencia

### 5.7.1 Análisis de regresión lineal

Para analizar qué factores influyeron más en el porcentaje de descarga de animales por parte de los productores hacia las subastas, se realizó un análisis de regresión lineal en función de áreas con bancos forrajeros, pasturas mejoradas de alta densidad de árboles, pasturas naturales de alta densidad de árboles, suplementación y disponibilidad de agua para el ganado siguiendo las recomendaciones por parte de Quiros (2009). Las variables más significativas indicaron un efecto negativo o inversamente proporcional al área de bancos forrajeros

(P=0,0007); pastura mejorada de alta densidad de árboles (P=0,0016); y disponibilidad de bebederos por unidad animal (P=0,0332) para las fincas estudiadas (Cuadro 19).

*Cuadro 19. Resultados de regresión lineal por el método Stepwise para descarga de animales*

Variable	Estimador	E.E.	T	p-valor	CpMallows
Constante	35	0.05	27.7	<0.0001	
Indice Bf*	-0.41	0.11	-3.63	0.0007	15.91
Indice Pma*	-0.26	0.08	-3.37	0.0016	14.09
Indice Bebe*	-0.60	0.27	-2.20	0.0332	7.76

\*Bf: Bancos forrajeros (% uso de suelo); \*Pma: Pastura mejorada alta densidad árboles (% uso de suelo); \*Bebe: disponibilidad de bebederos (m<sup>2</sup>/UA).

Estudios por parte de Sanchez (2007) con bancos forrajeros, Esquivel (2007) con coberturas arbóreas de alta densidad, Holguin (2005) con forrajes de especies leñosas y Holmann et ál. (2004) con pasturas mejoradas, destacan la importancia de la incorporación de los sistemas silvopastoriles para elevar la producción de las fincas, contando con una mayor carga animal y reduciendo los riesgos en la baja de la productividad durante la época del verano. Según estudios realizados, los costos para el establecimiento, mantenimiento y utilización de un banco forrajero para corte y acarreo de *Cratylia argentea* equivalen a US\$ 1,133.95 y US\$ 351.06 ha<sup>-1</sup>, también por medio de un análisis financiero que se realizó en Esparza durante la época seca en fincas de doble propósito de ésta tecnología en asocio con caña de azúcar se determinó su rentabilidad con una VAN de US\$362 ha<sup>-1</sup> y una TIR de 17% respectivamente (Sanchez 2007).

En base a los datos obtenidos, se elaboró un modelo en función del porcentaje de descarga de animales por parte de los productores tomando en cuenta las variables que fueron estadísticamente significativas en la regresión lineal (Cuadro 20).

*Cuadro 20. Modelo de predicción de descarga de animales*

Variable respuesta	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Ajust	ECMP	CMerror	Modelo
Descarga de animales	0.37	0.33	0.04	0.034	Descarga animales (%) = 35 + (-0.41) (Bf) + (-0.26) (Pma) + (-0.60) (Bebe)

En el modelo propuesto, las variables que más explican la función de descarga de animales por parte de los productores en orden de significancia fueron la implementación de bancos forrajeros, pasturas mejoradas de alta densidad arbórea y la disponibilidad que tienen los animales hacia sus bebederos lo que coincide con literatura por parte de diversos autores como Quiros (2009); Holguín et ál. (2005); Restrepo et ál., (2004) y Holman, (2001) al apoyar las diversas opciones que se ofrecen con la implementación de tecnologías silvopastoriles para poder conservar y/o aumentar la carga animal dentro de las fincas. Por otro lado, autores como Villanueva et ál., (2010); Casasola et ál., (2007); Sepulveda (2008) así como también el CIAT (2010) a través de estudios realizados apoyan a los sistemas silvopastoriles como estrategia para poder contar con mayor resiliencia a variaciones en el clima sobre todo durante veranos prolongados en donde existe una mayor escases de comida para los animales siempre y cuando no se sigan las recomendaciones y manejo adecuado.

### 5.7.2 Metodología para la ponderación

Para la propuesta del índice de resiliencia se tomaron en cuenta las variables que resultaron mayormente significativas por el ajuste del modelo de regresión lineal de *stepwise* (Cuadro 21). Las mismas, fueron transformadas a intervalo de 0 y 1 para luego ser ponderadas según las características que presentara cada finca en particular, de esta forma se obtuvo un valor con el cual se podía ilustrar de manera grafica el comportamiento de las fincas para las tres zonas en las que se llevo a cabo el estudio.

Cuadro 21. Lista de variables seleccionadas para el índice de resiliencia

Variable	Cuantitativas		
	Banco forrajero	Pastura mejorada alta	Bebederos
Unidad	% superficie	% superficie	(m <sup>2</sup> /UA).
Índices ponderados	índice BF*	índice Pma*	Índice bebe*

\*Bf: Bancos forrajeros (% uso de suelo); \*Pma: Pastura mejorada alta densidad árboles (% uso de suelo); \*Bebe: disponibilidad de bebederos (m<sup>2</sup>/UA).

Posteriormente, se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) entre las tipologías de fincas y el índice elaborado. Los resultados indicaron diferencias estadísticamente significativas (P=0.0019), siendo las fincas intensivas las que en promedio poseen un mayor



grado de resiliencia. Las fincas intensivas que mas incidieron en la diferenciación fueron las de Hojancha y Tilarán ya que las de Bagaces se comportaron estadísticamente igual en comparación con las demás fincas (Figura 12). No obstante, se puede observar que todavía existe un amplio rango de oportunidad para todas las fincas por igual en cuanto a realizar mejoras para así incrementar su índice de resiliencia. Estas mejoras consisten en un mejor manejo de buenas prácticas, protección de fuentes de agua y una mayor adopción de sistemas silvopastoriles por parte de los productores.

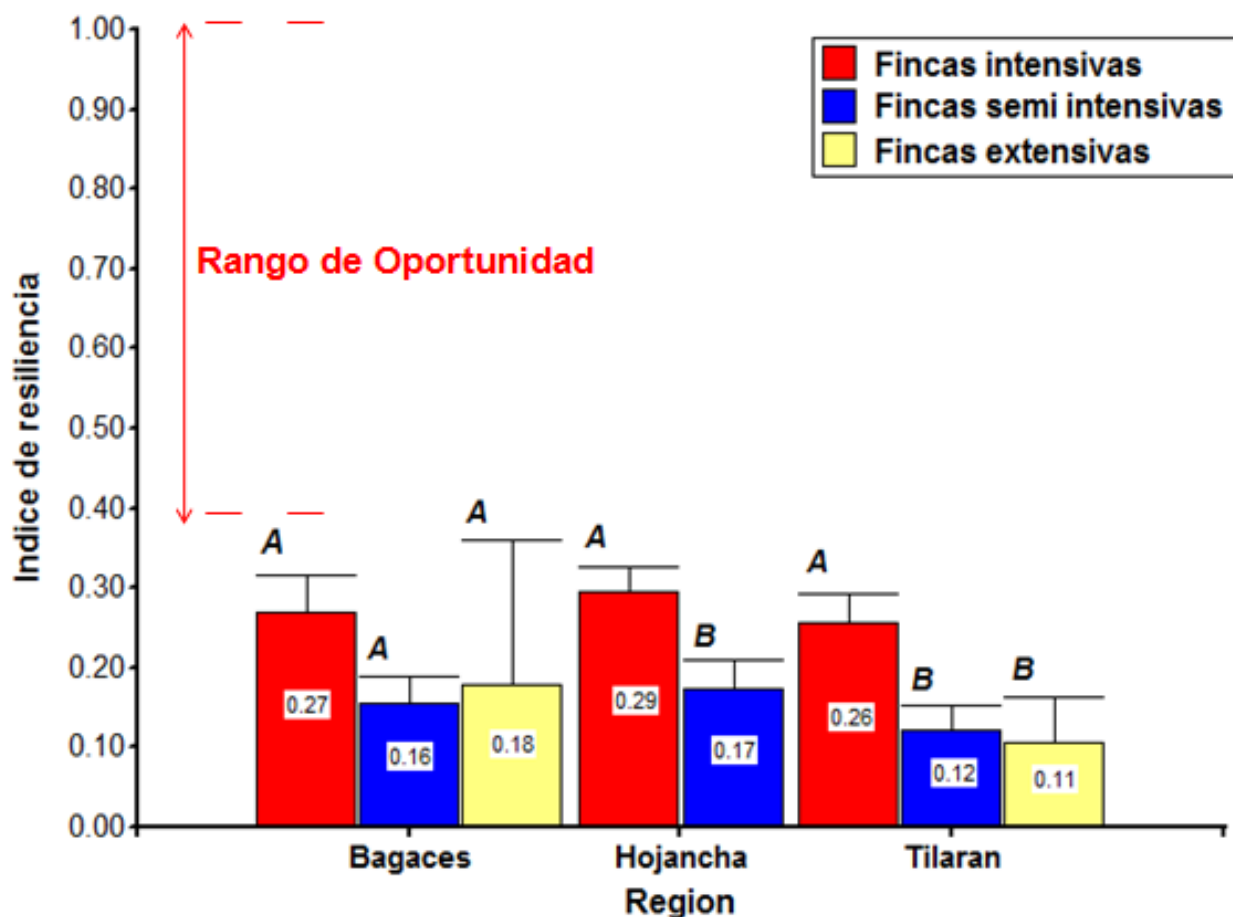


Figura 12. Análisis de varianza en función del índice de resiliencia y las tipologías de fincas. Guanacaste, 2010.

Para explorar un poco más las tipologías también se realizó un análisis de componentes principales tomando en cuenta el índice de resiliencia total, así como también los subíndices que lo componen (bancos forrajeros, pastura mejorada de alta densidad de árboles y disponibilidad de bebederos). (Figura 13)

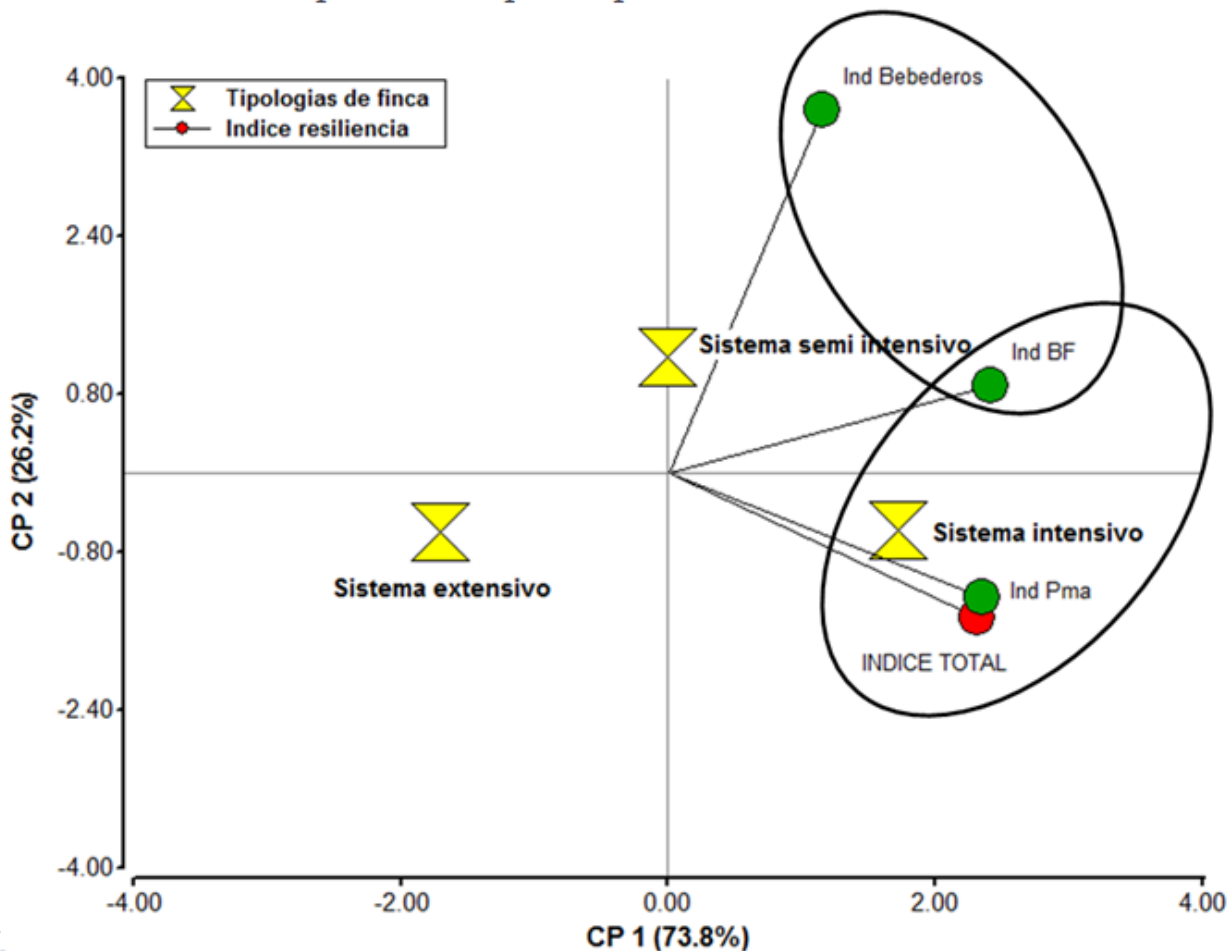


Figura 13. Análisis de componentes principales en función del índice de resiliencia para tres tipologías de finca. Guanacaste, 2010.

\*BF= bancos forrajeros; Pma= pastura mejorada alta densidad arbórea (>30arb/ha)

Con el análisis, se logró explicar entre el eje 1 (73.8%) y el eje 2 (26.2%) la gran variabilidad de los datos encontrados, encontrándose así que las fincas intensivas se encuentran en primer lugar asociadas a índices de pastura mejorada de alta densidad, bancos forrajeros y bebederos. Las fincas semi intensivas se encuentran en menor medida asociadas a las mismas variables y las fincas extensivas se encuentran muy asociadas a valores bajos de bancos forrajeros, lo que incide mucho en la carga animal de cada una de las fincas al ser las medianas y pequeñas las que cuentan con una mayor carga animal con 1.24 UA/ha y 1.25 UA/ha respectivamente, en comparación con las fincas grandes que solo poseen 0.71 UA/ha.

Por su parte, el MAG (2007) señala que los productores de Guanacaste en los últimos años tienen una marcada tendencia a intensificar su producción haciendo un uso más eficiente y racional de los recursos naturales empleando pastos mejorados con sistemas de rotación de

potreros y asegurando la alimentación de su ganado en la época seca con caña de azúcar, leguminosas forrajeras, pastos de corta, ensilaje y sub productos agroindustriales. Resultados en este estudio indican que sólo las tipologías de fincas pequeñas y medianas se encuentran incorporando este tipo de manejo mientras que las fincas grandes lo realizan todavía en menor medida. Resultados similares se han encontrado por parte de GAMMA (2009) al mencionar que las fincas pequeñas y medianas son las que se encuentran adoptando una mayor cantidad de sistemas silvopastoriles.

La suplementación de los animales tanto externa como interna como estrategia para veranos prolongados, resultó ser también de importancia en base a los productores que la emplearon según los resultados de un análisis de varianza (ANDEVA) que se realizó en función del porcentaje de descarga de animales (Figuras 14 y 15).

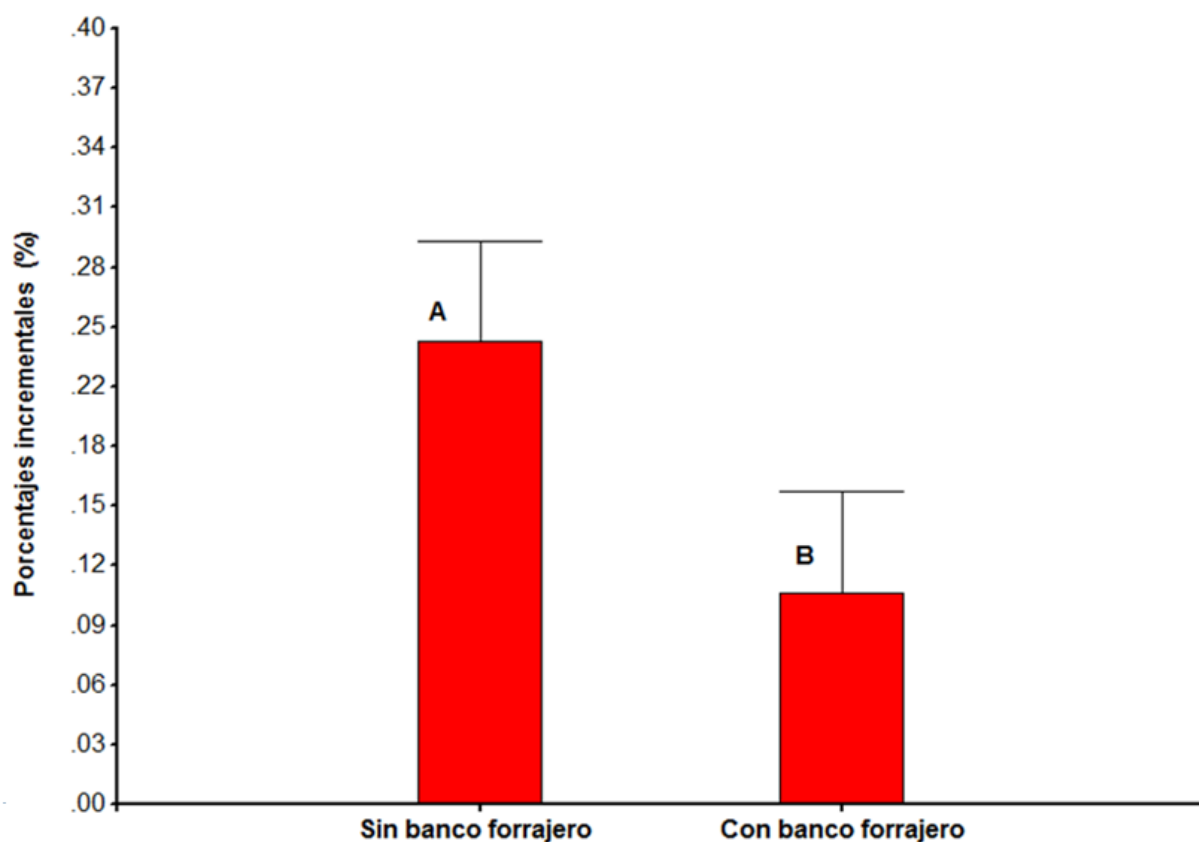


Figura 14. Análisis de varianza de la suplementación interna en función de fincas con y sin bancos forrajeros. Guanacaste, 2010.

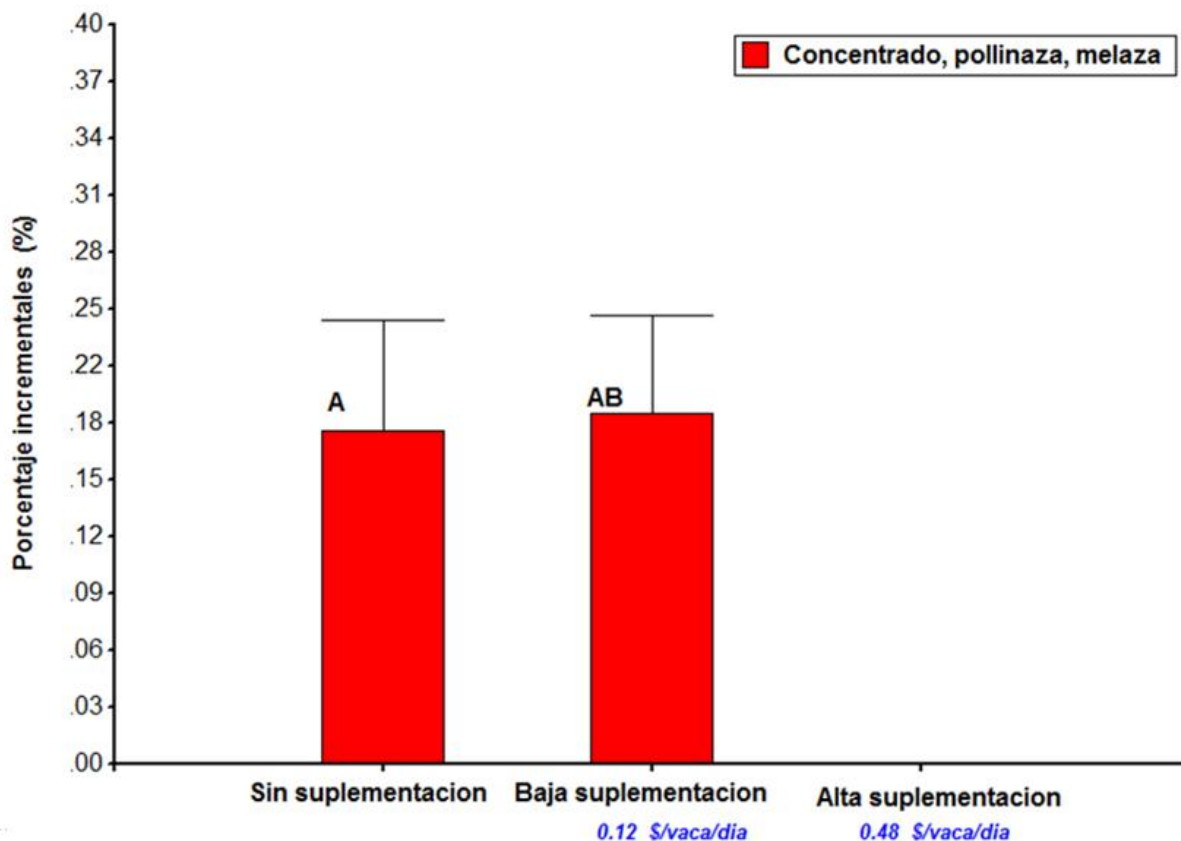


Figura 15. Análisis de varianza de la suplementación externa en función de fincas con distintos niveles de suplementación. Guanacaste, 2010.

Los productores que se encuentran implementando bancos forrajeros en sus fincas demostraron ser lo que menos descarga de animales tuvieron que hacer durante el verano para racionalizar su comida, por otro lado los productores que tuvieron un alto gasto en la compra de suplementación externa para sus animales fueron los que también tuvieron la capacidad de mantener a todos sus animales durante la época del verano, caso contrario a los que emplearon un bajo nivel y nada de suplementación.

Durante la fase de campo de este trabajo, se inició por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) el “Plan de Prevención y Mitigación del Fenómeno de El Niño 2009-2010 para la Región Chorotega” por lo que fue difícil obtener información de algunos productores que no llevaban un orden en sus registros de gastos con que comparar; por ejemplo, es difícil saber con certeza que fincas lograron mantener niveles altos de suplementación externa debido a la ayuda por parte del MAG (2009) o por qué tuvieron un

plan de manejo planeado con anterioridad para la temporada de verano y lo más importante cuanto les costó esa inversión y si les fue redituable para continuar los siguientes años.

No obstante, para la suplementación interna con bancos forrajeros de corte y acarreo se requiere de una planeación entre 10 y 12 meses de anterioridad para poder establecerla y aprovecharla según Turcios (2008) y López (2005), por lo que para las recomendaciones de este trabajo se consideró de una mejor estrategia para los veranos prolongados.

Otro factor importante a considerar, son los bajos precios de la carne durante el año 2009 (Anexo 6), lo cuales en algunos casos no motivaron la salida de los animales para los mataderos como medio de racionamiento de la carga animal (Agüero 2009 citado por Retana 2010); No obstante, estudios documentados por Retana et ál. (2001) y Rosales et ál. (2009), señalan la posibilidad de la medida tomada por parte de los productores en relación con años anteriores de presencia de EL Niño (ENOS) al encontrar diferencias estadísticamente significativas en el número de animales destinados a matadero para consumo interno, los cuales representaban un aumento del 13% en machos, 12% en hembras y 114% en terneros (Retana, 2010).

Por otro lado, tomando en cuenta el comportamiento de la matanza de ganado en plantas para el periodo 2009 y 2010 se puede apreciar un incremento en el número de animales destinados al matadero (Anexos 7 y 8); acorde con Retana (2010), esta diferencia se compone en un 34% y 12% por hembras y machos respectivamente (Figura 16).

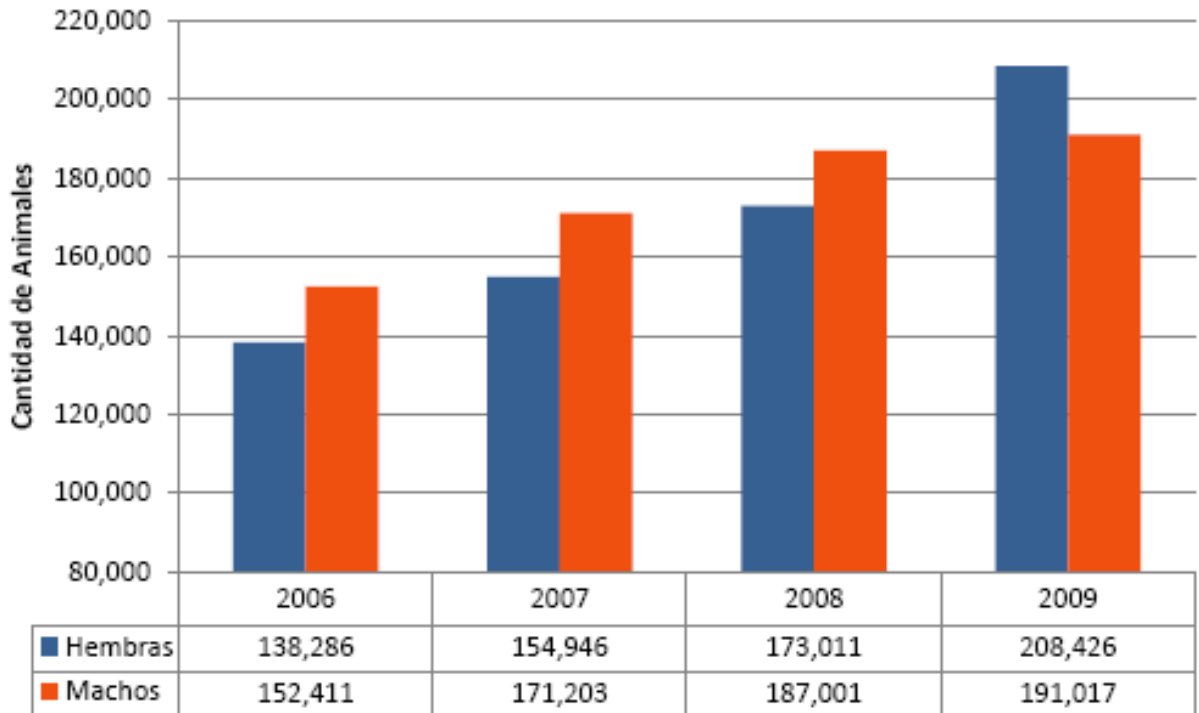


Figura 16. Matanza de ganado bovino. Costa Rica. Periodo 2006-2009. CORFOGA

Fuente. CORFOGA, 2010 citado por Retana 2010

Las diferencias se asemejan a lo reportado por Retana et ál. (2001) y Rosales et ál. (2009) al mencionar que durante los años de sequía lo que se desecha primero de las fincas son los animales más débiles, difíciles de mantener y hembras preñadas pensando en los gastos de suplementación y medicinas que representa para la economía de los productores el conservarlos, aún contando con el vientre cargado de las hembras.

Si vemos la figura 17, podemos observar a través de la comparación que se hace que los sistemas que tuvieron una mayor implementación de bancos forrajeros fueron los que al mismo tiempo descargaron menos animales de las fincas durante el verano. Esto indica que las fincas bajo esta tecnología silvopastoril tienen una capacidad de carga mayor en comparación con las fincas que carecen de ella. Por otro lado, los sistemas extensivos tuvieron una característica en particular a lo largo de este trabajo y es que no se encuentran implementando bancos forrajeros lo que los obliga a realizar mayores gastos en suplementación externa o reducir su carga animal para ajustar la oferta alimentaria de las pasturas, por lo que la

planeación y la generación de recursos propios de la finca es tema fundamental a considerar para prepararse ante la incertidumbre de años próximos con veranos prolongados.

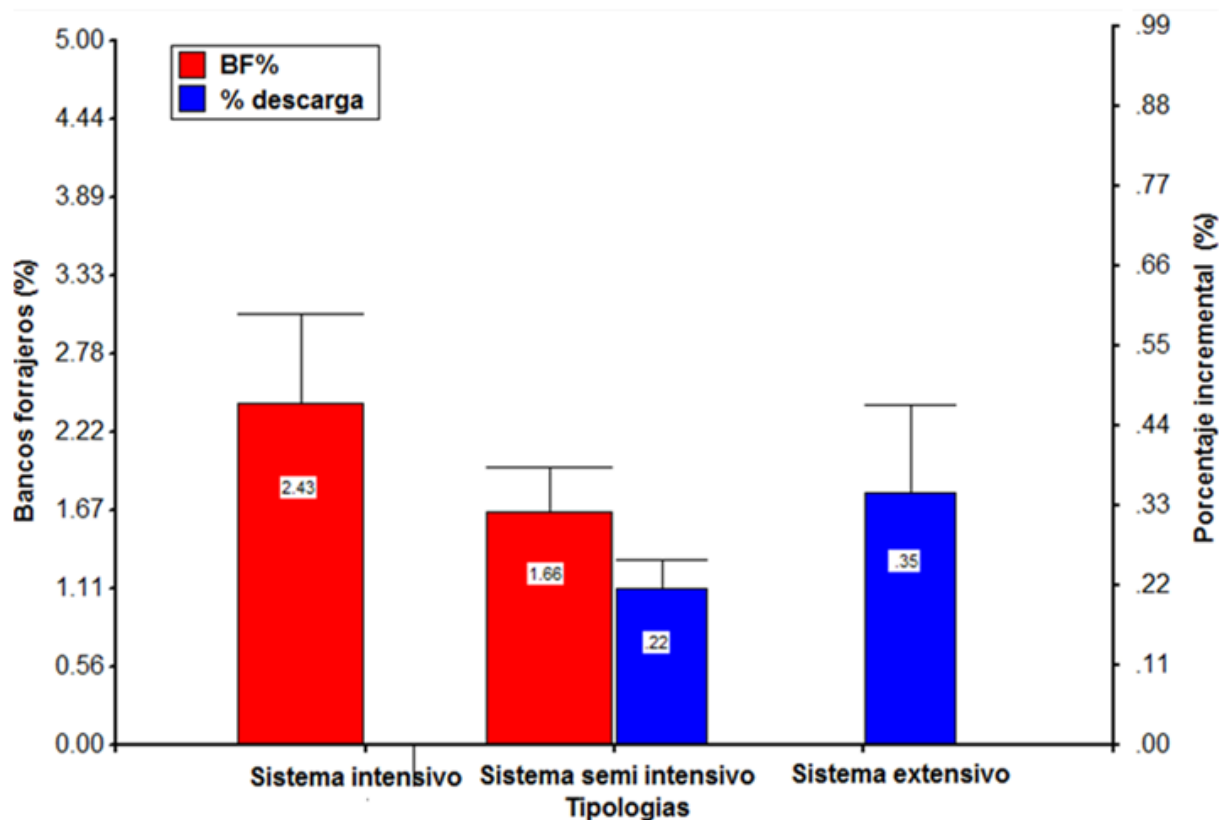


Figura 17. Proporción de animales descargados en relación a tres tipologías de fincas, Guanacaste, 2010.

Explorando un poco más a través de asociaciones derivadas de un análisis de correspondencias (Figura 18), se puede observar que las tipologías de fincas intensivas indican que durante el verano sus animales se mantienen en el mismo rango de peso; por otro lado, la tipología de fincas extensivas reporta una disminución de peso así como también las fincas semi intensivas un aumento en la mortandad y plagas de sus animales durante el verano.

Un estudio llevado a cabo por Casasola et ál., (2007) en el trópico húmedo de Nicaragua y Costa Rica señala que con el hecho de establecer bancos forrajeros de gramíneas y leñosas durante la época seca se logra una mayor estabilidad tanto para la curva de producción de carne como para leche a lo largo del año.

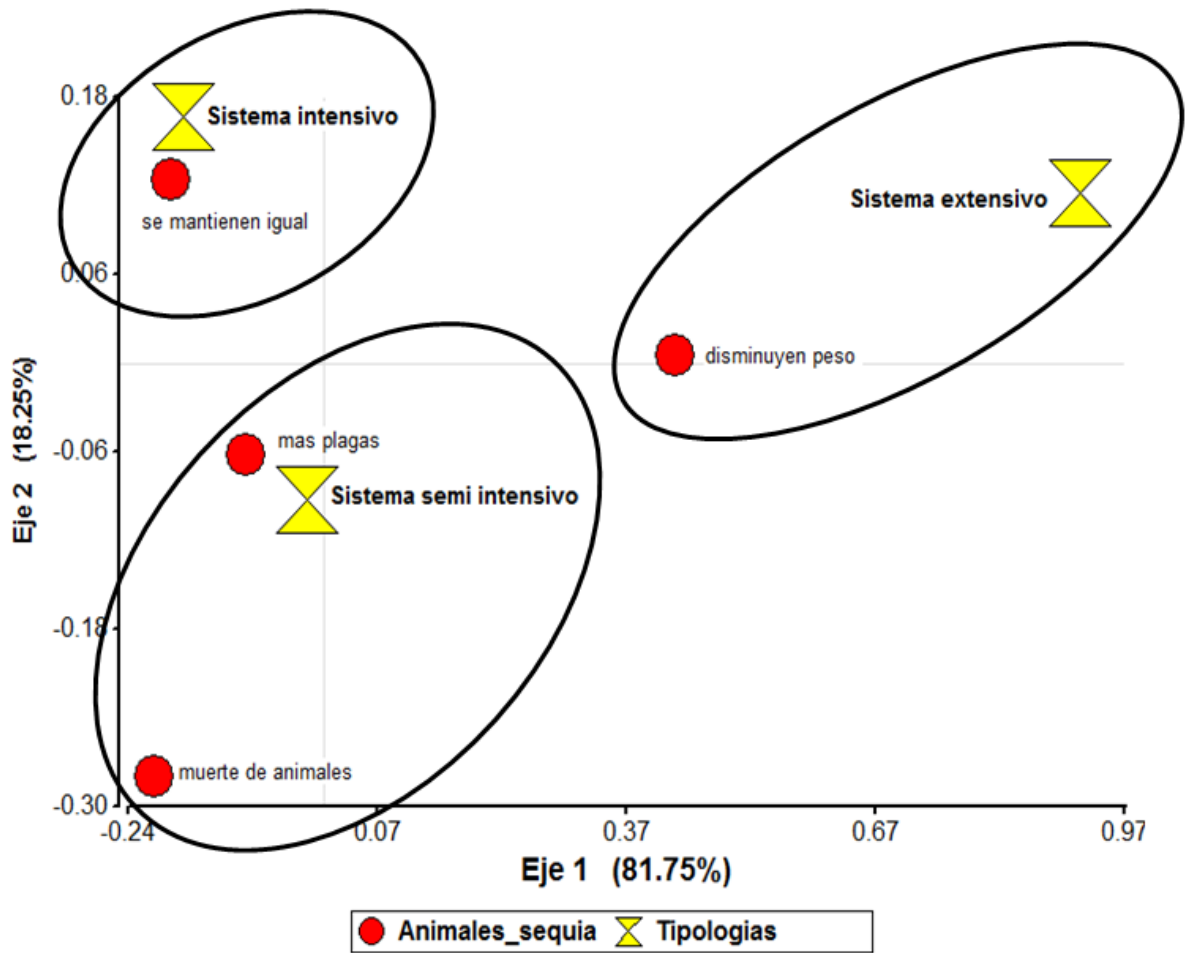


Figura 18. Analisis de correspondencias según la percepción de la condición corporal del hato durante el verano.

Resultados similares se han encontrado por parte de Flores (1994) y Holguín et ál. (2005), con estudios que se han hecho con bancos forrajeros en Costa Rica y Nicaragua buscando el incremento de la producción en las fincas. A su vez, Rojas (2007) recomienda los bancos forrajeros de caña o cratylia como la mejor opción para los productores durante la época seca del Pacifico Central de Costa Rica, sobre todo durante años con presencia del fenómeno meteorológico de “El Niño” (ENOS).



## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

Los productores de cada zona de estudio tienen una percepción acertada al cambio climático, lo cual se comprueba con las medidas que implementan para reducir los efectos de un verano prolongado y se sustenta con datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) así como también con información de estudios y expertos. Por otro lado, los productores también logran percibir cierta variabilidad climática para los tres cantones de estudio (Hojancha, Bagaces y Tilarán).

Para la Provincia de Guanacaste existen diferentes tipologías de fincas; las cuales varían en el uso de suplementación externa, establecimiento de bancos forrajeros, área de pasturas mejoradas con y/sin alta densidad arbórea, así como también, en las medidas de manejo para mitigar los efectos de un verano prolongado en sus fincas, siendo la de reducción de la carga animal la que en los últimos años se ha ido incrementando por parte de los productores, aunque aún se opta también por la suplementación de los animales tanto interna como externa.

Las medidas de adaptación para reducir los efectos de los veranos prolongados son diferentes para cada cantón estudiado de la provincia de Guanacaste; por ejemplo, la mayoría de los productores en Bagaces prefieren reducir la carga animal en las fincas, mientras que los de Hojancha y Tilarán prefieren suplementar sus animales con insumos externos e internos a sus animales.

Las fincas medianas, caracterizadas por un manejo intensivo del ganado con implementación de bancos forrajeros, pasturas mejoradas, buenas prácticas y uso de suplementación externa son las que tienen un mayor grado de resiliencia a los impactos del cambio climático especialmente a los veranos prolongados.

## **6.2 Recomendaciones**

Para una mejor adopción de medidas de adaptación relacionadas con las implementación de buenas prácticas y tecnologías silvopastoriles, los productores necesitan mayor capacitación y acompañamiento por las agencias de extensión o instituciones del estado encargadas de brindar este apoyo, así como también son necesarias las políticas del estado encaminadas al desarrollo de incentivos para que los productores puedan implementar una nueva forma de hacer ganadería. También se requiere el impulso de programas que apoyen el desarrollo de fincas piloto o parcelas demostrativas de bancos forrajeros y pasturas mejoradas con árboles dispersos por ejemplo, podría ayudar a una mayor motivación entre los productores especialmente en la época de verano intenso, ya que estas fincas o parcelas podrían demostrar que cuentan con insumos forrajeros para la alimentación del ganado en esta época crítica

Los productores necesitan contar con información meteorológica oportuna a la mano, si bien esta información se encuentra clara y precisa en la página oficial del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) muchos productores desde sus fincas no tienen acceso a ella por diversas razones tanto económicas como por falta de servicios en su comunidad, por lo cual la misma podría dejarse disponible en boletines o medios masivos como la radio o televisión.

Para la implementación y replica de este trabajo se tendría que saber desde un principio que se contará con el apoyo de las subastas y/o plantas ganaderas locales, ya que ellos poseen información importante a través del historial de los registros de ganado, con lo cual se podría analizar de mejor manera las razones por las cuales algunos productores reducen su carga animal como medida de manejo para mitigar los efectos de un verano prolongado.

## 7 BIBLIOGRAFÍA

- Agostini, P; Ibrahim, M; Murgueitio, E; Ramírez, E. Proyecto GEF Silvopastoril. 2003. Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Manual operativo del proyecto. Turrialba, CR. 62p.
- Agüero, M. 2009. Poca lluvia reduce cosecha de granos y amenaza la ganadería. La Nación. CR. Sep. 17.
- Aguilar, E; Peterson, T; Ramirez, O; Frutos, R; Retana, J; Solera, M. 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 110.
- Alonzo, YM. 2000. Potential of silvopastoril systems for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE 81 p.
- Alonzo, Y; Ibrahim, M; Gomez, M; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Agroforesteria en las Américas* 8(30):21-27.
- Alvarado, L. 1998. Sobre El Niño y La Niña. Gestión Operativa. Instituto Meteorológico Nacional. Nota Técnica. San Jose, Costa Rica. 3p.
- Alvarado, L; Fernández, W. 2001. Relación de las anomalías climáticas de la atmosfera libre sobre Costa Rica y la variabilidad de las precipitaciones durante eventos de El Niño. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 8(2): 145-157.
- Angel M; Blanco, M; Souto, P. 2009. La sociedad ante el cambio climático. Fundación MAPFRE. 171 pág.
- Atkinson, P; Hammersley, M. 1994. Ethnography and participant observation. In Denzin, N; Lincoln, Y. eds. *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, Sage. p. 248-261.
- Avila, J. 2009. Comunicado Personal. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Director Regional. Región Huetar Norte
- Betancourt, K; Ibrahim, M; Harvey, C; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguas, Matagalpa, Nicaragua. *Agroforesteria en las Américas* 10(39-40): 4-51.

- Botero, J; Andrade, H; Ibrahim, M; Bouman, B; Camargo, C. 1999. Modelaje de opciones silvopastoriles sostenibles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo. *Agroforestería en las Américas* 6(23): 48-50.
- Budowsky, G. 1987. Living Fences in Tropical America, a Widespread Agroforestry Practice. In HL Gholz ed. *Agroforestry: Tealities, Possibilities and Potencials*. Martinus Nijhoff publishers. P. 169-178.
- Carrillo, J. 2001. Carga animal y equivalente vaca (E.V.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA. Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce, Buenos Aires, Argentina. Documento disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/ganaderia/bovinos/cria/equivaca.htm>
- Casasola, F; Ibrahim, M; Ramírez, E; Villanueva, C; Sepúlveda, C; Araya, KL. 2007. Pagos por servicios ambientales y cambios en usos de la tierra en paisajes dominados por la ganadería en el trópico subhúmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* (45): 79-85.
- CATIE, 1982. Caracterización de sistemas agrícolas de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. Serie Materiales de Enseñanza No. 14. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 75 p.
- Cerdas, R. 1977. Cambios en el valor nutritivo de los pastos jaragua (*Hyparrhenia rufa*, Ness Stapt) y estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) durante la época seca del trópico. Trabajo de Lic. (Zootécnica). San Jose, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 81 p.
- CEPAL. 2002. La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: desafíos y oportunidades. Informe final de la Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile. 251 p.
- CIAT. 2003. Informe anual del Proyecto de Forrajes Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- CIAT. 2010. Ganado, Cambio Climático y *Brachiaria*. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.
- Common, M; Stagl, S; 2008. *Introducción a la Economía Ecológica* Editorial Revertè, Barcelona.

- Diario La Nación. 2009. Octubre será mes de sequía en casi todo el territorio. Publicado el 2009-09-26. Documento disponible en: [http://www.nacion.com/ln\\_ee/2009/septiembre/26/pais2102697.html](http://www.nacion.com/ln_ee/2009/septiembre/26/pais2102697.html)
- Diario La Nación. 2010. El Niño deja pérdidas por 3.200 millones en el agro. Publicado el 2010-09-29. Documento disponible en: <http://www.nacion.com/2010-04-12/Economia/FotoVideoDestacado/Economia2324261.aspx>
- Di Rienzo, J; Casanoves, F; Gonzalez, L; Tablada, E; Diaz, M; Robledo, C; Balzarini, M;. 2008. Estadística para las Ciencias Agropecuarias. Séptima Edición. Primera Impresión. 356 p.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) 2001. Climate change: Mitigation. Contribution of working group III of the Intergovernmental panel on climate change. Disponible en: [http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg3/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg3/index.htm).
- Esquivel, H. 2007. Tree resources in Traditional Silvopastoral Systems and Their Impact on Productivity and Nutritive Value of Pastures in the Dry Tropics of Costa Rica. PhD. Thesis. Turrialba, CR, CATIE. 161 p.
- Estrada, R. 1998. Vitaminas contra El Niño. La República, San José (C.R.); Jun.12.sp.
- FEDEGAN. 2006. Alternativas para enfrentar una sequía prolongada en la ganadería colombiana. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Federación Colombiana de Ganaderos. Colombia.
- Giorgi, F. 2006. Climate change hot-spots. Geophysical Research Letters, VOL. 33.
- Flores, O. 1994. Caracterización y evaluación de follajes arbóreos para la alimentación de rumiantes en el departamento de Chiquimula, Guatemala. En Benavides, J. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE. P. 117-133.
- GAMMA. 2009. Síntesis de los estudios preliminares y análisis de factores que influyen en la competitividad de la ganadería en Costa Rica y recomendaciones para mejorarla.. Programa de Ganadería y Manejo del Medio Ambiente. CATIE. Consultoría SP-05-2009.152 p.

- Gobbi, J.; Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. *Agroforesteria en las Américas* 10(39/40): 52-60.
- Hernández, C. 1998. Plan urgente contra sequía. *La Nación*, San José (C.R.); May.25:1.
- Holguín, A; Ibrahim, M.; Mora, J; Rojas, A. 2003. Caracterización de sistemas de manejo nutricional en ganaderías de doble propósito de la región Pacífico Central de Costa Rica. *Agroforesteria en las Américas* 10(39/40): 40-46.
- Holguín, V; Ibrahim, M. 2005. Bancos forrajeros de especies leñosas. Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el manejo de Ecosistemas. Managua, Nicaragua, INPASA. 23p. (Serie Cuadernos de Campo).
- Holmann, F; Romero, F; Montenegro, J; Chana, C; Oviedo, E; Baños, A: 1992 Rentabilidad de sistemas silvopastoriles con pequeños productores de leche en Costa Rica: Primera aproximación. *Turrialba* 42(1): 79-89.
- Holmann, F. 2001. Beneficios potenciales de nuevo germoplasma forrajero en fincas con sistemas doble propósito en el trópico seco de Costa Rica, Honduras y Nicaragua. In Holmann, F; Lascano, C. eds. *Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras*. Cali, Colombia, CIAT. P. 75-87.
- Holmann, F; Rivas, L; Argel, P; Pérez, E. 2004. Impacto de la adopción de pastos *Brachiaria*: Centroamérica y México. Cali, CO. CIAT. 32 p.
- Holmann, F; Rivas L; Perez, E; Castro, C; Shuetz P; Rodriguez, J. 2007. *La Cadena de Carne Bovina en Costa Rica: Identificación de Temas Críticos para Impulsar su Modernización, Eficiencia y Competitividad*. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Internacional Livestock Research Institute (ILRI); Corporación Ganadera (Corfoga), 2007. 68p.
- Ibrahim, MA; Franco, M; Pezo, D; Camero, A; Araya, JL. 2001<sup>a</sup>. Promoting Intake of *Cratylia Argentea* as a Dry season Supplement for Cattle Grazing *Hyparrhenia Ruffa* in the Subhumids Tropics of Costa Rica. *Agroforestry Systems* no. 51: 167-175
- Ibrahim, M; Schlönvoight, A; Camargo, C; Sousa, M. 2001<sup>b</sup>. Multistrata silvopastoral systems for increasing productivity and conservation of natural resources in Central America. In *International Grassland Congress (19, 2001. Brasil) Proceedings*. Brasil. P. 645-649.

- Ibrahim, M. 2010. Sistemas Silvopastoriles. Curso de la Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional) 2008, Clima, variabilidad y cambio climático en Costa Rica. Cambio Climático. Instituto Meteorológico Nacional, Comité Regional de Recursos Hidráulicos. Segunda Comunicación Nacional. San Jose, Costa Rica.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional) 2010<sup>a</sup>. Pronóstico Climático: Diciembre 2009 a Marzo 2010. Departamento de Climatología e Investigaciones. P.5.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional) 2010<sup>b</sup>. Pronóstico Climático: Julio 2010. Departamento de Climatología e Investigaciones. 3 p.
- INDECA (Ingenieros de Centroamérica Consultores). 2004. Diagnostico físico ambiental de Hojancha, capitulo V. San José, Costa Rica. 66 p.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). 2007. Cambio Climático. Base de las ciencias físicas. Resumen para responsables de políticas. Resumen Técnico. Preguntas frecuentes. Contribución del Grupo de Trabajo 1 al Cuarto Informe de Evaluación. OMM-UNEP. 153 p.
- Jansen, H; Nieuwenhuysse, A; Ibrahim, M; Abarca, S. 1997. Evaluación económica de la incorporación de leguminosas en pasturas mejoradas, comparado con sistemas tradicionales de alimentación en la zona atlántica de Costa Rica. Agroforestería en las Américas (CATIE). Jul-sep. V.4 (15) p.9-13.
- Kanninen, M. 2001. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: potencial para América Latina (en línea). Plataforma Electrónica sobre Ganadería y Medio Ambiente, LEAD-FAO/CATIE. Disponible en <http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia3/articulo1.htm>.
- Karl, T; Trenberth, K. 2005.. Vol. 302. no. 5651, pp. 1719 – 1723 DOI: 10.1126/science.1090228.
- Kerr, JT; Kharouba, HM. 2007. Climate Change and Conservation Biology. In May, R; MacLean; A. Theoretical Ecology. Oxford, New York, USA; Oxford University Press. P. 190-204
- Krol, M; Jaeger, A; Bronstert, A; Guntner, A. 2006. Integrated modelling of climate, water, soil, agricultural and socio-economic processes: a general introduction of the

- methodology and some exemplary results from the semi-arid north-east of Brazil. *Journal of Hydrology* (Amsterdam) 328(3-4):417-431.
- Lopez, A; Schlovoigt, A; Ibrahim, M; Klein, C; Kanninen. 1998. Cuantificación del carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la Zona Atlántica de Costa Rica. *Agroforesteria en las Américas* 6(23): 51-33.
- López, M. 2005. Procesos del fomento tecnológico de bancos de proteínas de *Gliricidia sepium* en Rivas, Nicaragua: Resultados bioeconómicos y lecciones aprendidas para su difusión. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 92 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); PGBVE (Programa de Erradicación del Gusano Barrenador Vigilancia Epidemiológica, CR). 2000. Análisis de censo ganadero 2000. San José, Costa Rica.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería).2001. Censo Ganadero de Costa Rica. On Compact Disc. San Jose, Costa Rica.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería); Federación de Cámaras de Ganaderos de Guanacaste. 2007. Plan Estratégico para el desarrollo de la agrocadena de la ganadería bovina de carne en la Región de Chorotega. Región Chorotega. P.72.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2009. Dirección Superior de Operaciones Regionales y Extensión Agropecuaria (DSOREA).Plan de Prevención y Mitigación del Fenómeno de “El Niño” 2009-2010 para la Región Chorotega. Centro de Comunicación y Prensa. 3 p.
- Marín, C. 1996.Sistema de explotación ganadera: notas en torno a su concepto. Universidad de Murcia. No. (19) p. 89–104.
- Marshall C; Rossman, G. 1995. Designing qualitative research, 2 ed. California, US, Sage. 178 p.
- Méndez, J. B; 2008. Manual de recomendaciones para el manejo sostenible de la ganadería bovina de carne en la región de Chorotega. Agro-cadena de la ganadería bovina de carne de la región de Chorotega. Ministerio de agricultura y Ganadería (MAG). 86 p.
- Monterroso, O. 2005. Bioeconomic models and agroforestry policy analysis: applications to silvopastoral systems in Guanacaste, Costa Rica. PhD Thesis, CATIE. 182 p.
- MINAET (Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones) 2009. Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el



- Cambio Climático/MINAET, Instituto Meteorológico Nacional, GEF, PNUD. – Primera Edición 2009. San Jose, CR.
- Naranjo, L. 2000. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad (en línea). Disponible en <http://lead.virtualcentre.org/es/ele/conferencia2/vbconfe18.htm>.
- Neelin, J; Munnich, M; Meyerson J; Holloway, C. 2006. Tropical drying trends in global warming models and observations. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences and Institute of Geophysics and Planetary Physics, University of California, Los Angeles, CA.
- Ornelas, G; Solís, H; 2003. Estime cuantas unidades animal mes (uam) tiene en su rancho para determinar la adecuada capacidad de carga. Unión Ganadera Regional de Nuevo León. 3 p. <http://www.unionganaderanl.org.mx/revista.as>.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas Silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. 276 p. (Materiales de enseñanza, no. 44)
- Plan de estrategia de Desarrollo Rural de la península de Nicoya. 2004. Agencia de Desarrollo de la Península de Nicoya. Estrategia de Desarrollo Rural. 98 p.
- Proyecto GEF (Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas) 2007. Informe Anual 2006-2007. 136 p.
- Porter, J; Parry, M; Carter, T. 1991. The Potential Effects of Climatic Change on Agricultural Insect Pest. *Agricultural and Forestry Meteorology*. 57:221-240.
- Quiros, E. 2009. Recomendaciones para enfrentar el impacto de la sequía en la ganadería. Director Ejecutivo Corporación Ganadera (CORFOGA) en Costa Rica. Abril. P.6
- Ramirez, P. 1990. Alerta por estragos de El Niño. *La Nación*, San Jose, CR. Jul 8:3A.
- Retana, J.1999. Posibles efectos de la fase cálida de El Niño Oscilación Sur (ENOS) en la agricultura de Costa Rica. Un análisis cualitativo de las estadísticas de producción agropecuarias. Instituto Meteorológico Nacional. Producción Ganadera. San Jose, C.R. 15 p.
- Retana, J; Villalobos, R. 2000 <sup>a</sup>. Caracterización pluviométrica de la fase cálida de ENOS en Costa Rica con base en probabilidades de ocurrencia de eventos en tres escenarios: seco, normal y lluvioso. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 7(2):117-124

- Retana, J; Rosales, R;. 2000 <sup>b</sup>. Efecto de la variabilidad climática en la Región Chorotega sobre la producción bovina de carne en Costa Rica. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 7(1):1-20,2000. Instituto Meteorológico Nacional. Producción Ganadera.
- Retana, J. 2001. El clima y la ganadería bovina en Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. Gestión de Desarrollo. *Boletín Meteorológico*. San José, Costa Rica. 16 p.
- Retana, J.; Rosales, R. 2001. Efecto de la variabilidad climática sobre la producción bovina de carne en la región Chorotega de Costa Rica. *Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos*. 8(1):51-55.
- Retana, J.; Rosales, R. 2009. Impacto de la fase cálida de ENOS (El Niño-Oscilacion del Sur) sobre algunas variables productivas del ganado de carne en Costa Rica. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional. San José, Costa Rica. 9p.
- Retana, J. 2010. Racionamiento de la carga animal como forma de mantenimiento del hato para enfrentar la sequía provocada por El Niño 2009 – 2010. Departamento de Climatología e Investigación Aplicada. Instituto Meteorológico Nacional. 3 p.
- Restrepo C. 2002 Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco de Cañas, Costa Rica. Tesis MSc. Turrialba, CR. CATIE. 98 pp.
- Restrepo, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Harmand, M; Morales, J. 2004. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en trópico seco en Cañas, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* no. 41-42: 29-36.
- Rojas, B. 2007. Recomendaciones para la Ganadería. Coordinador Agrocadena Ganadería. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Región Pacífico Central. Esparza. 2007.
- Romero, F. 1998. Estrategias nutricionales en bovinos de carne: utilización eficiente de forrajes y minerales para incrementar la productividad y la producción. Congreso de Productividad y Competitividad: un reto ganadero. CORFOGA.

- Romero, J. 2005. Adaptation to climate change. Findings from the IPCC TAR. In Robledo, C; Kanninen, M; Pedroni, L. eds. Tropical Forest and Adaptation to Climate Change.
- Rosales, R. 2000. Impacto de la fase cálida de ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) sobre algunas variables productivas del ganado de carne en Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos.7(1):1-20,2000.
- Sanchez, L.Y. 2007. Caracterización de la mano de obra en fincas ganaderas y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba,CR, CATIE. 110p.
- Sepúlveda, C. 2008. Percepción de los productores ganaderos sobre el cambio climático en Costa Rica y Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Sin publicar. 14 p.
- Sepúlveda, C; Muhammad, I. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Informe técnico No. 377. Turrialba, Costa Rica.
- Souza de Abreu, MH. 2002. Contribution of Trees to the Control of Heat Stress in Dairy Cows and the Financial Viability of Livestock Farms in Humid Tropics. PhD. Thesis. Turrialba, Costa Rica, CATIE. P. irr.
- Turcios, H. 2008. Evaluación del proceso de toma de decisiones para adopción de bancos de proteína de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y su efecto como suplemento nutricional para vacas lactantes en sistemas doble propósito en El Chal, Peten, Guatemala. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 p.
- Vaccaro, L., R. Vaccaro., O. Verde; H. Mejías and E. Romero. 1993. Harmonizing type and environmental level in dual purpose cattle herds in Latin American. World Animal Review. 77:15-20.
- Vázquez, O. 2009. Comunicado Personal. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Director Regional. Región Chorotega.
- Vega, G.; Stolz, W. 1997. El fenómeno de El Niño su impacto en la económica de Costa Rica. Ministerio del Ambiente y Energía. Instituto Meteorológico Nacional. Oficina de Pronósticos. Nota técnica. San Jose, Costa Rica. 9 p.
- Vignola. 2010. Estudio de la percepción y actitudes de la población costarricense sobre cambio climático. 24 p.

- Villalobos F.; Retana J. 2004. Caracterización pluviométrica de la fase cálida de ENOS en Costa Rica con base en probabilidades de ocurrencia de eventos en tres escenarios: seco, normal y lluvioso. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F. 2008. Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. Turrialba, Costa rica. CATIE. 36 p.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Haensel, G. 2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles. Estudios de caso en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie técnica-manual técnico No. 95. p 7.
- Watson, R; Zinyowera, M; Moss, R; Dokken, D. 1997. The Regional Impact of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. Summary for Policymakers. Report Of IPCC Working group II. 16 p.

## 8 ANEXOS

Anexo 1. Número de fincas según el número de meses secos en Guanacaste, Costa Rica (N=5,757)

Sistema de Producción	Meses secos (%)				
	2	3	4	5	6
Carne	0.2	5.7	38.9	47.5	7.5
Leche	0.2	12.2	63.1	18.5	5.8
Promedio	0.2	6.9	43.1	42.4	7.2

Fuente. MAG, 2001 en Flores, 2006

Anexo 2. Entrevista semi estructurada en campo

### Datos generales de la Finca

<b>Fecha</b> _____
<b>Nombre del Encuestador</b> _____
<b>Cantón</b> _____ <b>Distrito</b> _____
<b>Punto de GPS</b> _____
<b>Nombre de la persona entrevistada</b> _____
<b>Teléfono</b> _____
<b>Nombre de la finca</b> _____
<b>Área de la Finca</b> _____

### Cuál es el sistema de producción de la finca:

Carne/Cría \_\_\_\_\_ Desarrollo \_\_\_\_\_ Engorde \_\_\_\_\_ Doble Propósito \_\_\_\_\_  
 Leche \_\_\_\_\_.

### Distribución del uso del suelo que tiene actualmente la finca:

Usos del suelo	Área (ha)	Tiempo de establecido
Pastura degradada		
Pastura natural con baja densidad de árboles .		

Pastura natural con alta densidad de árboles		
Pastura mejorada con baja densidad de árboles (< a 30)		
Pastura mejorada con alta densidad de árboles (> a 30)		
Pastura en callejones		
Pastura asociada con leguminosas		
Árboles dispersos		
Banco forrajero		
Cultivos anuales		
Cultivos perennes		
Cercas vivas		
Pasto de corta		
Bosque ripario		
Bosques secundarios		
Tacotal		

**Características de los potreros de la finca:**

Potrero	Especie de pasto dominante	Pendiente *	Condición del potrero**	Número de árboles por Ha (> a 10 <sup>cm</sup> )	% del potrero rodeado de cerca viva	Condición de la cerca viva***

\* Pendiente PI=Plano, PM =Pendiente moderada, PF=Pendiente fuerte. \*\* Buena condición:  $\geq$  de 70 % cobertura del suelo, moderada = entre 50 a 70 %, Baja cobertura =< del 50 % de cobertura del suelo. \*\*\* Cerca viva buen estado = continua, bien manejada, con buen vigor, cerca viva en mala condición = discontinua, mal manejada, pobre vigor. Evalúe al menos 3 potreros.

**Especies comunes de árboles en potrero, su uso principal y manejo en finca:**

ID	Especies	Uso	Manejo*
1			

2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
	<b>Total</b>		

\*Raleos, podas, chapeos, etc.

¿Cómo califica usted la relación que tiene la pastura mejorada *Brachiaria brizantha* con los árboles de su finca?  
 ¿Con que especies de árboles lo ha notado? ¿Con que especies de árboles no lo ha notado?

---



---



---

**Descripción del hato ganadero en la finca:**

Categoría	Número de animales	Carga animal por Ha
Vacas preñadas		
Vacas secas		
Novillas > 2 años		
Novillas 1 a 2 años		
Toretos > 2 años		
Toretos 1 a 2 años		
Terberos		
Terberas		
Toros		
Bueyes		
Caballos		
Otros (Cabras, ovejas)		

**Infraestructura de la finca:**

Construcciones	Dimensiones m <sup>2</sup> y número	Estado*	Costo (\$)	Años de antigüedad

Corral				
Corral con manga				
Lechería				
Comederos				
Bebedores fijos				
Bebedores móviles				
Prensa de ganado				
Saladeros				
Bodega				
Vivienda				
Aguadas				
Ordeña mecánica				

\*Bueno, regular, malo.

**Maquinaria, vehículos y equipo:**

Concepto	Cantidad	Marca	Costo (\$)	Años de antigüedad
Tractor				
Rastra				
Arado				
Vehículo				
Bomba de agua para riego				
Picadora de pastos				
Romana de pesar Ganado				
Carreta				
Guadaña				
Bomba de espalda				
Moto bomba				

**Percepción del cambio climático**

¿Según su experiencia, cree usted que el clima ha cambiado a largo de los años?

- a) Si \_\_\_\_\_
- b) No \_\_\_\_\_
- c) No Se \_\_\_\_\_



**¿Cómo se ha comportado las sequia en su región?**

- a) La temporada de sequia se ha alargado \_\_\_\_\_
- b) La temporada de sequia se ha acortado \_\_\_\_\_
- c) La temporada de sequia se ha comportado igual \_\_\_\_\_

**¿Cómo se han comportado las lluvias en su región? (puede repetir)**

- a) La temporada de lluvia se ha acortado \_\_\_\_\_
- b) La temporada de lluvia se ha alargado \_\_\_\_\_
- c) La temporada de lluvia se ha adelantado \_\_\_\_\_
- d) La temporada de lluvia se ha atrasado \_\_\_\_\_
- e) La temporada de lluvia se ha intensificado \_\_\_\_\_
- f) La temporada de lluvia se ha descontrolado \_\_\_\_\_
- g) La temporada de lluvias se comporta igual \_\_\_\_\_

**¿Cómo se han comportado la temperatura en su región?**

- a) La temperatura ha incrementado \_\_\_\_\_
- b) La temperatura ha disminuido \_\_\_\_\_
- c) La temperatura se ha comportado igual \_\_\_\_\_

**¿Cómo se han comportado los vientos en su región? (puede repetir)**

- a) Los vientos son más fuertes \_\_\_\_\_
- b) Los vientos son menos fuertes \_\_\_\_\_
- c) Los vientos son más frecuentes \_\_\_\_\_
- d) Los vientos se han comportado igual \_\_\_\_\_

**Percepción de frecuencias de sequias con mayor prolongación y/o intensificación en los productores**

**En el lapso de los últimos 20 años, ¿recuerda alguna o algunas temporadas de sequia o verano que en su opinión se haya prolongado y/o intensificado? ¿En qué años? (1990 – 2010)**

---

**Si tomamos en cuenta los últimos 20 años ¿Cuál es la frecuencia con la que ha notado mayormente que ocurren estos cambios?**

- a) Cada año \_\_\_\_\_
- b) Cada dos años \_\_\_\_\_
- c) Cada tres años \_\_\_\_\_
- d) Cada cuatro años \_\_\_\_\_
- e) No eh notado \_\_\_\_\_

**Para las quebradas, ojos de agua o aguadas, usted ha notado si: (puede repetir)**

- a) El nivel de agua ha disminuido \_\_\_\_\_
- b) El nivel de agua ha aumentado \_\_\_\_\_
- c) El nivel de agua está igual que años anteriores. \_\_\_\_\_
- d) Otro \_\_\_\_\_

**Para los animales, usted ha notado si: (puede repetir)**

- a) Disminuyen su peso y/o producción de leche \_\_\_\_\_

- b) Hay más muertes de animales \_\_\_\_\_ ¿En qué tipo de animal? \_\_\_\_\_
- c) Hay más enfermedades en animales. \_\_\_\_\_ ¿Qué enfermedades y que animales? \_\_\_\_\_
- d) Hay más \*plagas en animales. \_\_\_\_\_ ¿Qué plagas y que animales? \_\_\_\_\_
- e) Los animales se mantienen igual \_\_\_\_\_
- f) Otro \_\_\_\_\_

\*Plagas: tórsalo, garrapatas, murciélagos.

### Adaptación al cambio climático

#### Para el manejo usted:

- a) \*Estabula el ganado \_\_\_\_\_
- b) \*Semi estabula el ganado \_\_\_\_\_
- c) Vende animales para reducir la carga animal \_\_\_\_\_
- d) Alquila pasturas en invierno y descansa las suyas \_\_\_\_\_
- e) Se mantiene igual \_\_\_\_\_
- f) Otro \_\_\_\_\_

\*Estabulado: confinado y comida continua.

\*Semi estabulado: comida y regresa al potrero.

#### Para garantizar la disponibilidad de agua en su finca, usted:

- a) Protege las fuentes de agua con siembra de árboles \_\_\_\_\_
- b) Realiza pozos profundos \_\_\_\_\_
- c) Se mantiene igual \_\_\_\_\_
- d) Otro \_\_\_\_\_

#### Para brindar agua a su ganado, usted:

- a) Abre el paso del ganado a quebradas \_\_\_\_\_
- b) Transporta el ganado a fuentes de agua externas \_\_\_\_\_
- c) Instala mas abrevaderos \_\_\_\_\_
- d) Se mantiene igual \_\_\_\_\_
- e) Otro \_\_\_\_\_

#### ¿Para el manejo de sus potreros usted: (puede repetir)

- a) Deja árboles en los potreros (regeneración natural) \_\_\_\_\_ ¿Qué especies? \_\_\_\_\_
- b) Siembra más árboles en potreros \_\_\_\_\_ ¿Qué especies? \_\_\_\_\_
- c) Establece sitios de sombra con árboles \_\_\_\_\_
- d) Realiza mas apartos \_\_\_\_\_
- e) No hace nada diferente \_\_\_\_\_
- f) Otro \_\_\_\_\_

#### ¿Para que el ganado tenga una mejor adaptación, usted:

- a) Mejora la raza de los animales \_\_\_\_\_ ¿Con que raza? \_\_\_\_\_
- b) Prefiere quedarse con la misma raza \_\_\_\_\_ ¿Que raza? \_\_\_\_\_
- c) Otro \_\_\_\_\_

#### ¿Realiza algún tipo de práctica en especial para tener agua en la finca durante sequias prolongadas?

## Inversión para el cambio climático

### Para tener elevar la producción en la finca, usted:

- a) Ha requerido de invertir más \_\_\_\_\_ ¿En que mas? \_\_\_\_\_
- b) Ha requerido de invertir menos \_\_\_\_\_ ¿En qué menos? \_\_\_\_\_
- c) Invierte igual \_\_\_\_\_ ¿Por qué razón? \_\_\_\_\_
- d) Otro \_\_\_\_\_

### Para el establecimiento de usos de suelo en la finca, usted:

- a) Emplea igual número de jornales \_\_\_\_\_
- b) Emplea menos numero de jornales \_\_\_\_\_
- c) Emplea mas numero de jornales \_\_\_\_\_

Usos del suelo	Precio (semilla, planta, saco, kg)	Cantidad empleada para el establecimiento	Jornales usados para el establecimiento	Lugar de compra
Pastura degradada				
Pastura natural con baja densidad de árboles .				
Pastura natural con alta densidad de árboles .				
Pastura mejorada con baja densidad de árboles (< a 30)				
Pastura mejorada con alta densidad de árboles (> a 30)				
Pastura en callejones				
Pastura asociada con leguminosas				
Árboles dispersos				
Banco forrajero				
Cultivos anuales				
Cultivos perennes				
Cercas vivas				
Pasto de corta				
Bosque ripario				
Bosques secundarios				
Tacotal				

### ¿Para el aumento de sus ingresos, usted:

- a) Diversifica sus actividades en la finca \_\_\_\_\_ ¿A cuáles? \_\_\_\_\_
- b) Renta sus tierras \_\_\_\_\_ ¿En cuánto? \_\_\_\_\_

- c) Vende pacas \_\_\_\_\_ ¿En cuánto? \_\_\_\_\_
- d) Vende ensilaje \_\_\_\_\_ ¿En cuánto? \_\_\_\_\_
- e) No hace nada diferente \_\_\_\_\_
- f) Otro \_\_\_\_\_

*Si comparamos el verano del año 2008 con el verano actual, quisiéramos saber si se encuentra realizando algo diferente en relación con lo siguiente:*

<i>Categoría de animal</i>	<i>Verano 2008</i>		<i>Verano actual</i>	
	<i>No. de animales</i>		<i>No. de animales</i>	
<i>¿Existen diferencias en el número de animales que vendió?</i>				
<i>¿Cuál cree que haya sido la razón?</i>				

<i>*Suplementos</i>	<i>Verano 2008</i>		<i>Verano actual</i>	
	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Precio</i>
<i>¿Existen diferencias en el uso de suplementos y concentrados empleados en la finca?</i>				
<i>¿En qué cantidad?</i>				
<i>¿Por qué razón?</i>				

*(Pacas, ensilaje, pollinaza, pulpa de naranja, miel, cascara de banano, sal mineral, melaza, etc.)*

<i>Categoría de animal</i>	<i>Verano 2008</i>	<i>Verano actual</i>
	<i>Cantidad</i>	<i>Cantidad</i>
<i>¿Existen diferencias en la cantidad de animales que tenía la finca?</i>		

<p><i>¿En qué tipo de animales?</i></p> <p><i>¿De qué raza?</i></p> <p><i>¿Por qué?</i></p>		
---	--	--

	<i>Verano 2008</i>	<i>Verano actual</i>
	<i>Cantidad (ha)</i>	<i>Cantidad (ha)</i>
<p><i>¿Existen diferencias en la disponibilidad de pasturas de su finca?</i></p> <p><i>¿Alquilo pasturas?</i></p> <p><i>¿Mantiene el mismo número de apartos?</i></p> <p><i>¿Introdujo pasturas?</i></p>		

	<i>Verano 2008</i>		<i>Verano actual</i>	
	<i>Uso de suelo</i>	<i>Cambio de uso de suelo</i>	<i>Uso de suelo</i>	<i>Cambio de uso de suelo</i>
<p><i>¿Realizo algún cambio en la distribución de uso de suelo en su finca?</i></p>				

*¿Existen diferencias en la productividad de su finca?*

<i>Productividad (leche)</i>	<i>Verano 2008</i>		<i>Verano actual</i>	
<i>Producción de leche (lts)</i>				
<i>Numero de ordeñas al día</i>				
<i>Precio de venta de la leche. (Abarroteras, tiendas, misceláneas)</i>				

**¿Qué incentivos cree usted que necesitan los productores ganaderos para la adopción de tecnologías y buenas prácticas como estrategia de adaptación al cambio climático?**

---

---

---

**¿Cuál cree que es la razón por la cual algunos productores no han adoptado ningún tipo de tecnología o buenas prácticas aun contando con acceso para asistencia técnica así como vecinos que si la están empleando?**

---

---

---

**¿Quisiera usted aportar algún consejo o practica en especial que esté funcionando en su finca para el conocimiento de los demás productores?**

---

---

---

**OBSERVACIONES GENERALES DE LA ENTREVISTA**

---

---

---

*Anexo 3. Distribución de la población bovina, áreas de pasturas, número de fincas y carga animal estimada por canton en la región de Chorotega.*

Cantón	Población Bovina	Área pasto (Ha)	Nº de fincas	Nº Promedio de animales por finca	Área promedio de finca (ha)	Carga animal (UA/ha)
Liberia	35.428	42584	294	121	144,84	0,62
Nicoya	55.455	61367	1.334	42	46,00	0,68
Santa Cruz	36.347	43773	964	38	45,41	0,62
Bagaces	35.410	45202	542	65	83,40	0,59
Carrillo	12.779	14300	345	37	41,45	0,67
Cañas	25.516	30296	378	68	80,15	0,63
Tilarán	38.722	40060	930	42	43,08	0,72
Abangares	30.188	34100	558	54	61,11	0,66
Nandayure	30.052	34456	496	61	69,47	0,65
La Cruz	15.427	21689	470	33	46,15	0,53
Hojancha	8.398	9798	314	27	31,20	0,64
TOTAL	323.722	377625	6625	49	57,00	0,64

Fuente. MAG, 2000

Anexo 4. Lista de problemas citados por productores en la zona de bosque seco de Costa Rica (n=7)

Rank	Category	Problems	Points	Classification
1	NC	Rainfall distribution	25	Exogenous
2	NC	Water access	25	Endogenous
3	FM	Lack of credit	23	Exogenous
4	CT	Grass quality	23	Endogenous
5	CA	Ranch administration	23	Endogenous
6	GO	Lack of training programs	20.5	Exogenous
7	CT	Bad pasture distribution	19	Endogenous
8	CT	Livestock genetics	18	Endogenous
9	CA	Farm infrastructure	18	Endogenous
10	CM	Beef prices	17	Exogenous
11	CT	Lack of technical assistance	16.5	Exogenous
12	CA	Lack of records	16	Endogenous
13	FT	Lack of technical assistance in forestry	14	Exogenous
14	CM	Beef marketing	12	Exogenous
15	FT	Forestry training	12	Exogenous
16	FP	Forest policies not adequate	9.5	Exogenous
17	FP	No adequate laws	9.5	Exogenous
18	FP	Lack of information about forest production	9.5	Exogenous
19	CT	Bats	8	Exogenous
20	FP	Application of forest policies	8	Exogenous
21	GO	Lack of training in cooperative management	7	Exogenous
22	CA	Lack of communication with the cattle auction in Cañas	6	Exogenous
23	GO	Lack of motivation to work in groups	3	Exogenous
24	FP	Attitude toward forest areas	3	Endogenous
25	FP	High cost of forest reGENCY	2	Exogenous
26	FM	Wood supply	2	Exogenous
27	FM	Wood marketing	1.5	Exogenous

CA = cattle administration, CM = cattle markets, CT = cattle technology, FM = forest markets, FP = forest policies, FT = forest technology, GO = group organization, NC = natural conditions.

Fuente. Flores, 2006

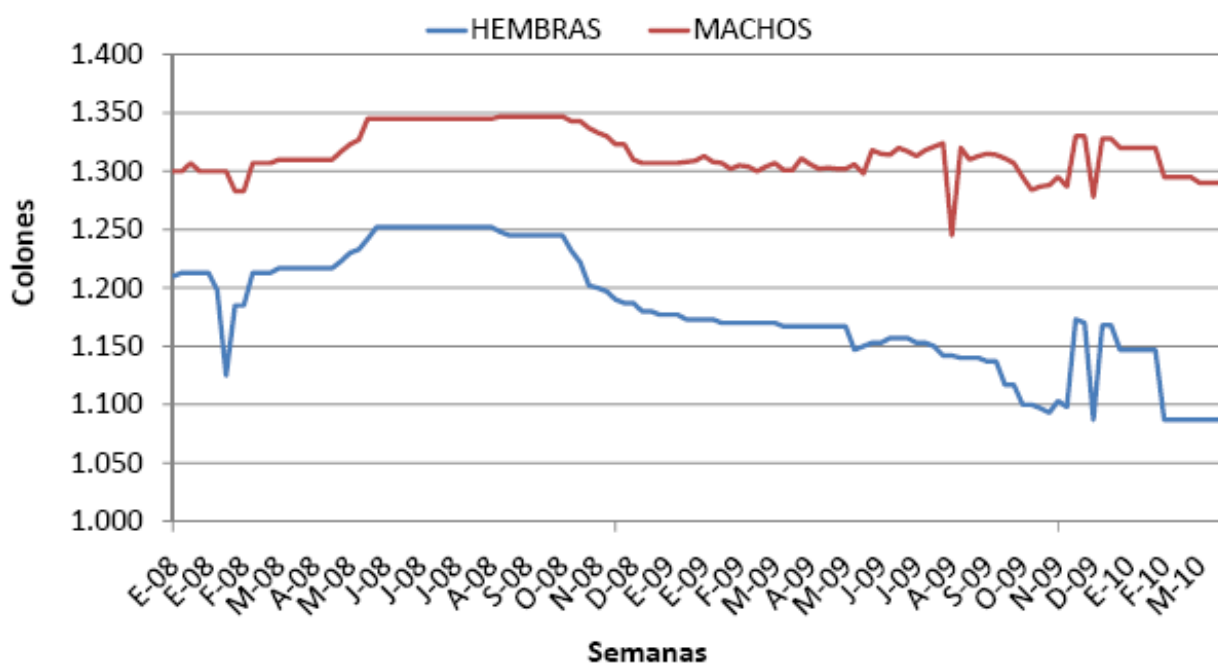
Anexo 5. Mercado donde se comercializan los animales en pie una vez que salen de la finca.

Mercado	Chorotega	Huetar Atlántica	Huetar Norte	Brunca	Pacífico Central	Central Sur	Promedio Nacional
Subasta	80.00	82.00	78.82	72.12	82.05	81.58	79.39
Intermediario	0.00	0.00	0.00	17.31	9.40	0.00	4.90
Matadero	8.18	6.00	3.53	0.00	5.98	0.00	4.22
Carnicería/comerciante	5.45	0.00	2.35	1.92	2.56	9.21	3.38
Otros productores	1.82	6.00	9.41	0.96	0.00	1.32	3.04
Particulares	0.00	0.00	2.35	5.77	0.00	6.58	2.20
Empacadora	2.73	0.00	2.35	0.96	0.00	1.32	1.18
IDA	0.91	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51
Proveedores	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
Otros <sup>(1)</sup>	0.91	3.00	1.18	0.96	0.00	0.00	1.01

(1) Otros incluye Cooperativa, venta local y exposición.

Fuente. GAMMA, 2010

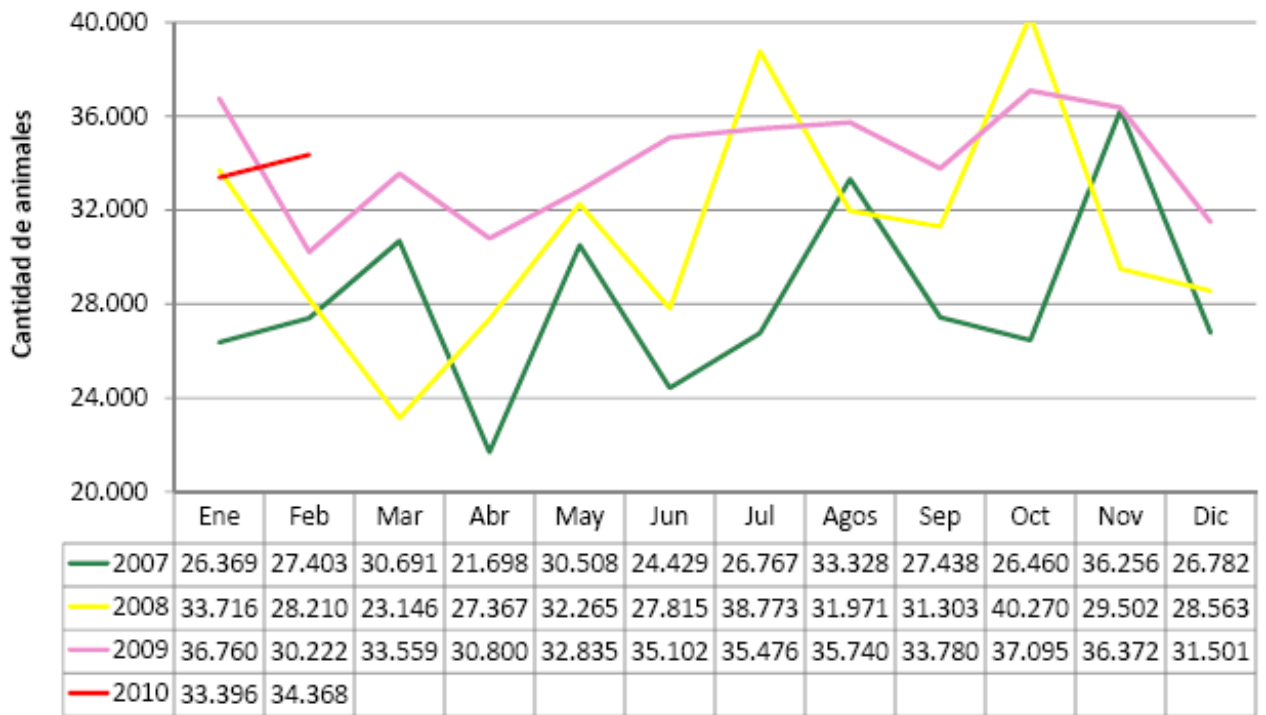
Anexo 6. Precios promedios semanales en canal de machos y hembras para años 2008 – 2010 (Colones ¢)  
CORFOGA



Fuente. CORFOGA, 2010.

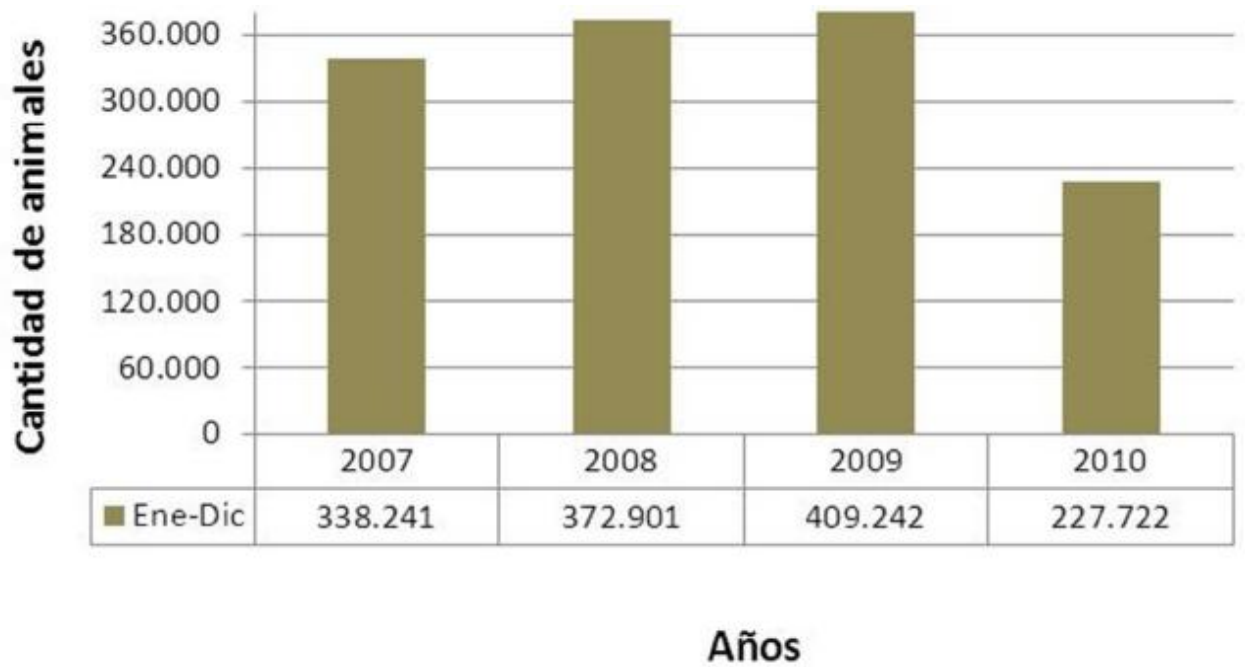
Anexo 7. Comportamiento de la matanza de ganado en plantas desde el año 2007 al 2010 para Costa Rica.





Fuente. CORFOGA, 2010.

Anexo 8. Comparativo de la matanza entre periodos del año 2007 al 2010 en plantas de Costa Rica.



Fuente.- CORFOGA, 2010.