

FICHA TÉCNICA PARA SISTEMAS PRODUCTIVOS CON GANADO BOVINO

Como parte del estudio de prácticas efectivas para adaptación de cultivos prioritarios para seguros, en Costa Rica

Realizado con el aporte del Fondo de Adaptación

Elaborado por:

Bárbara Viguera, MSc¹

William Watler, MSc²

Mariela Morales, MSc³



Versión 2 – Contiene las modificaciones solicitadas por el MAG

Marzo, 2018

Para la realización de este estudio se reconoce el apoyo de funcionarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Corporación Ganadera (CORFOGA), las cámaras de ganaderos y los productores encuestados, quienes aportaron significativamente al desarrollo de la investigación.

¹ Miembro del Programa Investigación en Desarrollo para Economía y Ambiente, CATIE

² Miembro del Programa Bosques, Cambio Climático y Cuencas, CATIE

³ Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA), CATIE

Tabla de contenido

ACRÓNIMOS.....	3
INTRODUCCIÓN	4
METODOLOGÍA Y CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO REALIZADO.....	5
TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE GANADO BOVINO	8
ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD DE LA GANADERÍA COSTARRICENSE AL CAMBIO CLIMÁTICO.....	15
Impactos del cambio climático y los eventos climáticos extremos en ganadería	15
Exposición de los sistemas ganaderos a las amenazas climáticas y no climáticas.....	20
Análisis de aptitud productiva de la ganadería costarricense	39
Identificación de prácticas de adaptación al cambio climático y los eventos climáticos extremos en ganadería	43
ESTUDIO DE EXPOSICIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN IMPLEMENTADAS EN EXPLOTACIONES GANADERAS DE 4 CANTONES DEL PAÍS.....	46
A. Vulnerabilidad de las distintas etapas de desarrollo a eventos climáticos.....	46
i. Definición de fases de desarrollo y producción por tipo de explotación	46
ii. Identificación de factores de exposición al cambio climático según los impactos reportados por los productores.....	56
B. Identificación de prácticas de adaptación implementadas por los ganaderos para reducir el impacto del clima y los eventos climáticos extremos sobre los pastos y el ganado.....	65
iii. Estimaciones de costos.....	66
iv. Barreras para la implementación	77
v. Evaluación de las prácticas y tecnologías de adaptación y su impacto sobre el agroecosistema	78
CONSIDERACIONES FINALES.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS	92
ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS.....	92
ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO	98
ANEXO 3. DISTRITOS POR REGIÓN PRODUCTIVA QUE SE CONSIDERAN EN EL ANÁLISIS DE DESINVENTAR	101

ACRÓNIMOS

CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CLADA	Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global
CORFOGA	Corporación Ganadera
DDC	Dirección de Cambio Climático
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INS	Instituto Nacional de Seguros
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
MAG	Ministerio de Agricultura
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
PBAE	Programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria
SENASA	Servicio Nacional de Salud Animal
SEPSA	Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria

INTRODUCCIÓN

Las actividades pecuarias tienen gran relevancia socioeconómica en Costa Rica. De acuerdo con el censo nacional agropecuario, en el año 2014, el 28,5% de las fincas agropecuarias en el país tenían producción de ganado vacuno como actividad principal, y el 43.4% de la superficie agropecuaria del país estaba dedicada a pastos. Las provincias de Alajuela y Guanacaste albergan más de la mitad de las fincas ganaderas del país, 33.5% y 22.0% respectivamente (Figura 1) (INEC, 2015). En términos económicos, el sector pecuario contribuyó un 19.6% al valor agregado agropecuario de 2016, del cual el 71% proviene de actividades relacionadas con el ganado vacuno, y el 29% restante a cerdos, pollos y otros animales (SEPSA, 2017).

Se espera que Costa Rica sufra pérdidas importantes en varios sectores a consecuencia del cambio climático (Vignola et al., 2014). Algunos de los cambios experimentados hasta la fecha, ya han provocado efectos adversos sobre la productividad y rentabilidad de muchos cultivos: el café, el maíz y el arroz, entre otros (CEPAL-CCAD-SICA, 2012; CEPAL, 2013; CEPAL, 2014; Bouroncle et al. 2014; Hannah et al. 2017). En el caso del ganado bovino, los impactos del cambio climático pueden ser directos (sobre los animales) o indirectos (sobre los pastos), pero en ambos casos, estudios realizados indican que la producción podría verse afectada a consecuencia del cambio climático (Ordaz et al., 2010).

Debido a la relevancia socioeconómica de los sistemas productivos de ganado bovino en el país y considerando los cambios de clima e impactos esperados sobre la producción, la adaptación de estos sistemas a las nuevas condiciones climáticas y a la incertidumbre debe ser una prioridad a nivel nacional. Para promover la adaptación de estos sistemas se requiere identificar prácticas y estrategias que permitan disminuir la vulnerabilidad del sector a los impactos esperados y así poder facilitar su adaptación, reduciendo las consecuencias negativas de estos cambios.

El presente documento resume los principales resultados del estudio realizado para el Instituto Nacional de Seguros por la Cátedra Latinoamericana de Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA) del CATIE, en el marco del proyecto Prácticas efectivas para adaptación de cultivos prioritarios para seguros en Costa Rica. En particular, el estudio se enfoca en la identificación de prácticas pecuarias cuya implementación en las fincas del país contribuya a prevenir o mitigar el impacto de eventos climáticos en sistemas productivos de carne, lechería y doble propósito en Costa Rica. Este estudio contribuye al conocimiento sobre buenas prácticas pecuarias que están siendo implementadas y que pueden mitigar los impactos del clima y los eventos extremos en el país, y al mismo tiempo provee al Instituto Nacional de Seguros (INS) de información técnica confiable y aplicable al diseño de productos financieros y seguros agropecuarios.

METODOLOGÍA Y CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO REALIZADO

Marco metodológico

El marco metodológico se enfoca en responder a los siguientes objetivos:

- I. Tipificar los sistemas productivos ganaderos de Costa Rica.
- II. Determinar el grado de exposición de las pasturas y los sistemas ganaderos, basado en sus condiciones de sitio y de las amenazas climáticas observadas.
- III. Analizar la aptitud de los sistemas ganaderos con base en el Índice de Temperatura y Humedad, que determina el estrés calórico y el impacto del clima en los animales.
- IV. Identificar prácticas que permitan prevenir o bien reducir el impacto de los eventos climáticos en los sistemas productivos de interés.

Para responder dichos objetivos se han realizado revisiones de la literatura técnica y científica existente, con énfasis en la información a nivel nacional. Además, se han realizado consultas telefónicas y en persona a informantes clave del sector público y privado, y encuestas semiestructuradas a productores y técnicos de las zonas de estudio seleccionadas.

Zonas de estudio:

En conjunto con el INS y el MAG, se seleccionaron 4 zonas de estudio, correspondientes a 4 cantones del país de distintas zonas productivas, en función de su relevancia en producción ganadera. En cada zona se determinó el sistema o sistemas principales de explotación:

- Chorotega: Cantón de Abangares: ganadería de doble propósito y en menor medida carne.
- Central Occidental: Cantón de Zarcero (Alfaro Ruiz): lechería especializada
- Huetar Norte: Cantón de San Carlos: carne y lechería tropical
- Huetar Atlántica: Cantón de Guápiles: carne y lechería tropical

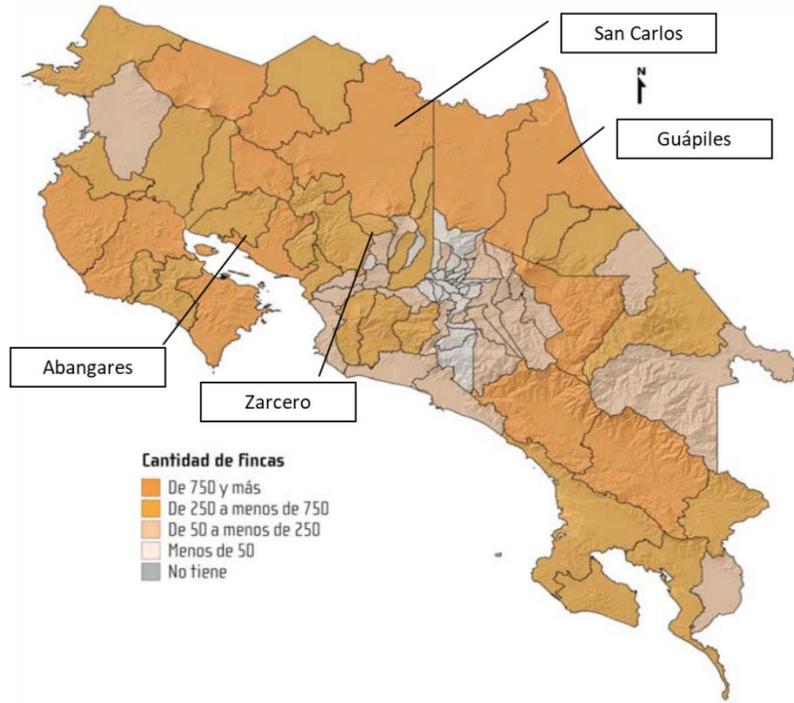


Figura 1: Distribución de la cantidad de fincas con actividad principal de ganado vacuno por cantón, y localización de los cantones de estudio. Tomado del Atlas Estadístico Agropecuario (INEC, 2015) y modificado por los autores.

Consideraciones previas:

Con relación a evaluaciones previas de este mismo estudio realizadas sobre cultivos agrícolas, se han realizado las modificaciones pertinentes para adecuarlo a los sistemas pecuarios de ganado bovino. Entre las modificaciones se encuentra:

- Se trabajan 4 sistemas zootécnicos, correspondientes a las actividades productivas de carne, lechería especializada, doble propósito y lechería tropical.
- El tipo de sistema utilizado (extensivo, semiestabulado o estabulado) se considera parte del manejo de la finca, y se refleja en la información recolectada en las entrevistas.
- Por indicación de técnicos y extensionistas de las zonas de estudio, no se han determinado valores óptimos, medios y críticos para los sistemas ganaderos. Esto responde al gran margen de condiciones en las que pueden ser criados los animales (especialmente las mezclas entre razas) al papel del manejo en la aptitud de los sistemas y a la adecuación de los pastos a las distintas zonas bioclimáticas. Este estudio se ha sustituido por el análisis del Índice Temperatura-Humedad (ITH).
- Se incluyen algunos aspectos de pasturas, que tienen gran relevancia en la productividad de los sistemas pecuarios. Sin embargo, se recomienda realizar un análisis completo de los impactos del cambio y la variabilidad climática sobre las pasturas del país, y las prácticas más adecuadas para su manejo.

- Se entiende como sistemas de doble propósito aquellos sistemas de modalidad intermedia, orientados a la producción de leche y cría, no especializada en leche que permite tener un ingreso extra de la venta de la carne. El sistema deriva de los sistemas de cría no rentables, que empezaron a aprovechar la leche. En la actualidad, aproximadamente el 70% de los ingresos proceden de la leche. Son sistemas sin desarrollo tecnológico y con animales no necesariamente aptos para el sistema, que generalmente aportan un promedio de 5 kg de leche al día.
- Aunque no se consideró inicialmente, se incluyen en el estudio los sistemas de lechería tropical. La lechería tropical consiste en la transformación de esquema de doble propósito en una lechería más intensiva. Se utilizan razas o cruces con genética adecuada, orientada a producción de leche intensiva. En general se promueve este sistema en fincas más grandes que las lecheras, con menor aporte de insumos externos, pastoreo intensivo con rotación, donde eventualmente los terneros no se destetan y quedan en la finca para su desarrollo y engorde. Se trata de sistemas más tecnificados, adaptados a las condiciones climáticas del trópico y al cambio climático, y con un mayor control de la producción de leche y carne.

La organización del documento sigue la siguiente lógica: primero se tipifican los sistemas ganaderos costarricenses; después se presenta el análisis de la vulnerabilidad de estos sistemas, que consta de una revisión de literatura sobre los potenciales impactos del cambio climático en los sistemas ganaderos, la evaluación de la vulnerabilidad de los sistemas ganaderos en las distintas regiones productivas con base en a) criterio de expertos, y b) identificación de impactos climáticos y no climáticos registrados en cada región productiva, el análisis de aptitud según variables climáticas y el cálculo del ITH promedio anual a nivel de Costa Rica, que determina qué tan viable es la ganadería en las distintas zonas, y una identificación de prácticas de adaptación que pueden implementarse para reducir la vulnerabilidad de los sistemas ganaderos al cambio climático. Finalmente se realiza un estudio en cuatro zonas del país; mediante consultas a productores, técnicos e investigadores se identifican los factores de vulnerabilidad y los impactos del clima sobre distintas fases de desarrollo de los animales (establecidas para este estudio) en 4 cantones y 4 sistemas productivos; además, se identifican prácticas y tecnologías de adaptación que los productores implementan en respuesta a dichos impactos, se realiza la estimación de costos de la implementación y mantenimiento de dichas prácticas y tecnologías, se identifican barreras y se evalúa la contribución de estas prácticas a la sostenibilidad ambiental de los sistemas.

De esta forma se plantea el estudio partiendo de la caracterización de los sistemas de interés, se caracterizan los factores de vulnerabilidad climática de los sistemas ganaderos con base en información existente que permite realizar una priorización de zonas y sistemas productivos, y se realiza un estudio en campo para conocer el estado actual de la adaptación en la ganadería del país, así como las opciones más prometedoras y las barreras para incrementar el uso de estas prácticas.

TIPIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS DE GANADO BOVINO

1. Caracterización de la ganadería costarricense

Las explotaciones de ganado bovino en Costa Rica son de pequeña escala. La finca promedio tiene 27 unidades animales y una extensión de 35 ha. El 41% de las fincas del país tienen una extensión de menos de 10 ha y poseen el 11% del hato nacional. En el otro extremo, las fincas de más de 80 ha constituyen el 10% del total de explotaciones ganaderas y controlan el 43% de hato nacional. Se observa, además, una marcada concentración regional de las tierras ganaderas y de los inventarios vacunos. Las regiones Huetar Norte y Chorotega, consideradas en conjunto, contabilizan más de la mitad del ganado y de las pasturas del país (53% y 54%, respectivamente) (Holman, 2007).

En el hato vacuno nacional predomina el ganado de carne, que constituye el 42.1% del total de las fincas, y se ubica en su mayoría en Guanacaste. El ganado de doble propósito y el ganado de leche representan el 32,0% y el 25,6% respectivamente, y se encuentran mayoritariamente en la provincia de Alajuela (INEC, 2015). La distribución de los distintos tipos de explotación por provincia se detalla en la Figura 2.

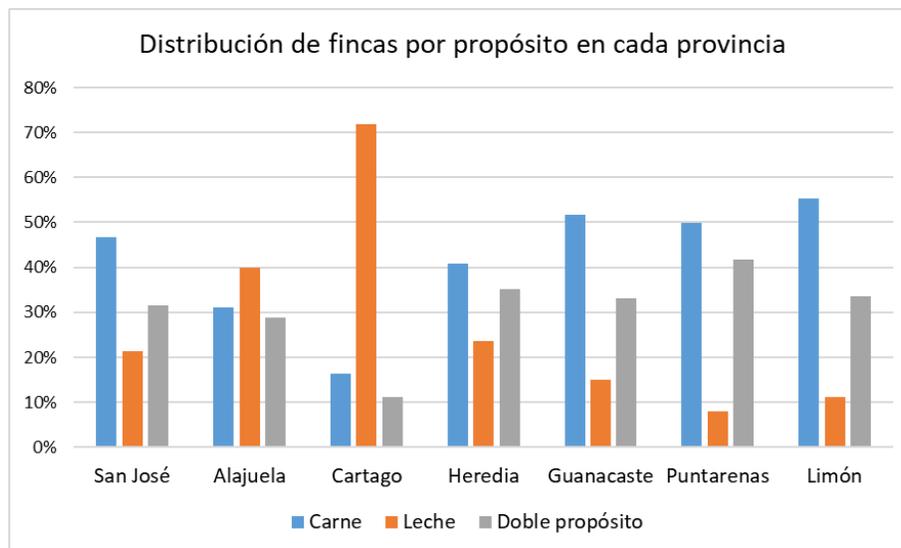


Figura 2: Distribución porcentual de las fincas dedicadas a carne, leche y doble propósito por provincia. Elaborado por los autores con base en información del VI Censo Nacional Agropecuario (2014).

Los sistemas de producción son mayoritariamente de pastoreo (89%), y de forma minoritaria semiestabulados o estabulados (9 y 2% respectivamente). A consecuencia del manejo mayoritariamente extensivo, el sistema principal de alimentación del 94% de las

fincas se basa en pastos, tanto naturales como mejorados, y el 6% restante se distribuye entre pastos de corte, forrajes, ensilaje, concentrados, residuos agrícolas y otros (Figura 3), si bien es cierto que en la mayor parte de los sistemas productivos del país proveen suplementos alimenticios al ganado, de forma complementaria a los pastos.

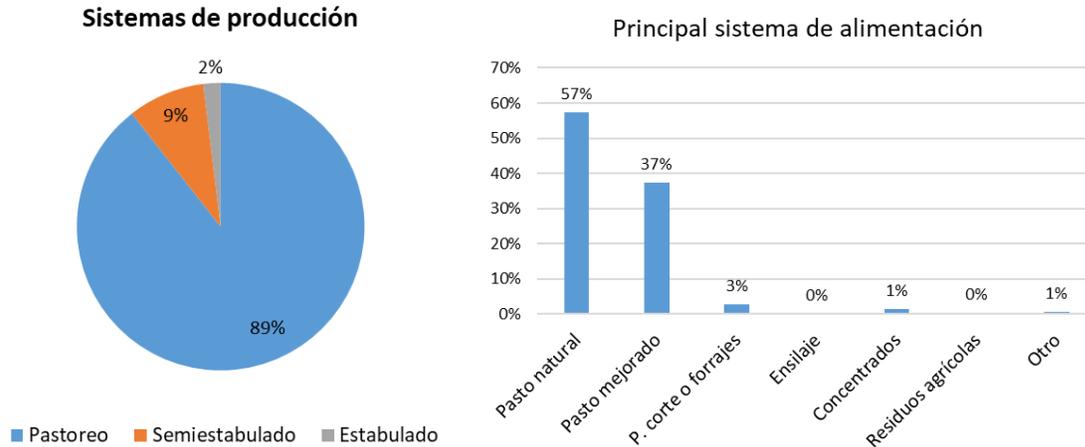


Figura 3: Sistemas de producción y de alimentación utilizados en el país. Elaborado por los autores con base en información del VI Censo Nacional Agropecuario (2014).

2. Principales razas utilizadas en la ganadería costarricense

Los bovinos (vacas, toros y bueyes) son mamíferos artiodáctilos de la familia *Bovidae*, Subfamilia *Bovinae*, Género *Bos*, que incluye 5 especies y 11 subespecies (Wilson y Reeder, 2005). Entre ellas, la especie *Bos taurus* se encuentra distribuida y domesticada por todo el mundo. Estudios genéticos sugieren la existencia de dos subespecies resultantes de la domesticación: *B. taurus taurus* y *B. taurus indicus*, originarias de poblaciones Euroasiáticas e Indias, respectivamente (Wilson y Reeder, 2005). Estas dos subespecies conforman el ganado bovino existente en Costa Rica, aunque es frecuente que en el país éstas sean consideradas dos especies distintas, bajo los nombres de *B. taurus*, o ganado de razas europeas, y *B. indicus*, o ganado cebuino.

En Costa Rica encontramos diversas razas de las subespecies *Bos taurus* y *Bos indicus* y en la actualidad el hato del país está compuesto en gran medida por cruces entre las distintas razas presentes en el país, con el fin de incrementar la resistencia del ganado y su productividad (Vilaboa et al. 2012), y que ha dado lugar a cierta consanguinidad del hato nacional (Martinez et al. 2015). Los criadores de ganado seleccionan las razas y sus cruces dependiendo de las condiciones climáticas propias de sus zonas de producción, pues cada raza está adaptada genéticamente a condiciones de calor y humedad particulares que define

una zona de confort, fuera de la cual el ganado puede ser afectado por condiciones de estrés calórico, el cuál puede medirse mediante el Índice de Temperatura Humedad (ITH) (González, 2002). La exposición prolongada a estrés calórico afecta la productividad animal (de leche y carne), la actividad reproductiva y la salud de los animales, afectando por tanto la viabilidad económica de la actividad ganadera. A razón de lo anterior, las razas europeas (puras y sus cruces) son utilizadas en Costa Rica para la producción de leche en zonas con temperatura menor a 24 grados Celsius y sin estrés calórico (ITH menor a 74). En zonas de mayor calor y humedad relativa (ITH entre 75-80) los ganaderos prefieren las razas cebuinas por su mayor adaptación a las condiciones tropicales, tanto para la producción de carne como para doble propósito.

Si bien la mayoría de las fincas presentan un hato con cruces de varias razas, las razas más frecuentes en el país⁴ son aquellas tipo Brahman, predominante en el 39,7% de las fincas del país, y Pardo Suizo, predominante en el 32,1%, seguidas por Jersey (11,4%) y Holstein (5,4%) (CORFOGA, 2013). El 11,4% restante lo conforman animales de razas Simmental, Simbrah, Gyr, Nelore, Brangus, Gyrolando y otras minoritarias. Además, como se aprecia en la figura 4, la distribución de razas varía entre regiones y actividades productivas (CORFOGA, 2013). Sin embargo, a pesar de lo descrito en estos documentos, el MAG destaca que gran parte de los bóvidos clasificados como brahman no necesariamente son brahman, sino que pueden ser cruces de éste con otras razas indias, o incluso ejemplares de otras razas indias que los ganaderos relacionan con brahman por su morfología similar (M. Chacón, comunicación personal, 16 de febrero de 2018).

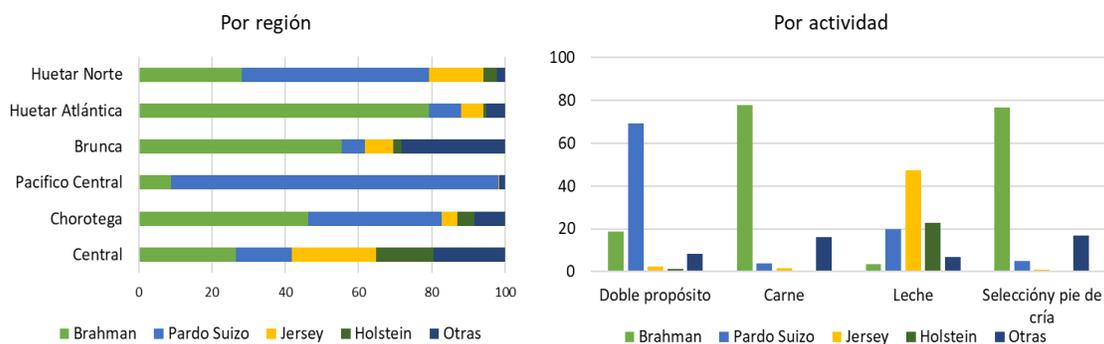


Figura 4: Distribución de las razas bovinas más frecuentes por región y por actividad productiva. Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta Ganadera Nacional 2012 (CORFOGA, 2013).

A continuación, se describe brevemente las razas más utilizadas en el país (figura 5):

⁴ Considerando porcentaje de fincas que menciona dichas razas como especie predominante.

Brahman: Genética muy presente en el hato nacional; aparece como una de las razas más frecuentes en el país, si bien no se puede asegurar que todos aquellos individuos reportados como brahman realmente lo sean, ya que los productores tienden a identificar como brahman a los animales con características propias de ganado indio (chepa, orejas grandes, etc.). La raza brahman se caracteriza por su aptitud cárnica, excelente productividad y ganancia de peso diaria, que hace que alcancen el precio de mercado con rapidez. Presentan precocidad reproductiva y buena producción de leche. Al igual que otras razas de tipo cebuino, el ganado brahman se adapta al clima tropical, especialmente a las altas temperaturas, tienen menores requerimientos nutricionales e hídricos que las razas europeas, es resistente a parasitosis y más eficiente en la digestión de alimentos de baja calidad (Rodríguez 1983; FAO 1987). Por estos atributos productivos, y por su resiliencia y docilidad, esta raza es ampliamente utilizada en cruces para aumentar la productividad cárnica o la adaptación a altas temperaturas.

Pardo Suizo o Braunvieh: raza de origen europeo, excelente para la producción de leche y con la capacidad de producir buenos terneros para engorde, por lo que es frecuente encontrarlas en lecherías especializadas y en explotaciones de doble propósito. Son animales longevos, de gran musculatura y patas y pezuñas fuertes. Tiene la capacidad de mantener buena condición corporal en gran variedad de climas y puede cambiar su pelaje (de corto y fino a largo y abundante) para adaptarse a los distintos climas, manteniendo un desempeño fisiológico y una eficiencia reproductiva óptima. En Costa Rica está presente en zonas altas, zonas de bajura húmeda y de bajura seca. Son resistentes a enfermedades, en particular, son menos afectadas por mastitis que otras razas lecheras. Animales de 3° generación registran producciones de 6500 kg por lactancia, e incluso más. En el país se encuentra también ganado Pardo Suizo lechero, que deriva de pardo suizo y se especializó 100% en producción de leche (Chinchilla Lizano, 2013).

Jersey: animal de tamaño pequeño, longevo, precoz y orientado a la producción de leche de gran calidad. Tiene facilidad para adaptarse a zonas tropicales, donde se ha encontrado entre los 400 y los 3000 msnm, y es apta para terrenos con pendiente. Es eficiente en la transformación de alimento en leche, y su leche tiene alto contenido en grasa, proteínas y sólidos totales, por lo que recibe mayor precio y mayor rendimiento en la producción de queso. Es tolerante al calor y resistente a enfermedades tropicales (Delgado y Franco, 2006). Es muy utilizada para realizar cruces en el país.

Holstein: raza grande y fuerte, sobresaliente en la producción de leche, menos resistente a las condiciones de alta temperatura. Se caracteriza por su pelaje blanco y negro o blanco y rojo; este último es menos frecuente, pero tiene mejor adaptabilidad a climas cálidos. Se encuentra pura en las zonas altas de producción lechera, y en cruces con Jersey o Cebú en las partes medias y bajas, ya que estas mezclas les confieren adaptabilidad a climas cálidos (Delgado y Franco, 2006).



Figura 5. De izquierda a derecha, ejemplares hembra de razas Brahman, Pardo suizo, Jersey y Holstein.

3. Tipos de explotaciones

Existen varios tipos de explotaciones en función del objetivo productivo que persigan (carne, leche o ambos), y en el caso de las explotaciones para carne existen varios tipos en función de las fases productivas que se realicen dentro de la finca. En el cuadro 1 se especifican los tipos de explotaciones y las modalidades de éstos, así como especificaciones generales del manejo en cada caso. Sin embargo, según estudios realizados por el MAG, la mayoría de las explotaciones del país son mixtas, es decir, que presentan más de una función o más de una de las categorías de producción (M. Chacón, comunicación personal, 16 de febrero de 2018), por ejemplo, un sistema registrado como, cría que deja un porcentaje de los terneros en engorde en la misma finca.

A continuación, se detallan las fases de desarrollo por sistema productivo. Las fases son las mismas independientemente de que la finca maneje ganado de razas *Bos Taurus* o *Bos indicus*. Algunas de las fases, por ejemplo, desarrollo y engorde en sistemas de producción de carne, no presentan diferencias a nivel de manejo ni sensibilidad a eventos climáticos, sin embargo, se decidió presentarlas de forma separada a los expertos ya que existen fincas que solo cubren algunas de las dos fases.

Cuadro 1. Tipos de explotaciones ganaderas presentes en el país, con su objetivo y especificaciones generales del manejo (basado en Ducca et al. 2007, modificado por los autores)

Tipo de explotación		Objetivo	Especificaciones
Carne	Cría	Producción y venta de animales para repasto o carne.	<ul style="list-style-type: none"> • Solo Cría: producción de terneros para su venta al destete o año. • Cría y desarrollo: producción de terneros para su venta a un peso alrededor de los 250-350 Kg (dependiendo de razas y regiones). • Ciclo completo: Cría, desarrollo y engorde de terneros para su venta a un peso alrededor de los 600-800 kg (dependiendo de razas y regiones). Poco frecuente. Existen flujos de animales en todas las etapas.
	Desarrollo	Engorde de animales para su venta como carne o para engorde	<ul style="list-style-type: none"> • Múltiples modalidades: en función de la edad y peso de ingreso de los terneros, toretes o vacas, del objetivo que se persiga, de la existencia de hembras o solamente machos en el hato, etc. (Pérez, 2015) • La rentabilidad depende del incremento de peso diario de los animales y de la carga en la finca (las cargas en fincas de engorde deben estar por encima de 2 UA/ha) (INTA, 2017)
	Engorde	Engorde de animales para su venta como carne	<ul style="list-style-type: none"> • Introducción de animales desarrollados que se engordan para su venta. Se pueden encontrar cualquier tipo animal o cruces • Llamado “finalización” en algunas regiones.
	Mixtos	Mezcla de los sistemas anteriores	<ul style="list-style-type: none"> • En realidad, gran parte de los sistemas nacionales responde a esta categoría. Se trata de fincas con un objetivo principal (e.g. cría), que en paralelo realizan otra actividad (e.g. desarrollo)
Doble propósito	Doble propósito convencional	Ordeño y venta de leche o queso y crianza de terneros (as) para venta como carne.	<ul style="list-style-type: none"> • El rango de ingreso entre los dos productos debe estar en una relación 70-30. • Considera el establecimiento de razas híbridas (1/2 a 5/8 de herencia de una raza base) producto del cruce de las especies <i>Bos indicus</i> y <i>Bos taurus</i>. • Se obtienen períodos de lactancia de 5 a 8 meses por vaca y venta de terneros al destete o al año (los terneros pueden ir a engorde o directamente a matadero).

	Lechería tropical	Ordeño con venta de leche o queso y crianza de terneros (as) para venta como carne.	<ul style="list-style-type: none"> • Doble propósito con razas adaptadas a las condiciones tropicales • Los periodos de lactancia son más largos ya que la producción no depende solamente de la presencia y estimulación del ternero. • La genética y los cruces permiten tener terneros con buena ganancia de peso, interesantes para su desarrollo y engorde.
Leche	Lechería especializada	Producción y venta de leche o sus derivados.	<ul style="list-style-type: none"> • Estas explotaciones también reciben ingresos por concepto de venta de vacas viejas para carne (inferior al 20% del ingreso total). • Los terneros recién nacidos que no son seleccionados como reemplazo (todos los machos y algunas hembras) se descartan.

ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD DE LA GANADERÍA COSTARRICENSE AL CAMBIO CLIMÁTICO

IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS EN GANADERÍA

La fisiología del ganado responde a estímulos físicos, químicos, biológicos y climáticos de su entorno, que modifican el funcionamiento de su cuerpo, pudiendo alterar su rendimiento productivo. El rendimiento en ganadería puede medirse como eficiencia en la conversión alimenticia, incremento de peso diario, tasa de reproducción, producción de leche, etc. El clima influye en gran medida en el rendimiento de la explotación ganadera, tanto directa como indirectamente (Singh et al. 2017). A continuación, se describen de forma resumida los principales efectos directos e indirectos del clima y los eventos climáticos extremos sobre los animales y los sistemas ganaderos en general. La figura 6 resume los impactos del incremento de la concentración de CO₂, el aumento de temperatura y la variabilidad de precipitaciones sobre los sistemas ganaderos y los pastos.

Impactos directos

Estrés calórico

El estrés calórico en los animales, cuantificado como el impacto en la producción de leche o carne, y en la reproducción, afecta los mecanismos de termorregulación animal (evaporación, conducción, convección y radiación), afectando su zona de confort o termoneutralidad (5-25°C), lo que a su vez altera el consumo de alimento, las concentraciones hormonales y el metabolismo. Entre las condiciones ambientales que se relacionan con la productividad láctea, se citan la temperatura ambiental, la humedad relativa, la radiación solar, la velocidad del viento, el efecto de la duración del día y la precipitación diaria (WingChing-Jones et al. 2008). El efecto específico del estrés calórico en la productividad y la reproducción del ganado se describe en los siguientes párrafos.

Efecto del estrés calórico en la productividad

En la producción de leche se ha comprobado que el estrés calórico produce un efecto negativo en todas las etapas de producción, aunque en formas y proporciones diferentes. El tiempo dedicado al pastoreo y al descanso está condicionado por las condiciones climáticas (Mora-Delgado et al. 2016) y varía entre especies y razas, siendo las europeas las que en condiciones de calor descansan un mayor porcentaje del tiempo que las cebuinas (Rodríguez,

1983). La vaca lechera europea es particularmente sensible al clima cálido. Es evidente su efecto en la disminución del consumo de alimento y del nivel de producción. Para las vacas lecheras, la principal estrategia para reducir el calor corporal es la reducción voluntaria del consumo de materia seca.

Efecto del estrés calórico en la reproducción

Los efectos del estrés calórico en la reproducción bovina han sido estudiados ampliamente. Sus efectos adversos se han reportado en aspectos como la duración y expresión del estro, desarrollo embrionario temprano, flujo sanguíneo, relaciones hormonales y crecimiento fetal. El estrés calórico también se ha asociado con el aumento en el número de óvulos no fertilizados y embriones anormales. En hatos afectados por el calor se observa la falta de concepción, muertes embrionarias tardías e incluso abortos. Los efectos más conocidos sobre la gestación son la disminución del peso del ternero al nacimiento, alteraciones en las concentraciones hormonales materno-fetales y reducción en la producción de leche posparto.

Incremento de ciertas plagas y enfermedades

La exposición de los animales al calor intenso, la humedad, las sequías o el frío puede predisponerlos a complejos síndromes bacterianos o a enfermedades. Las mastitis o infecciones en las ubres tienen una relación con olas de calor y con episodios de calor y humedad elevada, ya que las vacas tienden a echarse en lugares fangosos, inundados o directamente sobre las excretas, incrementando su exposición a las bacterias. La leche de las vacas que padecen mastitis, particularmente cuando está en estado subclínico sin síntomas visibles, plantea problemas de salud para los consumidores de leche si la pasteurización es incompleta o defectuosa, por lo que debe ser descartada. Las mastitis son tratadas con antibióticos, por tanto, durante el periodo en que la vaca está en tratamiento y el antibiótico se elimina, la leche debe ser descartada.

En el caso de los parásitos internos y externos, algunos estudios demuestran que las condiciones climáticas extremas (por ejemplo, épocas secas más largas) provocan incrementos de las poblaciones parasíticas. Esto, combinado con el estrés nutricional del ganado y la escasez de agua que confina a los animales a las pocas fuentes de agua disponibles, incrementa el riesgo de infección de las mismas (Villar, 2012).

Daños por exceso de humedad

El exceso de humedad por lluvias prolongadas puede generar impactos negativos al ganado. Una de las enfermedades más comunes se produce en los cascos, con el daño que

produce la humedad en las pezuñas, lo que les ocasiona cojera, y el deterioro por la mala alimentación. Asimismo, el estrés ocasionado por las condiciones de humedad facilita la proliferación de organismos microbacterianos (mastitis). Adicionalmente, pueden presentarse problemas respiratorios como el síndrome del complejo bovino, que es una patología multicausal donde principalmente se involucra el estrés en el ambiente de los animales.

Mayor requerimiento hídrico

Como parte de su estrategia de termorregulación, el ganado no solo cambia el volumen de consumo de materia seca diario, sino también de agua. En temperaturas elevadas, el consumo diario de agua aumenta, llegando incluso a duplicar el valor de consumo de agua promedio de la estación lluviosa (Arias et al. 2008).

Eventos climáticos extremos

Además de los impactos directos (e indirectos) por sequías, los eventos extremos del tipo huracán, tormenta tropical, ciclón u otros, provocan lluvias fuertes que pueden causar inundaciones, derrumbes, caída de rayos y vientos fuertes entre otros. En ocasiones, la virulencia de estos eventos se traduce en pérdidas de cabezas de ganado, incluida la pérdida de parte del hato por impacto de rayo, e impactos sobre infraestructuras, que incluyen establos, sistemas de ordeño y refrigeración de leche, cercados y vías de transporte. La tormenta tropical Nate que afectó al país en octubre de 2017 es un buen ejemplo de estos impactos: las inundaciones causaron la muerte o desaparición de más de 27.000 animales, cerca de 2.000 bovinos en las regiones Chorotega, Pacífico Central y Sur, anegación de 84.000 ha de pastos en esas mismas regiones y aislamiento de lecherías con la correspondiente pérdida de leche por falta de electricidad y vías de comunicación para la entrega de la leche (Barquero, 2017)

Impactos indirectos

Los efectos indirectos de los cambios provocados por el clima en el rendimiento animal se deben principalmente a alteraciones en el entorno nutricional. El clima afecta indirectamente al ganado reduciendo la cantidad y calidad de las diversas fuentes de alimento (Arias et al. 2008). Debido al déficit hídrico, muchas plantas reducen o detienen su crecimiento, se marchitan y mueren, disminuyendo la oferta forrajera; su composición química sufre cambios, se reduce la digestibilidad y el consumo voluntario por los animales se reduce. La temperatura, evaporación y velocidad del viento elevadas y la baja humedad

relativa también pueden tener efectos detrimentales sobre la calidad de los forrajes, así como el daño mecánico del pisoteo sobre los pastos en condiciones de humedad excesiva.

Las consecuencias de las deficiencias cuantitativas y cualitativas en la alimentación animal son similares a las ocasionadas por altas temperaturas ambientales (estrés calórico) (Morillo, 1994). Al consumir pasturas más lignificadas (resultado del incremento de temperatura y precipitación), se produce una pérdida de energía dietaria (de 7,1 a 9,5% de la energía consumida), lo que representa una menor ganancia de peso y una menor producción lechera (Garzon, 2016). Es decir, menos energía metabolizada y menos tejidos digeribles en los forrajes representan menores producciones.

Por otro lado, condiciones climáticas extremas como periodos de lluvia prolongada también afectan el forraje de diversas formas: reducción de productividad (menor tasa fotosintética por reducción de luminosidad durante lluvias prolongadas), daños por pisoteo, incremento de plagas del pasto (e.g. prosapia asociada a sequías), entre otros. Asimismo, los pastos de corta y bancos forrajeros para la suplementación del pasto de piso también ven reducida su productividad por la menor tasa fotosintética en eventos de lluvia prolongada y de sequía.

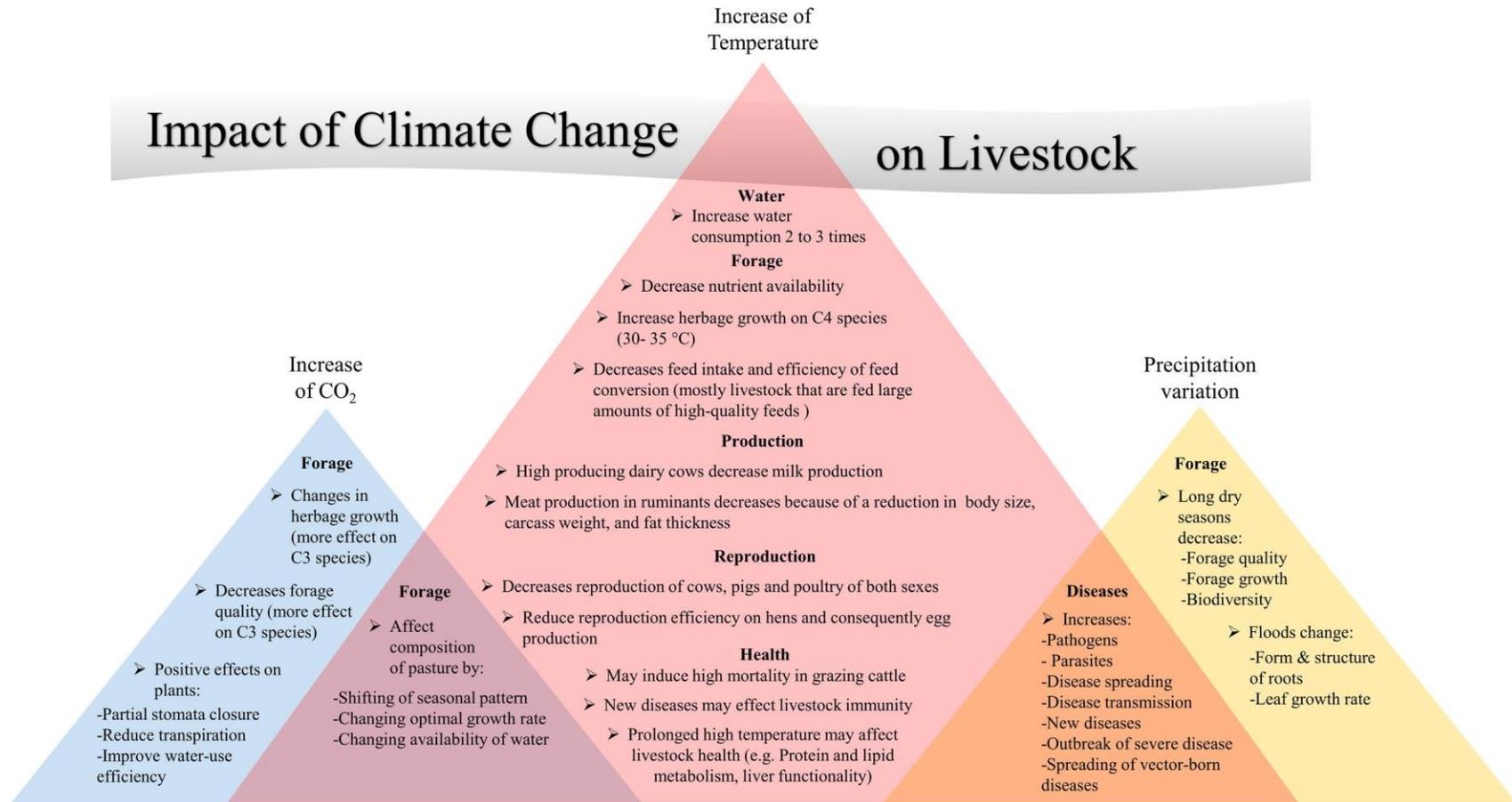


Figura 6. Impactos del incremento de la concentración de CO₂, el aumento de temperatura, la variabilidad de precipitaciones y efectos combinados de estos cambios sobre los pastos y los sistemas ganaderos (Rojas-Downing et al. 2017)

EXPOSICIÓN DE LOS SISTEMAS GANADEROS A LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS Y NO CLIMÁTICAS

En esta sección se presentan los resultados del análisis de exposición de la ganadería costarricense considerando las condiciones de sitio de las seis regiones productivas del país versus las amenazas climáticas y no climáticas que lo impactan. Para ello, se elaboró el mapa de ubicación geoespacial de las 6 regiones productivas del territorio nacional, con la ubicación de las explotaciones según el Censo Agropecuario (2009-2017), y posteriormente se procedió a la identificación y el análisis de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos a la que está expuesto el sector, esto para las seis regiones consideradas de mayor producción bovina (región Huétar Norte, Chorotega, Central, Pacífico Central, Huétar Atlántica y Brunca). Esta información fue obtenida a través de las entrevistas a los representantes del Ministerio de Agricultura y otras instituciones para cada región productiva y la revisión de literatura técnica.

1. Ubicación espacial de las regiones con producción pecuaria de bovino, en Costa Rica

Las seis regiones de producción bovinas que se muestran en la figura 7, representan las mayores concentraciones de las fincas de ganado de leche y de doble propósito en el territorio nacional (Censo Agropecuario, 2009-2017).



Figura 7. Regiones productoras de bovino, en Costa Rica. Fuentes: Censo Agropecuario, 2009-2017; CATIE, 2017-2018.

2. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos que afectan la productividad de los sistemas ganaderos de bovino, en Costa Rica

Para realizar el análisis de exposición se procedió a la identificación y valoración del grado de impacto de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que repercuten o bien afecta la productividad bovina, seguidamente se continuó con la valoración del grado de su impacto en cada etapa del desarrollo productivo; ambas actividades fueron realizadas para cada una de las seis regiones productivas de bovino. Los resultados de la identificación de los factores de exposición tienen como fuente de información primaria las consultas realizadas a los especialistas del MAG de cada región productiva; dicha información fue complementada y/o comparada con información existente como, por ejemplo, la información de la plataforma DesInventar, la base de datos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y del Censo agropecuario del año 2017.

A continuación, se presenta una breve descripción de los resultados obtenidos para las seis regiones productivas (región Huetar Norte, Chorotega, Central, Pacífico Central, Huetar Atlántica y Brunca), sobre la base de su grado de afectación (muy alta a alta afectación) y resaltando los eventos climáticos y no climáticos que las impactan.

- **Región productiva Chorotega**

En la región Chorotega los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 81,1 caracterizada de muy alta afectación climática y no climática a la exposición. Información que se resume en la figura 8.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, sobresalen:

Muy alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Inundación / anegamiento del pasto por fuertes lluvias
- Tormentas tropicales, huracanes, ciclones
- Sequías
- Temperaturas extremas
- Olas de calor
- Incendios
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña
- Degradación de suelos

Alta afectación:

- Encharcamiento de suelos
- Erosión de suelos

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo de la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, se resaltan:

Carne:

- Cría; esta etapa tiene alta afectación por déficit hídrico, y plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas).
- Desarrollo; alta afectación déficit hídrico y plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas).
- Engorde; alta afectación por déficit hídrico y plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas).
- Reproducción; alta afectación por déficit hídrico y plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas).

Leche:

- Cría de remplazo; alta afectación por déficit hídrico y radiación solar, por plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas), y la enfermedad de la Anaplasmosis.
- Desarrollo/seca; alta afectación por déficit hídrico y radiación solar, por plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas), y la enfermedad de la Anaplasmosis.
- Producción de leche; alta afectación por déficit hídrico y radiación solar, por plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas), y las enfermedades como la Anaplasmosis y Mastitis.

Doble propósito:

- Cría; alta afectación por déficit hídrico, por plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas) y la enfermedad de la Diarrea.
- Desarrollo/seca; alta afectación por déficit hídrico y plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas).
- Producción de leche; alta afectación por déficit hídrico y plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas).
- Desarrollo del ternero; alta afectación por déficit hídrico y plagas como Ectoparásitos (tórzalos) y Ectoparásitos (garrapatas).

Pastos:

- Época seca; muy alta afectación por variaciones de la temperatura, déficit hídrico y manejo del hato.
- Época lluviosa; muy alta afectación por déficit hídrico y manejo del hato, y una alta afectación por lluvias en exceso.

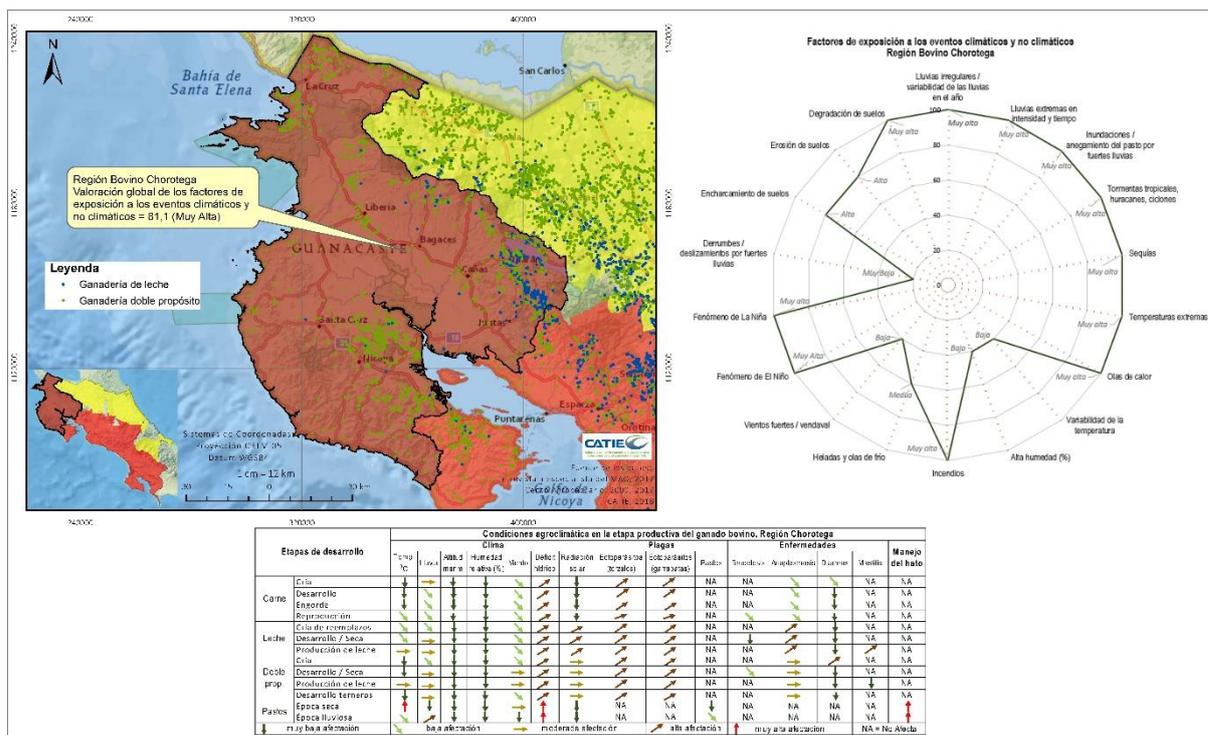


Figura 8. Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la región productiva Chorotega

• **Región productiva Central**

En la región Central los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 55,5 caracterizada de media afectación climática y no climática a la exposición. Información que se resume en la figura 9.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, sobresalen:

Muy alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año

Alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Alta humedad (%)
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña
- Encharcamiento de suelos

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo de la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, se resaltan:

Carne:

- Cría; esta etapa tiene alta por déficit hídrico.
- Desarrollo; alta afectación por déficit hídrico.
- Engorde; alta afectación por déficit hídrico.
- Reproducción; alta afectación por déficit hídrico.

Leche:

- Cría de remplazo; esta etapa tiene alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, humedad relativa (%) y déficit hídrico, por plaga como la Mosca paletera y la enfermedad de la Anaplasmosis.
- Desarrollo/seca; esta etapa tiene alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, humedad relativa (%) y déficit hídrico, por plaga como la Mosca paletera y las enfermedades como la Anaplasmosis y Mastitis
- Producción de leche; muy alta afectación por déficit hídrico y la enfermedad de la Mastitis, y una alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, humedad relativa (%) y por la plaga de la Mosca paletera.

Doble propósito:

- Cría; alta afectación por la plaga de la Mosca paletera.
- Desarrollo/seca; alta afectación por déficit hídrico y una alta afectación por la plaga de la Mosca paletera.
- Producción de leche; muy alta afectación por déficit hídrico y la plaga de la Mosca paletera.
- Desarrollo del ternero; alta afectación por la plaga de la Mosca paletera.

Pastos:

- Época seca; alta afectación por lluvias en exceso y manejo del hato.
- Época lluviosa; muy alta afectación por lluvias en exceso y una alta afectación por manejo del hato.

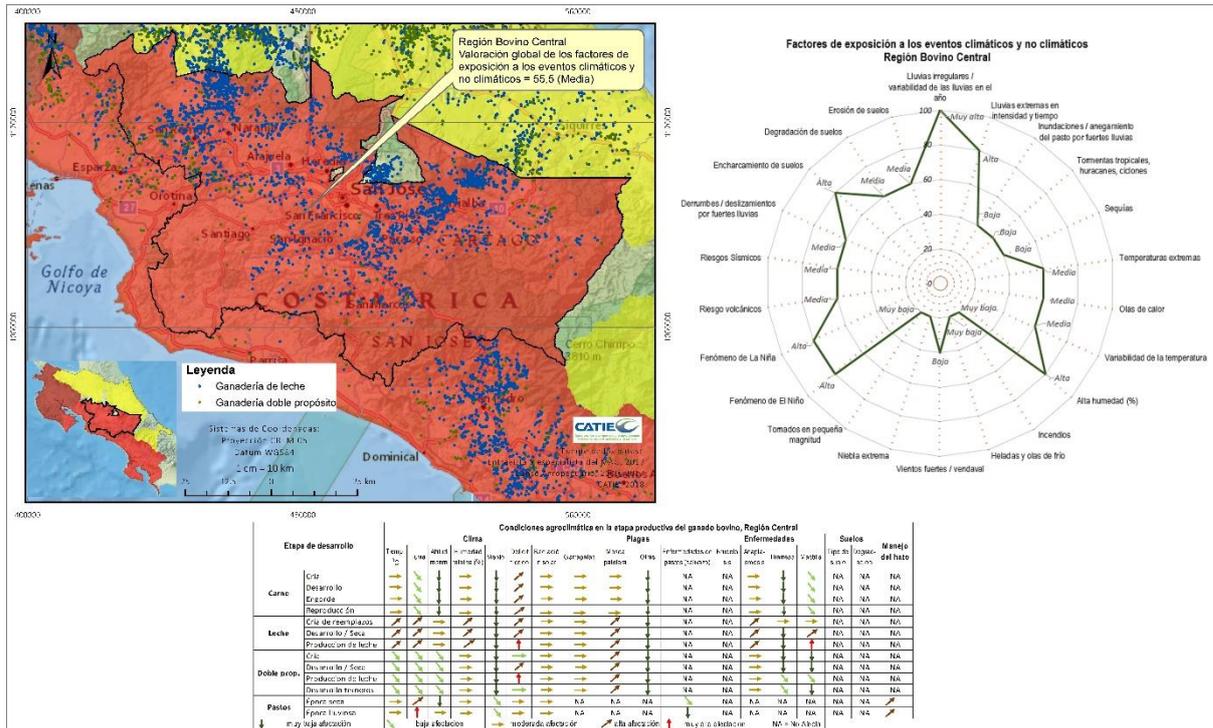


Figura 9. Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la región productiva Central

• **Región productiva Pacífico Central**

En la región Pacífico Central los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 61,3 caracterizada de alta afectación climática y no climática a la exposición. Información que se resume en la figura 10.

Con relación al grado de afectación de los factores de exposición climáticos y no climáticos en la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, sobresalen:

Alta afectación:

- Sequías
- Temperaturas extremas
- Olas de calor
- Riesgos sísmicos

Con relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo de las distintas explotaciones, se resaltan:

Carne:

- Cría; muy alta afectación por déficit hídrico y manejo del hato, y una alta afectación por temperaturas, altitud (msnm) y radiación solar, por plaga como

- Ectoparásitos (garrapatas) y las enfermedades como la Anaplasmosis y Diarreas.
- **Reproducción;** muy alta afectación por temperaturas, déficit hídrico y manejo del hato, y una alta afectación por lluvias en exceso, altitud (msnm) y radiación solar, por plaga como Ectoparásitos (garrapatas) y la enfermedad de la Diarrea.

Doble propósito:

- **Cría;** muy alta afectación por déficit hídrico y manejo del hato, y una alta afectación por temperaturas, altitud (msnm) y radiación solar, por plaga como Ectoparásitos (garrapatas) y las enfermedades como la Anaplasmosis y Diarreas.
- **Desarrollo/seca;** muy alta afectación por déficit hídrico y manejo del hato, y una alta afectación por temperaturas, altitud (msnm) y radiación solar.
- **Producción de leche;** muy alta afectación por déficit hídrico y manejo del hato, y una alta afectación por temperaturas, altitud (msnm) y radiación solar.
- **Desarrollo del ternero;** muy alta afectación por déficit hídrico y manejo del hato, y una alta afectación por temperaturas, altitud (msnm) y radiación solar, por plaga como Ectoparásitos (garrapatas) y la enfermedad de la Diarrea.

Pastos:

- **Época seca;** muy alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, déficit hídrico y manejo del hato, y una alta afectación por humedad relativa (%) y radiación solar.
- **Época lluviosa;** muy alta afectación por manejo del hato.

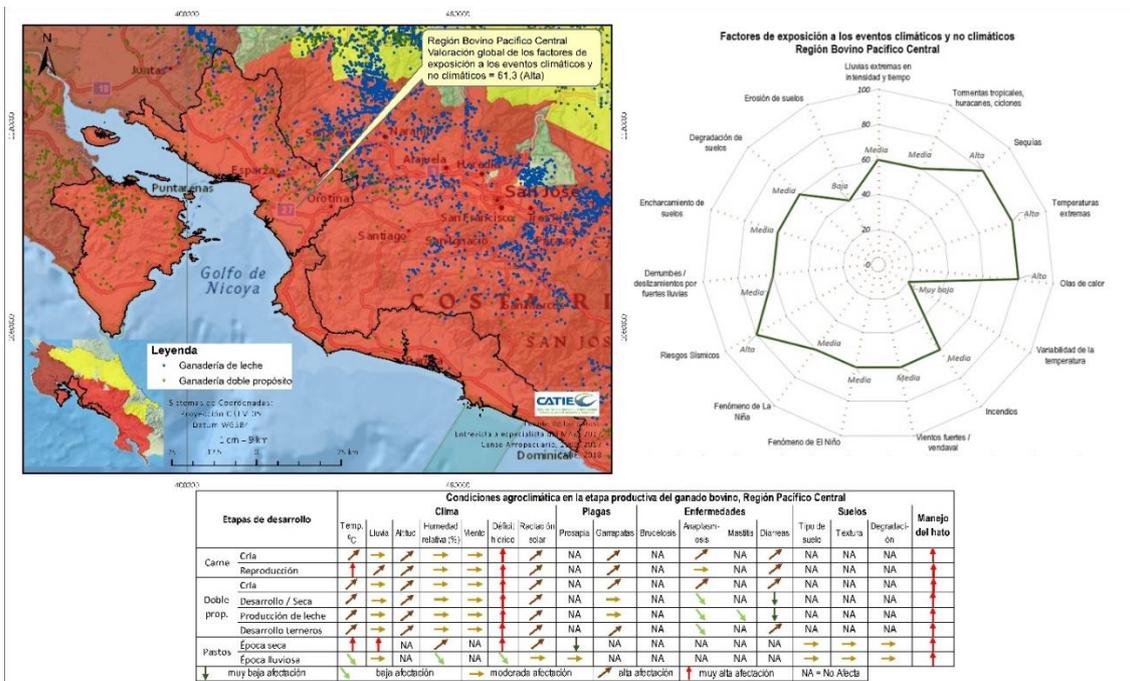


Figura 10. Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la región productiva Pacífico Central.

- **Región productiva Huetar Norte**

En la región Huetar Norte los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 44,3 caracterizada de media afectación climática y no climática a la exposición. Información que se sintetiza en la figura 11.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la producción bovina, sobresalen:

Alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Sequías
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo de la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, se resaltan:

Carne:

- Cría; esta etapa tiene alta afectación por temperatura y déficit hídrico.
- Desarrollo; alta afectación por déficit hídrico.
- Engorde; alta afectación por déficit hídrico.
- Reproducción; alta afectación por temperatura y déficit hídrico.

Leche:

- Cría de remplazo; alta afectación por temperatura y déficit hídrico.
- Desarrollo/seca; alta afectación por déficit hídrico.
- Producción de leche; alta afectación por lluvia en exceso, déficit hídrico, ectoparásitos (garrapatas), y la enfermedad de la Mastitis.

Doble propósito:

- Cría; alta afectación por déficit hídrico.
- Desarrollo/seca; alta afectación por déficit hídrico.
- Producción de leche; alta afectación por déficit hídrico y por ectoparásitos (garrapatas).

Pastos:

- Época seca; muy alta afectación por manejo del hato, y una alta afectación por déficit hídrico.
- Época lluviosa; muy alta afectación por manejo del hato, y alta afectación por lluvias en exceso, por la enfermedad de pastos (salivazo) y el tipo de suelos.

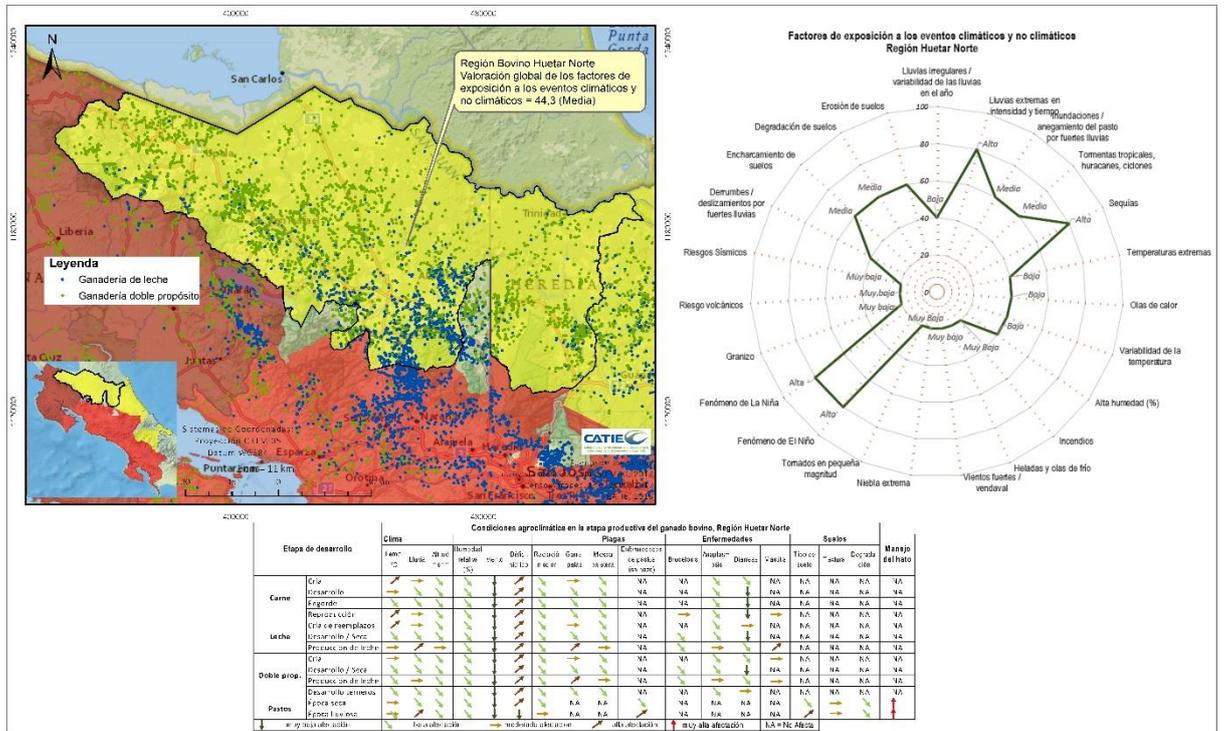


Figura 11. Mapa de exposición de los eventos climáticos y no climáticos en la región productiva Huetar Norte

• **Región productiva Huetar Atlántica**

En la región Huetar Norte los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 60 caracterizada de media afectación climática y no climática a la exposición. Información que se resume en la figura 12.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, sobresalen:

Muy alta afectación:

- Alta humedad (%)
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña
- Encharcamiento de suelos

Alta afectación:

- Lluvias irregulares / variabilidad de las lluvias en el año
- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Tormentas tropicales, huracanes, ciclones
- Erosión de suelos

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo de la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, se resaltan:

Carne:

- Cría; esta etapa tiene muy alta afectación por las enfermedades como la Anaplasmosis y Diarreas, y una alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, humedad relativa (%) y la plaga de la Ectoparásitos (garrapatas).
- Desarrollo; muy alta afectación por déficit hídrico y la plaga de la Mosca paletera, y una alta afectación por temperaturas y las enfermedades como la Anaplasmosis y Diarreas.
- Engorde; muy alta afectación por déficit hídrico y la plaga de la Mosca paletera, y una alta afectación por temperaturas y la enfermedad de la Anaplasmosis.
- Reproducción; muy alta afectación por déficit hídrico, radiación solar, la plaga de la Mosca paletera y las enfermedades como la Brucelosis, Anaplasmosis, Diarreas y Mastitis, y una alta afectación por humedad relativa (%) y la plaga de la Ectoparásitos (garrapatas).

Leche:

- Cría de remplazo; esta etapa tiene muy alta afectación por déficit hídrico y las enfermedades como la Anaplasmosis y Diarreas, y una alta afectación por lluvias en exceso, humedad relativa (%) y por plaga como Ectoparásitos (garrapatas).
- Desarrollo/seca; muy alta afectación por déficit hídrico, por la plaga de la Mosca paletera y la enfermedad de la Brucelosis, y una alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso y radiación solar, por la plaga de la Ectoparásitos (garrapatas) y las enfermedades como la Anaplasmosis y Diarreas.
- Producción de leche; muy alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, déficit hídrico y radiación solar, por plagas como la Ectoparásitos (garrapatas) y Mosca paletera y las enfermedades como la Anaplasmosis, Diarreas y Mastitis, y una alta afectación por altitud (msnm), humedad relativa (%) y por la enfermedad de la Brucelosis.

Doble propósito:

- Cría; muy alta afectación por déficit hídrico y las enfermedades como la

- Anaplasmosis, Diarreas y Mastitis, y una alta afectación por lluvias en exceso, humedad relativa (%) y la plaga de la Ectoparásitos (garrapatas).
- Desarrollo/seca: muy alta afectación por déficit hídrico, por la plaga de la Mosca paletera y las enfermedades como la Brucelosis y Anaplasmosis, y una alta afectación por la enfermedad de la Diarrea.
 - Producción de leche: muy alta afectación por temperatura, lluvia en exceso, déficit hídrico, radiación solar, por plagas como la Ectoparásitos (garrapatas) y Mosca paletera y las enfermedades como la Anaplasmosis, Diarreas y Mastitis, y una alta afectación por altitud (msnm), húmeda relativa (%) y la enfermedad de la Brucelosis.
 - Desarrollo del ternero: muy alta afectación por déficit hídrico, por la plaga Mosca paletera y la enfermedad de la Diarrea, y una alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, por plaga como Ectoparásitos (garrapatas) y la enfermedad de la Anaplasmosis.

Pastos:

- Época seca: muy alta afectación por temperaturas, déficit hídrico y radiación solar.
- Época lluviosa: muy alta afectación por lluvia en exceso, tipos y degradación del suelo y manejo del hato, y una alta afectación por humedad relativa (%) y la enfermedad del salvazo.

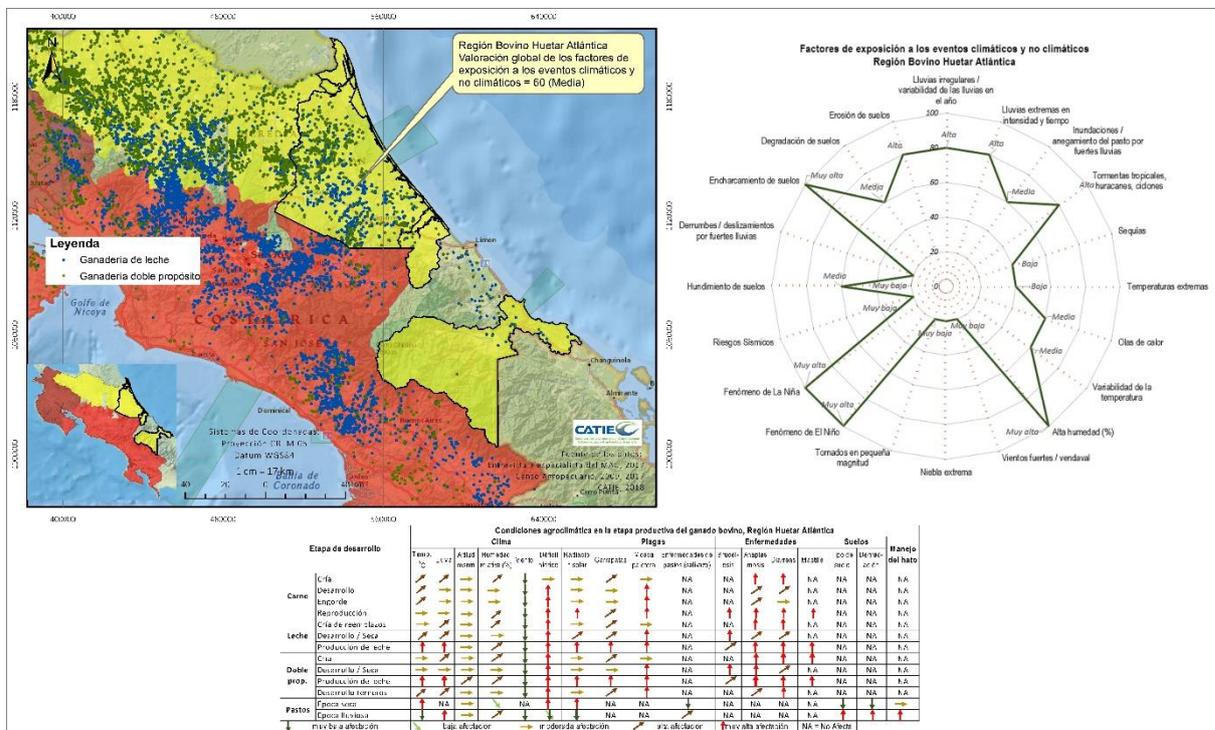


Figura 12. Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la región productiva Huetar Atlántica

- **Región productiva Brunca**

En la región Huetar Norte los resultados de la valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 67,3 caracterizada de alta afectación climática y no climática a la exposición. Información que se resume en la figura 13.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, sobresalen:

Muy alta afectación:

- Inundaciones / anegamiento del pasto por fuertes lluvias
- Tormentas tropicales, huracanes, ciclones
- Encharcamiento de suelos

Alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Alta humedad (%)
- Fenómeno de La Niña
- Derrumbes / deslizamiento por fuertes lluvias

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática para cada etapa del desarrollo productivo de la producción de carne, leche, doble propósito y manejo de pasto, se resaltan:

Carne:

- Cría; esta etapa tiene alta afectación por déficit hídrico.
- Desarrollo; alta afectación por déficit hídrico.
- Engorde; alta afectación por déficit hídrico.
- Reproducción; alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, radiación solar, por plagas como la Ectoparásitos (tórzalo) y Ectoparásitos (garrapatas).

Leche:

- Cría de reemplazos; no tiene calificaciones de muy alta a alta afectación.
- Desarrollo/seca; no tiene calificaciones de muy alta a alta afectación.
- Producción de leche; alta afectación por temperaturas, lluvias en exceso, radiación solar y la enfermedad de la Mastitis.

Doble propósito:

- Cría; alta afectación por las plagas como la Ectoparásitos (tórzalo) y Ectoparásitos (garrapatas).
- Desarrollo/seca; alta afectación por las plagas como la Ectoparásitos (tórzalo) y Ectoparásitos (garrapatas).
- Producción de leche; alta afectación por temperatura, lluvia en exceso, radiación solar, déficit hídrico, por plagas como la Ectoparásitos (garrapatas) y Ectoparásitos (garrapatas) y la enfermedad de la Mastitis.
- Desarrollo del ternero; alta afectación por las plagas como la Ectoparásitos (tórzalo) y Ectoparásitos (garrapatas).

Pastos:

- Época seca; muy alta afectación por déficit hídrico, y una alta afectación por temperaturas, humedad relativa (%) y vientos fuertes.
- Época lluviosa; muy alta afectación por lluvia en exceso y humedad relativa (%).

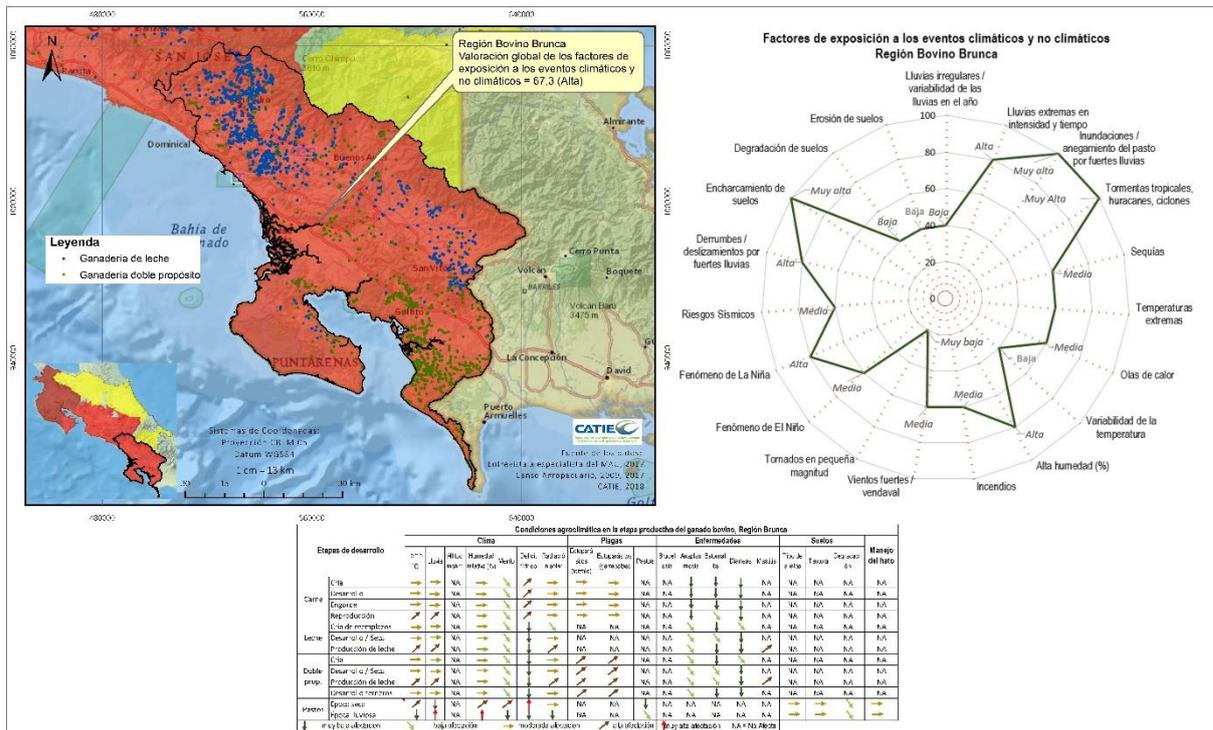


Figura 13. Mapa de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en la región productiva Brunca

3. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción bovina de las seis principales regiones, a partir de los registros de la base de datos del Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar).

La base de datos disponible del sistema de inventario de efectos de desastres (DesInventar), para Costa Rica concierne al período de 1968 al 2017, y contiene el inventario histórico sobre la ocurrencia de los desastres cotidianos de pequeño, mediano y grande impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones de nueve países de América Latina. A continuación, se grafican los eventos de desastres de impactos (base de datos DesInventar) (gráficos 1 a 6) para la variable *afectación agropecuaria* a nivel de los distritos con mayor cantidad de fincas de bovino (regiones productivas Huetar Norte, Chorotega, Central, Pacífico Central, Huetar Atlántica y Brunca). Nota de aclaración: en la base de datos DesInventar no existe la variable que especifique al sector bovino.

- **Región productiva Chorotega**

El gráfico contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región productiva Chorotega; la cual comprende 57 distritos (ver anexo 3.a.)

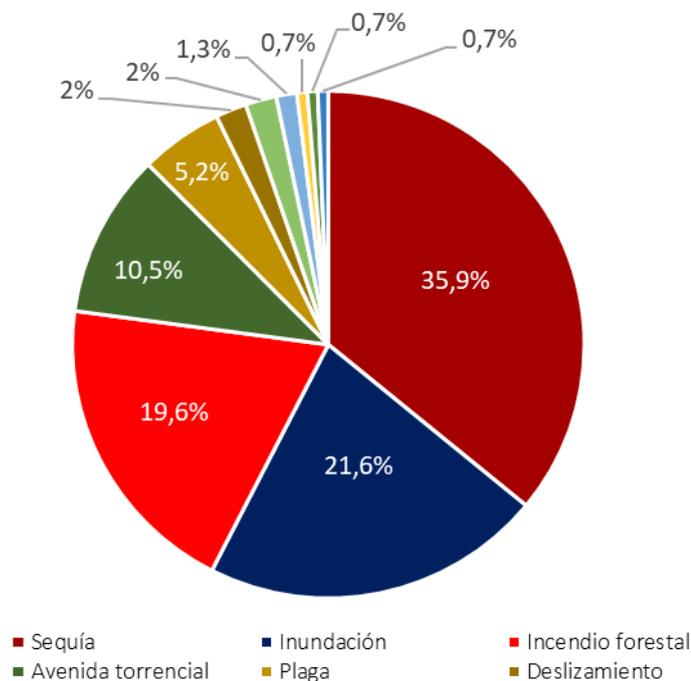


Gráfico 1. Ocurrencia de eventos (%) por tipo de evento que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Chorotega.

- **Región productiva Central**

El gráfico contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región productiva Central, la cual comprende 269 distritos de las 4 provincias de la GAM (ver detalle de provincias, cantones y distritos pertenecientes a la región central en el Anexo 3.b.)

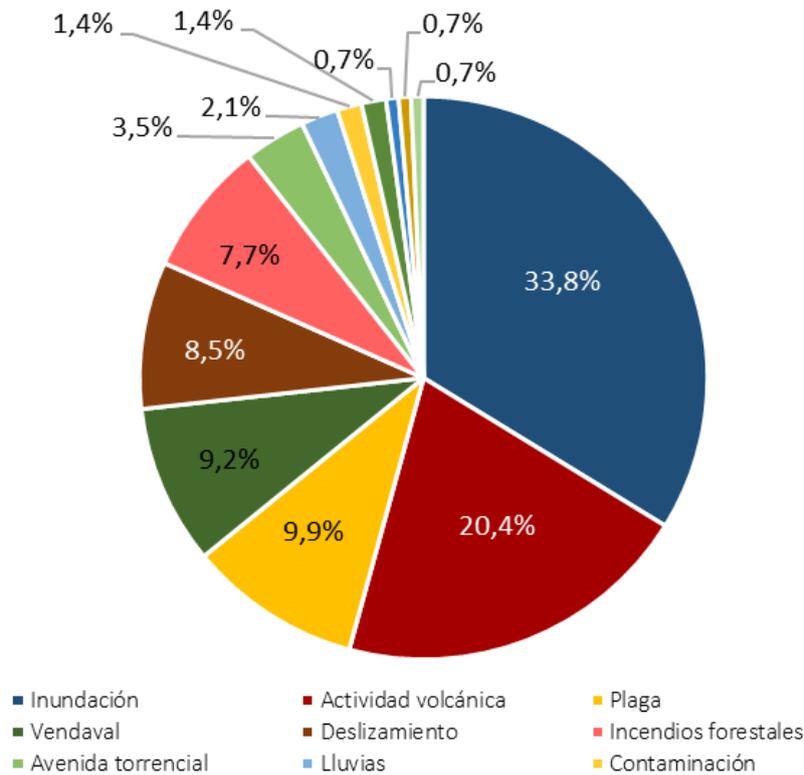


Gráfico 2. Ocurrencia de eventos (%) por tipo de evento que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Central

- **Región productiva Pacífico Central**

El gráfico contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región productiva Pacífico Central, el cual comprende 39 distritos (ver detalle en anexo 3.c.)

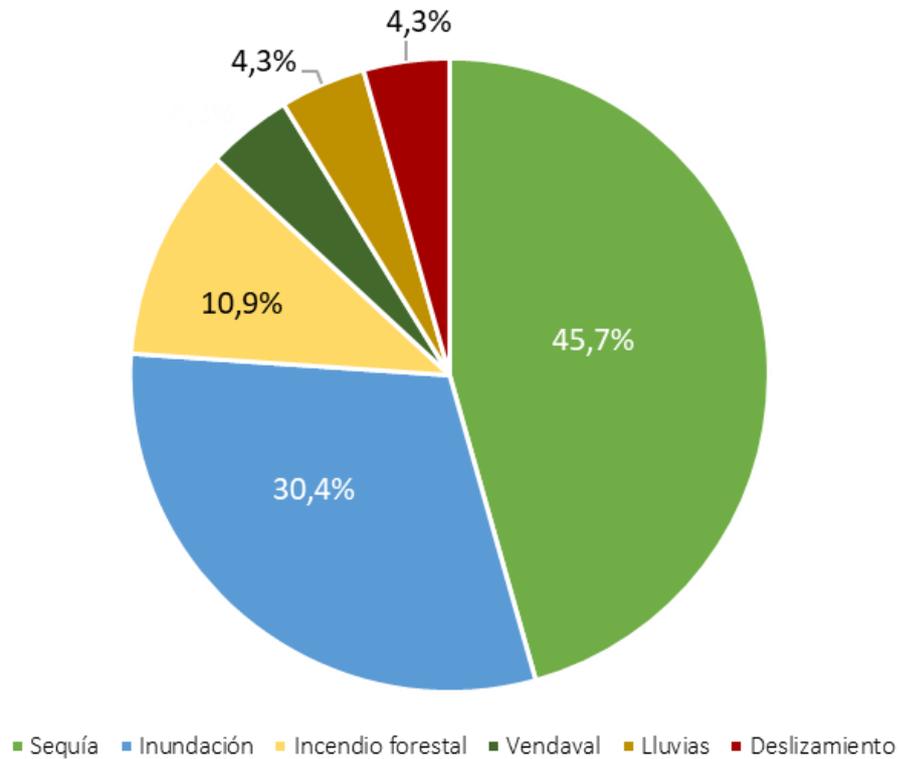


Gráfico 3. Ocurrencia de eventos (%) por tipo de evento que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Pacífico Central

- **Región productiva Huetar Norte**

El gráfico que se muestra a continuación contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región productiva Huetar Norte; la cual comprende 33 distritos (ver detalle en anexo 3.d.).

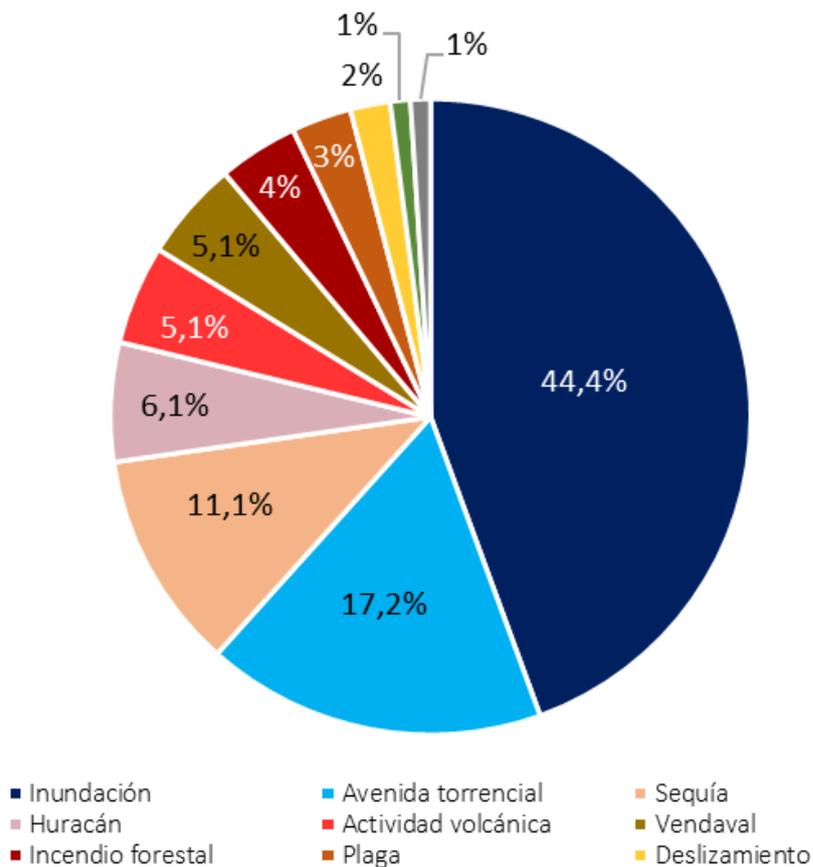


Gráfico 4. Ocurrencia de eventos (%) por tipo de evento que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Huetar Norte

- **Región productiva Huetar Atlántica**

El gráfico contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región productiva Huetar Atlántica, el cual comprende 22 distritos (ver detalle en anexo 3.e.)

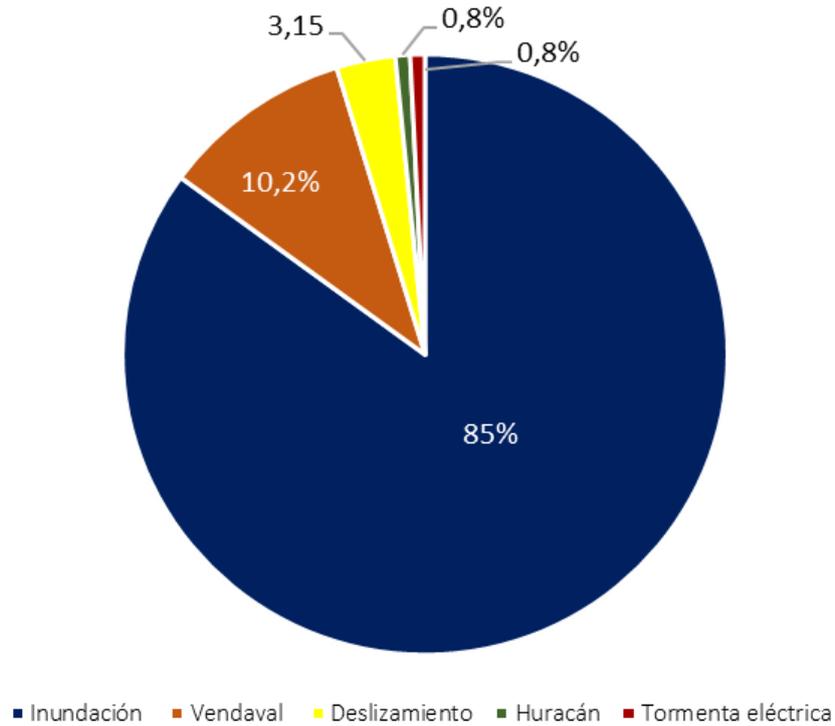


Gráfico 5. Ocurrencia de eventos (%) por tipo de evento que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Huetar Atlántica

- **Región productiva Brunca**

El gráfico contiene los valores porcentuales por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario de la región productiva Brunca, el cual comprende 38 distritos (ver detalle en anexo 3.f.)

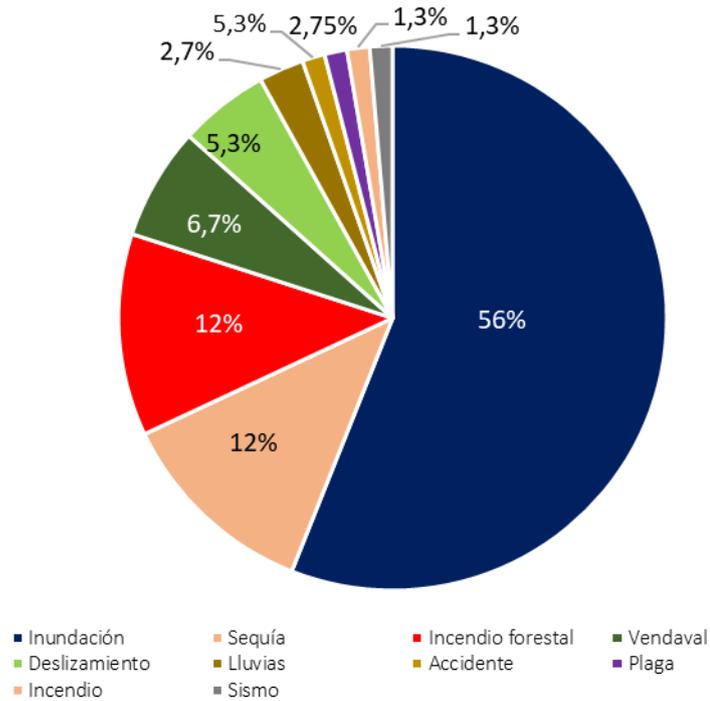


Gráfico 6. Ocurrencia de eventos (%) por tipo de evento que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Brunca

ANÁLISIS DE APTITUD PRODUCTIVA DE LA GANADERÍA COSTARRICENSE

1. Condiciones agroclimáticas óptimas para el desarrollo de la actividad ganadera: el estrés calórico y el Índice de Temperatura-Humedad (ITH)

La adaptabilidad de las diferentes especies y razas de ganado presentes en el país varía. Las condiciones de confort climático para las dos especies presentes en el país se detallan en el cuadro 9. La información descrita en el cuadro es una aproximación, ya que la sensibilidad a la temperatura varía entre razas y animales, objetivo zootécnico y etapa de desarrollo de los animales (Ducca et al. 2007; Navas Panadero, 2010), y hay otra variable relevante en el estrés térmico de los animales: la humedad relativa. Valores de humedad relativa y temperatura elevados pueden ocasionar estrés calórico y una serie de consecuencias en la salud y eficiencia productiva de los animales. Es estrés calórico se mide mediante la asociación de ambos factores mediante un indicador del grado de afectación denominado Índice Temperatura Humedad (ITH) (ver referencia en figura 14).

Cuadro 2. Zonas de confort y estrés calórico por especie (Solís 2009, citado en Vargas Leitón, 2010).

	CONFORT TÉRMICO	ACTIVACIÓN TERMORREGULADORA	ESTRÉS CALÓRICO
<i>Bos taurus</i>	16-21 °C	21-26°C	>27°C
<i>Bos indicus</i>	24-27°C	27-35°C	>35°C

El ITH no es constante a lo largo del día (Hernández et al. 2007; INTA, 2013; INTA 2015) por lo que su estimación, a pesar de ser de gran utilidad, presenta dificultades al no disponerse de datos horarios precisos. Sin embargo, Saravia et al. (2002) concluyen en su estudio que existe correlación entre el ITH calculado con promedios y el ITH horario, por lo que podría utilizarse el ITH de una hora en particular como aproximación al promedio, no siendo necesarias varias mediciones a lo largo del día.

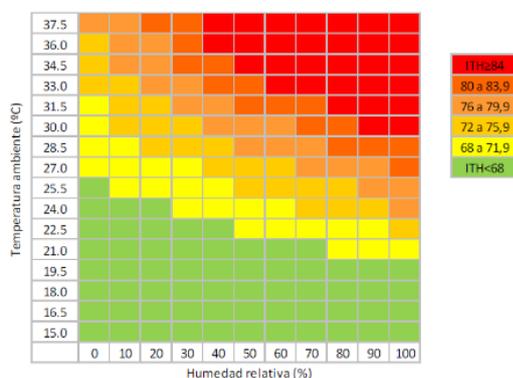


Figura 14. Tabla de referencia de ITH (INTA, 2015)

Por otra parte, se debe considerar que el mapa que se presenta en la sección 2 es una herramienta aproximada, y que se deben tomar precauciones en su uso para la toma de decisiones, ya que hay muchas prácticas que permiten reducir los efectos del estrés calórico (e.g. mejoramiento genético, uso de sombra, cambios de manejo, etc.), y no debe penalizarse la producción ganadera fuera de las áreas con ITH > 75.

2. Mapa de aptitud ganadera nacional

ESPECIFICACIONES DEL MAPA DE APTITUD

El estudio de aptitud ganadera se basó en el Índice de Temperatura y Humedad (ITH). El ITH mide condiciones de estrés calórico del ganado. La exposición prolongada a estrés calórico afecta la productividad animal (de leche y carne), la actividad reproductiva y la salud de los animales, afectando por lo tanto la viabilidad económica de la actividad ganadera. A razón de lo anterior, las razas europeas (puras y sus cruces) son utilizadas en Costa Rica para la producción de leche en zonas con temperatura menor a 24 grados Celsius y sin estrés calórico (ITH menor a 74). En zonas de mayor calor y humedad relativa (ITH entre 75-80) los ganaderos prefieren las razas cebuinas por su mayor adaptación a las condiciones tropicales, tanto para la producción de carne como para doble propósito.

Variables:

- Temperatura: definir si se utiliza T máx o T media diaria (se utilizó la base de datos del Atlas 2014)
- Humedad relativa: Hr media (se obtuvieron las temperaturas de rocío con estaciones virtuales)
- El cálculo del índice se realizó a través de la siguiente hoja en Excel:

Obtener Humedad teniendo Temperatura y Temperatura de rocío							
Temperatura	T Rocío	Pv	Pvs	HR			
30	10	12.29	42.44	29			
Obtener Humedad teniendo Temperatura, Temperatura de bulbo húmedo y Presión atmosférica							
Temperatura	Tbh	P	a1	Pvs(Tbh)	Pv	Pvs(T)	HR
13	8.5	1013	0.00066	11	8.093553005	14.9826133	54
Obtener Humedad teniendo Temperatura y Temperatura de Rocío							
Temperatura	T Rocío	HR					
13	4	55					
Instrucciones:							
1) Ingresar los datos que se encuentran en las casillas de color verde							
2) La humedad relativa (HR) podrá se visualizada en el casillero amarillo							
3) Las Presiones de vapor (Pv) y la presión de vapor de saturación (Pvs) estarán en los casilleros de color anaranjado							

Fórmula (Valtorta y Gallardo (1996) citado en Saravia et al. 2002)

$$ITH = (1,8 Ta + 32) - (0,55 - 0,55 HR/100) (1,8 Ta - 26)$$

Donde: Ta: temperatura del aire (°C)

HR: Humedad del aire (%)

CONDICIONES DE INTERPRETACIÓN DE LA APTITUD:

Las razas europeas (*B. Taurus*) son menos tolerantes a condiciones de alta temperatura y humedad relativa, por lo que valores de ITH en torno a 75 comienzan a generarles estrés calórico, si bien distintos autores utilizan valores un poco diferentes:

- *B. Taurus* (González, 2002):
 - o $ITH < 72 \rightarrow$ No estrés
 - o $72 < ITH < 78 \rightarrow$ Estrés moderado
 - o $78 < ITH < 88 \rightarrow$ Estrés grave
- *B. Taurus* (Hahn, 1995, en Villanueva et al. 2013)
 - o no estrés calórico ≤ 74 ;
 - o leve estrés calórico 75–79;
 - o estrés calórico medio 80–83
 - o estrés calórico grave ≥ 84 (Hahn, 1995).
- *B. Taurus* (Zimbelman y Collier, 2011 en Molina et al. 2017)
 - o 72 a 79 se considera un estrés moderado, de
 - o 80 a 89 es un estrés de moderado a severo y de
 - o 90 a 98 es un estrés severo o incluso letal

Las razas cebuinas (*B. indicus*) son más tolerantes a condiciones de alta temperatura y humedad relativa, sin embargo, existe menos literatura la literatura al respecto que sobre las razas europeas.

- *B. indicus* (González, 2002):
 - o $ITH \leq 80 \rightarrow$ Apto; $ITH > 80 \rightarrow$ No apto
- *B. indicus* (Armendano, sf.)
 - o alerta (leve) para valores de $ITH \geq 75$,
 - o peligro (moderado) para valores de $ITH \geq 79$ o
 - o emergencia (severo) cuando se alcanzan valores de $ITH \geq 84$

Finalmente, hay que considerar que no todos los animales responden igual a mismas condiciones climáticas e ITH, independientemente de su raza, que el ITH varía a lo largo del día, incrementándose en las horas de más calor, y que en los momentos de ITH más elevado el estrés calórico puede reducirse utilizando ciertas prácticas, como la sombra, los baños de agua, ventiladores en salas de ordeño, etc.

3. Resultados de aptitud

Nota: los resultados obtenidos son muy genéricos y únicamente trata de tener una percepción generalizada del ITH (Figura 15). Se recomienda la utilización de variables de temperatura y humedad relativa diarias, lo que permitiría ajustar los resultados del mapa a la realidad de las regiones productivas del país.

IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS EN GANADERÍA

El clima y los eventos climáticos extremos impactan negativamente el desarrollo de la actividad ganadera y su rentabilidad. Naturalmente, los animales tratan de adaptarse a las condiciones de estrés climático alterando su comportamiento. El buen manejo del hato y de los pastos, junto con algunas prácticas de adaptación pueden ayudar a reducir los impactos del clima en la productividad de las fincas ganaderas. Aunque el clima puede afectar de forma diferente a las explotaciones de carne, leche y doble propósito, así como a las distintas fases del desarrollo del ganado, la mayor parte de las buenas prácticas y prácticas de adaptación son aplicables a todas las etapas y explotaciones.

Hay que considerar que muchas de las prácticas consideradas buenas prácticas ganaderas y determinadas prácticas de intensificación pueden tener un rol en la adaptación de los sistemas, ya que un sistema bien manejado es más resiliente a impactos. Un ejemplo de esto es el estudio realizado por Benavides et al. (2013) en la cuenca del río Virilla, en la que identifica como prácticas de adaptación la suplementación alimenticia, el alquiler de pasturas, la venta del hato en época seca y los árboles en potreros, debido a que los productores recurren a estas prácticas en situaciones de estrés climático, aunque tradicionalmente han sido promovidas como buen manejo ganadero.

Las siguientes prácticas contribuyen a la reducción del impacto del clima y los eventos climáticos extremos según lo encontrado en la literatura. Las prácticas son aplicables a sistemas de carne, lechería especializada, doble propósito y lechería tropical, con las particularidades del tipo de manejo que se de en cada finca:

Dieta balanceada: Consiste en realizar dietas balanceadas para proveer una cantidad adecuada de proteínas, energía, minerales y vitaminas a partir de forraje fresco, seco, concentrados, suplementos y otros para lograr un desempeño óptimo. Tiene beneficios adicionales al incremento de producción y calidad, que incluyen el uso eficiente de los recursos de la finca, mejora de la eficiencia reproductiva, mejor resistencia a plagas y enfermedades y reducción de la emisión de gases, entre otras (FAO, 2012).

Pastoreo inteligente: El pasto es cortado con motoguadaña y dejado en el potrero durante unas horas, para que pierda humedad, luego se le ofrece a las vacas delante de una cuerda eléctrica la cual impide que el animal pisotee, orine o defaque sobre el pasto. En este sistema solo existe un desperdicio de pasto de 10 a 15%, esto causa que se aumente la capacidad de carga y los días de duración de los potreros (Aristizabal & Echeverri, 2014). Esta práctica ayuda a reducir las pérdidas de pasto asociadas a eventos de lluvias fuertes y lluvias prolongadas, pero puede no ser de utilidad en todos los tipos de pasto (e.g. kikuyo).

Pastoreo en franjas: Consiste en cambiar la franja de pasto disponible para el ganado varias veces al día. Asociadas a esta práctica, se realizan estudios que analizan el cambio en los componentes nutricionales y la humedad del pasto a lo largo del día, orientados a poner una mayor cantidad de pasto disponible para los animales cuando este es más nutritivo (azúcares, almidones, etc.) en vez de agua y nitritos (procedentes de la fertilización nitrogenada) (Villa Machado, 2007).

Pastoreo racional: Administración ecológica de las pasturas que beneficia al sistema suelo-pasto-animal por medio de periodos de recuperación más largos para el pasto, que proporciona mejores pasturas. Los potreros se dividen en apartos, que reciben ganado menos veces por año con cargas más elevadas, reduciendo el pisoteo e incrementando la cantidad de excretas. El uso de esta práctica favorece la incorporación de materia orgánica (y carbono) en el suelo, mejora la cobertura de éste, reduce la erosión y fomenta el crecimiento vigoroso de los pastos. Su implementación requiere una buena planificación y capacitación técnica para su manejo (PNUD y MAG, en preparación).

Mejoramiento genético: Consiste en el cruce controlado de bovinos de diferentes subespecies o variedades (razas) para obtener descendencia con buenos rasgos de ambos progenitores. Un ejemplo típico es introducir genes de *Bos indicus* (tolerantes a altas temperaturas) en un hato de producción de leche de *Bos taurus* (FAO, 2013) con el fin de obtener un hato resistente al clima, adaptado a temperaturas mayores, y manteniendo la productividad.

Control biológico de mosca paletera con parasitoides y radiación: Liberación de la avispa *Spalangia endius*, que parasita con sus huevos las pupas de la mosca, eliminando nuevas generaciones de ésta ya que del huevo emerge una avispa. Dicha avispa, no presenta efectos negativos. Además, los huevos de mosca utilizados para criar a las avispas inicialmente se esterilizan con rayos X de forma que, en caso de que las pupas no sean parasitadas, la mosca que emerja no pueda reproducirse (IAEA, 2017⁵).

Otros tipos de control biológico: el cambio en las condiciones climáticas supone en muchas ocasiones un incremento de plagas y patógenos. El uso de pastos garrapaticidas (o ectoparasiticidas en general), el uso de aves depredadoras, ácaros, parasitoides, bacterias, hongos o nemátodos patógenos⁶, entre otros organismos, dirigidos a controlar las plagas y vectores de enfermedades son una estrategia de adaptación.

Pastos mejorados: Si bien los pastos mejorados pueden resistir mejor los periodos de sequía y las altas temperaturas que los pastos autóctonos, no todas las especies resultan adecuadas como medida de adaptación, bien sea por su menor resistencia al

⁵ <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/costa-rica-se-propone-hacer-frente-a-las-moscas-daninas-con-la-ayuda-de-avispas-y-de-la-tecnologia-nuclear>

⁶ <http://parasitipedia.net/>

pisoteo en condiciones de humedad (e.g. mombaza) o por sus mayores requerimientos de insumos externos (Villalobos, 2010; 2013; 2014; 2016).

Mejora de las condiciones ambientales por medio del uso de sombras naturales, artificiales o sistemas de enfriamiento directo. Estos últimos consisten en el uso de rociadores de agua y ventiladores en establos, salas de espera y salas de ordeño (Castaño et al. 2014). Algunos autores consideran que tiene efectos negativos al someter a los animales a cambios de condiciones climáticas al sacarlos de nuevo al potrero.

Prácticas de buen manejo que contribuyen a la adaptación: Los sistemas silvopastoriles, las cercas vivas, los parches de bosque y los bosques de ribera juegan un papel importante en la adaptación de las fincas al cambio climático. La sombra reduce el estrés calórico de los animales y puede incrementar la productividad de estos. En concreto, Villanueva et al. (2012) indican que los requerimientos de sombra de un animal adulto son de 5m², y que, además de contribuir a la adaptación, el establecimiento de cercas vivas o árboles de sombra son rentables a corto plazo.

Prácticas para manejar el estrés calórico: además de las prácticas indicadas arriba para mejorar las condiciones ambientales, se recomienda que para evitar el estrés térmico se adapten los horarios de ordeño para evitar que los animales estén en potrero en las horas de más calor (o en una sala de ordeño mal ventilada), evitar desplazamientos largos en las horas del día con más calor (manejar el pastoreo de forma más eficiente), proporcionar agua suficiente y en lugares estratégicos y proporcionar dietas frías, que mantienen la oferta de nutrientes minimizando la generación de calor metabólico (Ghiano et al. sf). **Aplicable a sistemas de lechería especializada y doble propósito.**

Prácticas que contribuyen a la adaptación de los pastos (y por tanto, al mantenimiento de la productividad en condiciones de estrés climático): fertilización orgánica o química de los pastos, uso de purines, boñiga o residuos compostados, así como otro tipo de abonos naturales, el riego (por aspersión, goteo, etc.) y aplicación de herbicidas, pesticidas y control biológico contribuyen a que los pastos mantengan su productividad frente a eventos de tipo climático. El uso de variedades de pasto mejoradas y pastos de corta también son una opción frente al cambio climático.

ESTUDIO DE EXPOSICIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y MEDIDAS DE ADAPTACIÓN IMPLEMENTADAS EN EXPLOTACIONES GANADERAS DE 4 CANTONES DEL PAÍS

Con el fin de entender cómo está afectando el cambio climático, los eventos climáticos extremos, así como otros factores no climáticos a la ganadería nacional, se realizó un estudio en cuatro cantones del país, con el fin de identificar los factores que afectan a las distintas explotaciones ganaderas del país según las percepciones de los ganaderos. Además, se estudiaron las medidas que implementan éstos con el fin de reducir el impacto de dichos eventos. A continuación se presentan los resultados de las consultas de vulnerabilidad, para lo cual se dividió cada tipo de explotación en fases artificiales de referencia (ver subsección i), se consultó a los productores de distintas zonas productivas del país por los eventos climáticos y no climáticos que afectan a los pastos y a cada una de las fases previamente definidas, así como las prácticas que utilizan para reducir el impacto sobre la producción (subsección ii), posteriormente se realizó una evaluación de los costos a partir de información recolectada entre los mismos ganaderos y con información secundaria (subsección iii) y finalmente se identifican las barreras para la implementación de dichas prácticas (subsección iv) y su contribución a los programas nacionales de sostenibilidad ambiental (subsección v).

A. VULNERABILIDAD DE LAS DISTINTAS ETAPAS DE DESARROLLO A EVENTOS CLIMÁTICOS

i. Definición de fases de desarrollo y producción por tipo de explotación

Se establecieron fases de desarrollo artificiales con el fin de identificar impactos específicos del clima y los eventos climáticos extremos sobre algunos estados de desarrollo en particular, así como prácticas de adaptación que se apliquen a parte del hato en particular. Cabe destacar que a nivel ganadero no se realiza necesariamente la diferenciación por fases a nivel de manejo del hato. Se presentan fases de desarrollo y producción por tipo de explotación. Dichas fases son las mismas independientemente de las razas que se manejen en la finca, bien sean *Bos Taurus* o *Bos indicus*, y también son comunes a las diferentes zonas productivas, ya que los impactos negativos sobre la producción ganadera tienen más que ver con la forma de producción (es decir, con el manejo), que con la categoría del animal (M. Chacón, comunicación personal, 26 de febrero de 2018). Sobre este último aspecto, cabe destacar que los impactos climáticos presentan homogeneidad en zonas productivas, y que la mayoría de los ganaderos

encuestados no aprecia sensibilidad o impactos diferenciados entre las distintas fases presentadas.

Producción de carne

Los sistemas de producción de carne se han dividido de forma simplificada en cuatro fases. Hay que considerar que no todas las fincas de carne realizan el ciclo completo, existiendo explotaciones de cría, de cría y desarrollo, solo de desarrollo, de desarrollo y engorde y solamente de engorde. Asimismo, la duración del ciclo productivo varía de acuerdo con las razas utilizadas, el manejo y las condiciones de la región productiva del país (en particular con la disponibilidad de pastos).

Fases de producción de carne y distribución ideal de tiempos entre fases (cuadro 3):

0 – Adultos para cría: Pueden ser solamente hembras o machos y hembras en proporción 1/25. En caso de que se tengan solamente hembras, el sistema seleccionado suele ser reproducción por inseminación, en cuyo caso el productor puede comprar semen de distintas razas para realizar los cruces que considere. En caso de que la reproducción sea por monta, se debe tener al menos 1 macho por cada 25 hembras. La monta puede ser libre o controlada; en caso de tener varios machos se recomienda monta controlada con el objetivo de tener un registro de los progenitores y conocimiento de los cruces presentes en la finca. Es habitual que los productores tengan vacas mezcladas y machos puros, principalmente de raza Brahman para incrementar la resistencia a las altas temperaturas y la producción de carne.

1 – Cría: Desde el nacimiento hasta el destete (aproximadamente a los 8 meses), las crías permanecen con la madre, generalmente bajo lactancia controlada. En las fincas de solo cría, una vez finalizada esta fase los terneros salen a subasta para fincas de desarrollo y engorde.

2 – Desarrollo: Los terneros son alimentados con el objetivo de incrementar su peso; una vez desarrollados, pueden venderse para carne, engordarse o subastarse para fincas de engorde.

3 – Engorde (o finalización): Esta fase es similar en manejo y requerimientos a la anterior, sin embargo, se consideraron de forma separada ya que las explotaciones pueden cubrir solamente una de ellas. Los novillos o toretes son alimentados con el objetivo de incrementar su peso y son finalmente aprovechados como carne. Los sistemas de engorde usan mayoritariamente ejemplares macho, aunque existen diversas modalidades de explotaciones de engorde, en función del sexo de los animales y la edad de ingreso de los mismos (INTA, 2017).

Cuadro 3. Fases productivas de referencia utilizadas para evaluar la sensibilidad en sistemas de carne

0 ----- 0 ----- 7-8 MDN ----- 24MDN ----- 32-36MDN				
0 ----- 0 ----- 180-200 Kg ----- 400 Kg ----- 550/600 Kg				
Criterio	Fase 0: Adultos para cría (Desarrollo, monta y parto)	Fase I: Predestete	Fase II: Desarrollo	Fase III: Engorde
				
MDN: meses después del nacimiento Kg: Kilogramos				

Fuente: elaboración a partir de consultas a expertos

Lechería especializada

La producción de las lecherías especializadas se ha dividido en tres fases, a pesar de que en la literatura generalmente se consideran solamente dos fases: pre-producción y producción. A su vez, la producción de leche consta de 3 fases, sin embargo, no se ha considerado en este estudio ya que no se esperan diferencias en impactos potenciales. El nacimiento de los terneros coincide con el inicio de la producción de leche, sin embargo, son etapas que se manejan completamente por separado. Los indicadores de este sistema son la edad de primera concepción, edad del primer parto, duración de Índice de Parto-Concepción (IPC) y la duración de Ciclo Productivo lácteo (CPL). Estos indicadores varían entre razas y con el manejo del hato. Las vacas con bajo rendimiento productivo (por edad, enfermedad, infertilidad, etc.) se descartan y son reemplazadas por novillas.

Fases de producción en lecherías especializadas y distribución ideal de las fases (cuadro 4):

1 – Crianza de reemplazos: Los terneros macho y parte de las terneras se descartan al nacer. Los productores seleccionan las mejores terneras según su condición, la productividad de sus madres y otros factores, y las crían artificialmente con leche de sustitución durante 2-3 meses y con pasto y concentrado hasta los 7-8 meses. Durante esta fase están estabuladas y semiestabuladas.

2 – Desarrollo de novillas y vacas en seca: Desde los 8 meses hasta el primer parto, las terneras se desarrollan en potreros junto con las vacas secas. Las novillas son inseminadas artificialmente o montadas aproximadamente a los 15 meses. Las vacas en seca son vacas preñadas que se retiran de la producción de leche aproximadamente 2 meses antes del parto con el fin de que ganen condición corporal y descansen las glándulas mamarias antes de la nueva lactancia. Durante este periodo las reses permanecen generalmente en los potreros todo el día.

3 – Producción de leche: Desde el momento del parto y la retirada del ternero tras el aprovechamiento del calostro, las vacas pasan a producción de leche, periodo que dura en torno a siete meses, pudiendo alargarse si la vaca no se preña. Las vacas ciclan cada 21 días, pudiendo preñarse a la 3° semana después del parto. La producción de leche varía a lo largo del periodo, siendo más abundante después del parto, y disminuyendo con el tiempo (figura 16), hasta la seca de la vaca dos meses antes del parto. Durante este periodo las vacas pasan entre potreros e instalaciones de ordeño y son ordeñadas 2 veces por día.

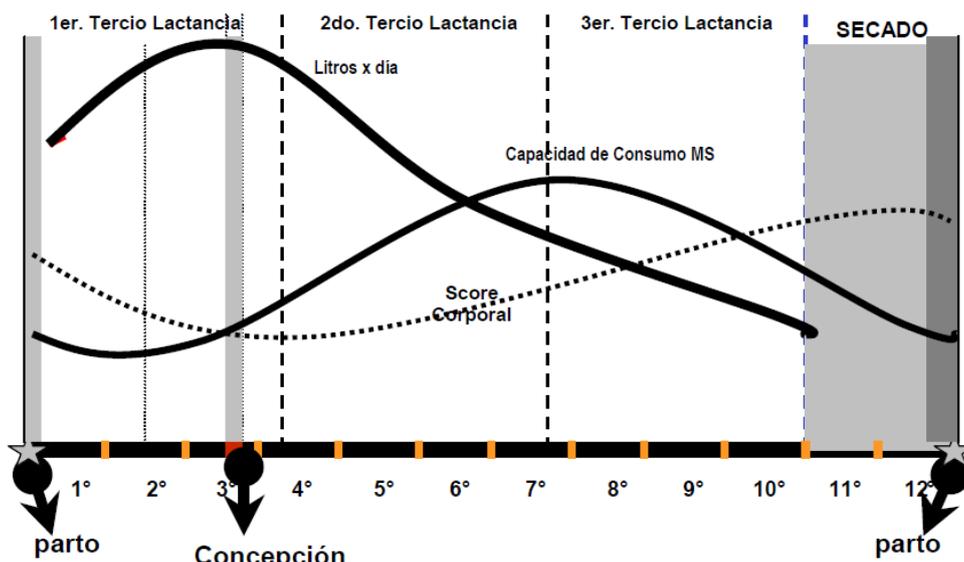


Figura 16. Ejemplo de ciclo biológico productivo lácteo ideal. Tomado de Cartier y Cartier (2004)

El ciclo completo comprende la fase de cría y desarrollo (o recria) y aproximadamente 4 ciclos productivos lácteos en 6 o 7 años (figura 17). El número de partos por vaca varía entre regiones, razas y manejo de las fincas.

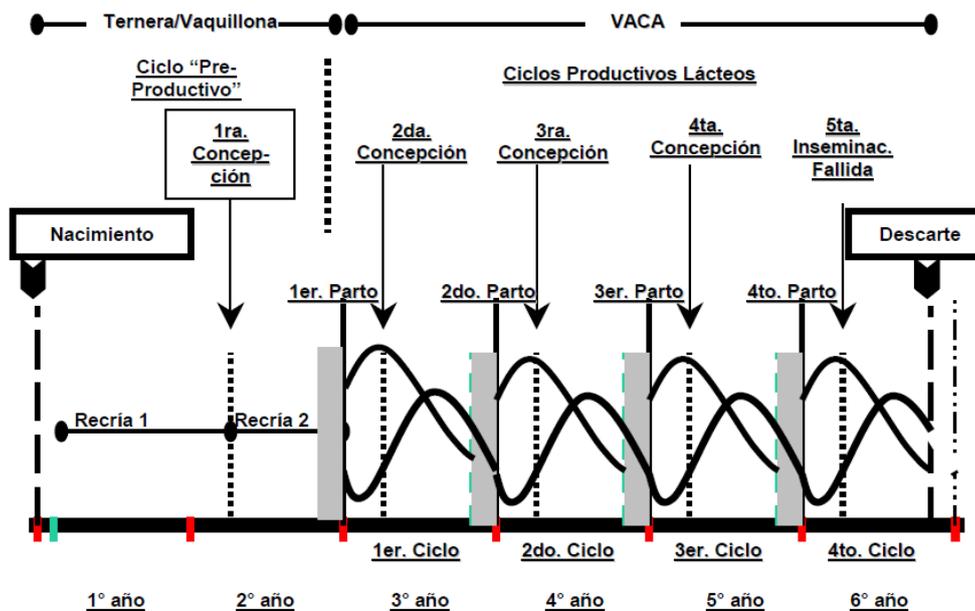


Figura 17. Ciclo biológico integrado ideal de la producción lechera. Tomado de Cartier y Cartier (2004)

Cuadro 4. Fases productivas de referencia utilizadas para evaluar la sensibilidad en sistemas de lechería especializada

0 ----- 8 MDN ----- 24 MDN* ----- 31 MDN ----			
----- 31 MDN ----- 33 MDN** ----- 40 MDN ----			
Criterio	Fase I: Crianza de reemplazos	Fase II: Terneras en desarrollo / Seca	Fase III: Producción
			
MDN: meses después del nacimiento * Primer parto; **Segundo parto y sucesivos			

Fuente: elaboración a partir de consulta a expertos

Doble propósito

En el caso de las explotaciones de doble propósito se han considerada 4 fases, sin embargo, el desarrollo de estas fases no es lineal como en los casos anteriores, sino que varía según el género y objetivo del ternero (carne, leche o reproducción). Generalmente, la contribución del doble propósito a la producción de carne suele considerarse hasta el destete, cuando se subastan los terneros, siendo raro encontrar explotaciones de doble propósito que incluyan desarrollo y engorde⁷. La duración del ciclo productivo está ligada al tiempo de lactancia del ternero, que va de 4 a 5 meses. Durante este tiempo, se ordeña la leche que no aprovecha el ternero para la venta, aproximadamente unos 5 o 6 kg por día, aunque la cantidad varía entre razas, condiciones ambientales y manejo. Por el tipo de razas utilizadas, es necesaria la estimulación del ternero para que se pueda ordeñar a las vacas, por lo que el aprovechamiento de leche es menor que en sistemas de lechería especializada, sin embargo, los terneros generalmente presentan mayor ganancia de peso que los criados con leche de sustitución. La producción presenta un porcentaje de ingresos 70/30 de leche respecto de carne (G. Mora, comunicación personal, 14 de dic. de 2017). Las razas utilizadas suelen ser mezclas de ganado europeo lechero con razas cebuinas para mejorar la producción de carne sin comprometer la producción de leche.

Fases de producción de sistemas de doble propósito y distribución ideal de tiempos entre fases (cuadro 5):

1 – Cría y predestete: Los terneros (machos y hembras seleccionados) se crían artificialmente con leche de sustitución o mediante lactancia controlada + suplementos durante 2-3 meses, posteriormente con pasto y concentrado hasta los 7-8 meses. Durante esta fase los animales están estabulados y semiestabulados.

2 – Desarrollo de novillas y vacas en seca: Desde los 8 meses hasta el primer parto, las terneras se desarrollan en potreros junto con las vacas secas. Las novillas son inseminadas artificialmente o montadas aproximadamente a los 15 meses. Las vacas en seca son vacas preñadas que se retiran de la producción de leche cuando el ternero deja de lactar, varios meses antes del parto (los periodos de seca van de 2 a 10 meses) con el fin de que ganen condición corporal y descansen las glándulas mamarias antes de la nueva lactancia.

3 – Producción de leche: Desde el parto, las vacas pasan a producción de leche, periodo que dura en torno a 4-5 meses. Durante este tiempo los terneros tienen acceso libre o controlado a la vaca. Por tanto, en este sistema las fases 1 y 3 son la misma, solamente se refiere al animal cría o adulto.

4 – Desarrollo: Los terneros macho y parte de las terneras que se descartan como productoras de leche se desarrollan en potrero para su venta a fincas de engorde o como carne. Generalmente las fincas de doble propósito no realizan engorde.

⁷ En esos casos, considerar fases 2 y 3 de la producción de carne.

Cuadro 5. Fases productivas de referencia utilizadas para evaluar la sensibilidad en sistemas de doble propósito

0 -----5 MDN-----25 MDN*-----30 MDN-----			
-----30 MDN -----40 MDN **-----45 MDN-----			
Criterio	Fase I: Crianza y predestete	Fase II: Seca / Desarrollo de reemplazos	Fase III: Producción de leche
Hembras			
		5 MDN-----	X
		180 Kg-----	X
		Fase IV: Desarrollo / Venta	Venta en subasta
Machos			
MDN: meses desde el nacimiento Kg: Kilogramos *primer parto; **segundo parto y sucesivos			

Fuente: elaboración a partir de consulta a expertos

Lechería tropical

En el caso de las explotaciones de lechería tropical se han considerada 4 fases, que incluyen la producción de leche (fila superior) y la de carne (fila inferior). Este sistema es muy similar al doble propósito presentado anteriormente, sin embargo, las mejoras tecnológicas implementadas (e.g. razas lecheras adaptadas, entre otras) permite prolongar los ciclos de lactancia e incrementar la cantidad de leche diaria. La lechería tropical también establece como propósito principal la producción de leche, sin embargo, utiliza razas o introduce material genético que permite criar terneros con buena producción cárnica. Las razas que se utilizan son cruces lecheros adaptados, como las razas Girolando o Simental rojo, que soportan altas temperaturas, no requieren necesariamente la presencia del ternero para producir leche y presentan ciclos de lactancia más largo y periodos de seca más cortos.

Fases de producción en sistemas de lechería tropical y distribución ideal de tiempos entre fases (cuadro 6):

1 – Cría y predestete: Los terneros se crían con sus madres en potreros mediante lactancia libre o controlada hasta los 4 o 5 meses y posteriormente con pasto hasta los 7-8 meses.

2 – Desarrollo de novillas y vacas en seca: Desde los 8 meses hasta el primer parto, las terneras se desarrollan en potreros junto con las vacas secas. Las novillas son inseminadas artificialmente o montadas aproximadamente a los 15 meses. Las vacas en seca son vacas preñadas que se retiran de la producción de leche varios meses antes del parto con el fin de que ganen condición corporal y descansen las glándulas mamarias antes de la nueva lactancia (el tiempo varía según el manejo, el mínimo son 2 meses).

3 – Producción de leche: Comienza con el parto del ternero. Debido al aprovechamiento parcial de leche por parte del ternero, se obtiene menor cantidad de leche por vaca, bajo sistemas de 2 ordeños al día. Tras el destete las vacas siguen produciendo leche durante 3 a 6 meses aproximadamente, ya que se emplean razas que no necesitan necesariamente la estimulación del ternero. Esta fase corresponde en tiempo con la fase 1 de ternero.

4 – Desarrollo: Los terneros macho y parte de las hembras que se descartan como productoras de leche se desarrollan en potrero para su venta a fincas de engorde o como carne. Debido a la crianza con leche materna, los terneros normalmente alcanzan un peso mayor que en los sistemas de alimentación con leche de sustitución y suplementos.

Cuadro 6. Fases productivas de referencia utilizadas para evaluar la sensibilidad en sistemas de lechería tropical

0-----5 MDN-----25 MDN*-----32-35 MDN----			
-----35 MDN-----37- 40 MDN **-----45-50 MDN----			
criterio	Fase I: Crianza y predestete	Fase II: Seca / Desarrollo de reemplazos	Fase III: Producción de leche
Hembras			
		5 MDN----- X	
		200-220 Kg----- X	
Machos		Fase IV: Desarrollo / Venta	Venta en subasta
			
MDN: meses desde el nacimiento Kg: Kilogramos *primer parto; **segundo parto y sucesivos			

Fuente: elaboración a partir de consulta a expertos

ii. Identificación de factores de exposición al cambio climático según los impactos reportados por los productores

Esta sección resume los resultados de las consultas realizadas en las regiones productivas seleccionadas para el estudio. La información recabada contiene los principales eventos climáticos que afectan la producción de carne, leche y doble propósito y a los pastos, y se indica si el impacto es generalizado o afecta a alguna fase en particular. En general, los eventos impactan por igual a terneros, novillos, vacas y toros, de ahí que se presente la información resumida. Asociado a esto, se indican las prácticas que los productores implementan para reducir o recuperarse de los impactos climáticos. Para un entendimiento de los términos de eventos climáticos y manejo ganadero, se elaboró un glosario que enmarca los conceptos utilizados durante las consultas (anexo 1); en el caso de las prácticas, se describen con más detalle en la sección de costos (ver subsección 4 de esta sección).

Además, se recogieron los impactos de los eventos climáticos sobre las pasturas y las prácticas de adaptación asociadas a estos, ya que los efectos sobre las pasturas afectan directamente la productividad y bienestar de los animales, y el rendimiento de la explotación.

- ZONA PRODUCTIVA DE ABANGARES

Los mayores impactos en esta región se deben a las altas temperaturas y a la larga estación seca a la que se enfrentan los productores. Además, los episodios de lluvias fuertes afectan negativamente, especialmente si se combinan con olas de calor, ya que incrementa el ITH.

EXPLORACIONES DE CARNE Y DOBLE PROPÓSITO:

FASE	IMPACTO	PRÁCTICAS
Alta temperatura – Muy frecuente		
Pastos	Las altas temperaturas afectan la productividad de los pastos, provocando una disminución del alimento disponible. En algunos casos, las temperaturas altas llegan a secar los pastos y a impedir su recuperación entre rotaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Riego • Sombra y cercas vivas
Cría de terneros	Reducción del crecimiento y la lactancia por estrés calórico. Mayor incidencia de endo- y ectoparásitos. Reducción de ingesta de alimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Sombra y cercas vivas. • Desparasitación.
Desarrollo (carne)	Menor rendimiento en peso. Reducción de ingesta de alimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentación suplementaria. • Protección sanitaria.
Seca y Producción	Las temperaturas afectan de forma directa al ganado, incrementando su estrés calórico y aumentando su	<ul style="list-style-type: none"> • Bancos forrajeros. • Pastos de corta.

	consumo de agua. El estrés calórico reduce el metabolismo de los animales y la ingesta de comida, reduce la producción de leche y las tasas de reproducción, llegando incluso a provocar abortos.	<ul style="list-style-type: none"> • Sombra y cercas vivas • Conservación de bosque en la finca. • Baños de agua.
Adultos (reprod.)	Estrés calórico. Reducción de ingesta de alimento. Puede afectar la salud de los animales. Afecta el peso y potencial sexual del macho.	<ul style="list-style-type: none"> • Sombra y cercas vivas. • Palpación, examen andrológico e inyecciones. • Desparasitación.
Lluvias fuertes – Muy frecuente		
Indirectos	Lavado de caminos en la finca.	<ul style="list-style-type: none"> • Muros de piedra.
Sequías prolongadas – Muy frecuente		
Pastos	Secado de pastos. Menor rendimiento. Afecta la recuperación de los pastos.	<ul style="list-style-type: none"> • Riego de pastos de corta • Bancos forrajeros
Cría de terneros	Menor desarrollo y rendimiento por reducción de lactancia. Mayor incidencia de endo- y ectoparásitos.	<ul style="list-style-type: none"> • Aspersión de agua en establos. • Alimentación suplementaria.
Seca y Producción	Abortos, pérdida de peso y condición corporal. Mayor consumo de agua y reducción de la producción de leche. Muerte de animales.	<ul style="list-style-type: none"> • Sombra • Prácticas de conservación de agua • Pastos de corta y bancos forrajeros
Incendios forestales – Muy frecuente		
Pastos	Pérdida directa de pastos, pastos de corta y bancos forrajeros.	<ul style="list-style-type: none"> • Chapear linderos (preventivo)
Animales (todas las etapas)	Pérdida de animales, menor ganancia en peso por falta de comida.	<ul style="list-style-type: none"> • Venta del hato por falta de pastos. • Suministrar agua adicional.
Vientos fuertes – Muy frecuente		
Pastos	Secado de pastos por efecto del viento. Erosión eólica en las fincas.	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
Animales (todas las etapas)	Reducción de la alimentación y reducción de la producción (ganancia en peso o leche).	<ul style="list-style-type: none"> • Semiestabulado •
Indirectos	Caída de ramas y árboles. Afección de cableado eléctrico, cercas y cercas eléctricas. Corte de suministro eléctrico que impide el uso del equipo de ordeño, refrigeración y cerca eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento (reparación). • Planta eléctrica.
Tormentas tropicales, huracanes y tornados - Frecuente		
Animales (todas las etapas)	Estrés por exceso de agua. Reducción de la productividad (ganancia en peso o producción de leche).	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
Indirectos	Caída de ramas y daños en cableado e infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento
Tormentas eléctricas – Poco frecuente		

Animales (todas las etapas)	Muerte directa por rayo (ocurre, pero a ninguno de los encuestados)	• Ninguna
Indirectos	Afecta el cableado eléctrico y las cercas eléctricas. Corte de suministro eléctrico que impide el uso del equipo de ordeño, refrigeración y cerca eléctrica.	• Mantenimiento (reparación). • Planta eléctrica.
Retraso en la estación lluviosa o canícula prolongada - Frecuente		
Pastos	Reducción de la productividad de los pastos	• Riego
Animales	Menor crecimiento, desarrollo y rendimiento	• Aspersión de agua

- ZONA PRODUCTIVA DE ZARCERO

Los mayores impactos en esta zona se deben a los fuertes vientos, combinados con bajas temperaturas, y a los episodios de lluvias fuertes y prolongadas.

EXPLOTACIONES DE LECHERÍA ESPECIALIZADA:

FASE	IMPACTO	PRÁCTICAS
Baja temperatura – Muy frecuente		
Pastos	Reducción del crecimiento	• Fertilización
Cría de terneros	Reducción de la ganancia de peso y pérdida de condición corporal	• Estabulado
Producción de leche	Reducción de la producción de leche. Pérdida de condición corporal. Atraso del celo.	• Semiestabulado
Seca	Nacimiento de terneros con menor peso. Atraso del celo.	• Semiestabulado
Lluvias fuertes – Muy frecuente		
Pastos	Menor crecimiento de los pastos por reducción de luminosidad. Amarilleamiento de los pastos y menor productividad. En ocasiones, maltrato del pasto por pisoteo en condiciones de humedad, encharcamiento y prolongación del tiempo de recuperación.	• Estabular para reducir pisoteo. • Fertilizar y atomizar. • Aumento de tiempo entre rotaciones.
Cría de terneros	Reducción de la ganancia de peso y pérdida de condición corporal	• Estabulado
Producción de leche	Reducción de condición corporal. Incremento de mastitis. Reducción de la producción. Incidencia de diarreas. Afecta o elimina el celo.	• Suplementación alimenticia, aplicación de sulfatos. Antibióticos. Pastos mejorados.
Seca	Reducción de condición corporal. Afecta o elimina el celo.	• Pastos mejorados. Suplementación alimenticia,
Vientos fuertes – Muy frecuente		
Pastos	Secado de pastos.	• Barreras y cercas rompevientos. Fertilización.
Cría de terneros	Reducción de la ganancia de peso y pérdida de condición corporal	• Estabulado
Producción	Reducción de la condición corporal. Puede reducir el celo.	• Pastos mejorados. Suplementación alimenticia.

Lluvias prolongadas – Muy frecuente		
Pastos	Menor crecimiento de los pastos por reducción de luminosidad. Suaviza la tierra, favorece la formación de lodo y el maltrato del pasto por pisoteo. Mayor tiempo de recuperación entre rotaciones.	<ul style="list-style-type: none"> Estabular para reducir pisoteo. Fertilizar y atomizar. Aumento de tiempo entre rotaciones.
Cría de terneros	Reducción de la ganancia de peso y pérdida de condición corporal	<ul style="list-style-type: none"> Estabulado
Producción de leche	Reducción de condición corporal. Incremento de mastitis. Reducción de la producción. Incidencia de diarreas. Afecta o elimina el celo.	<ul style="list-style-type: none"> Suplementación alimenticia, aplicación de sulfatos. Antibióticos. Pastos mejorados.
Canícula prolongada – Frecuente		
Pastos	Mayor incidencia de prosapia (plaga).	<ul style="list-style-type: none"> Control biológico con <i>B. bassiana</i>.
Producción	Puede afectar los celos y causar fiebres en animales en producción.	<ul style="list-style-type: none"> Se aplica suplementación y tratamiento.
Tormentas tropicales – Frecuente		
Pastos	Efectos similares a condiciones de exceso de humedad.	<ul style="list-style-type: none"> Estabular para reducir pisoteo. Fertilizar y atomizar. Aumento de tiempo entre rotaciones.
Producción	Reducción de la producción por estrés. Incremento de enfermedades. Muertes en eventos extremos.	<ul style="list-style-type: none"> Prácticas sanitarias.

- ZONA PRODUCTIVA DE SAN CARLOS

San Carlos es extenso y presenta zonas con impactos por baja temperatura y lluvias fuertes en las zonas altas, y por alta temperatura combinada con elevada humedad o sequía en las partes bajas.

EXPLORACIONES DE CARNE, LECHERÍA TROPICAL Y DOBLE PROPÓSITO:

FASE	IMPACTO	PRÁCTICAS
Alta temperatura – Muy frecuente		
Pastos	Secado de los pastos, provocando una disminución del alimento disponible. Incremento de ectoparásitos (garrapatas) en los pastos.	<ul style="list-style-type: none"> Fertilización química.
Cría de terneros	Reducción del crecimiento y la lactancia por estrés calórico	<ul style="list-style-type: none"> Sombra y cercas vivas
Seca y Producción	Estrés calórico (pérdida del 30% de ganancia corporal). Reabsorción de embriones, y por tanto pérdida de la cría y la lactancia. Reducción de al menos 10% de la producción de leche. Incremento de ectoparásitos (garrapatas).	<ul style="list-style-type: none"> Uso de ventiladores Baños de agua Sombra artificial Cercas vivas para sombra Pastos de corta Sombra natural en pastos y caminos

		<ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento del suministro de agua • Cambios de manejo • Baños con microorganismos (instalaciones y animales) • Diversificación del hato (e.g. búfalos)
Desarrollo (carne)	Estrés calórico y reducción de incremento diario de peso provocando que las etapas de desarrollo y engorde se prolonguen hasta 2 meses, reduciendo la rentabilidad.	<ul style="list-style-type: none"> • Manga techada (sombra artificial) • Diversificación del hato (e.g. búfalos)
Lluvias fuertes – Muy frecuente		
Pastos	Volcado de plantas. Encharcamiento. Incremento de prosapia y baba de culebra (plagas). Afectación por exceso de humedad y pisoteo (el pasto mombaza puede perderse completamente).	<ul style="list-style-type: none"> • Restringir el acceso del ganado. • Insecticida sistémico. • Zanjas para reducción de escorrentía
Cría de terneros	Menor ganancia de peso por reducción del consumo. Incremento de neumonías.	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentación suplementaria. • Estabular.
Producción de leche	Incremento de mastitis. Reducción de la producción de leche.	<ul style="list-style-type: none"> • Antibióticos. • Estabular.
Animales (todas las etapas)	Diarreas y renqueras. Pérdida de condición corporal.	<ul style="list-style-type: none"> • Antibióticos • Cambio de manejo • Quema de patas • Alimentación suplementaria.
Animales (carne)	Reducción del consumo y menor ganancia de peso (en carne)	<ul style="list-style-type: none"> • Suplementos (pollinaza y melaza) • Incremento del tiempo entre rotaciones
Sequías prolongadas –Frecuente		
Pastos	Secado y reducción de la productividad de los pastos, provocando una disminución del alimento disponible.	<ul style="list-style-type: none"> • Cosecha de agua • Fertilización química • Pastos mejorados • Sombra natural
Cría de terneros	Reducción del crecimiento y la lactancia por estrés calórico	<ul style="list-style-type: none"> • Sombra y cercas vivas
Seca y Producción	Reducción de la producción de leche (al menos un 10%). Reducción de la tasa de preñez.	<ul style="list-style-type: none"> • Sombra natural. • Uso de ventiladores • Baños de agua • Sombra artificial • Cercas vivas para
Animales (todas las etapas)	Reducción de la alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentación suplementaria. • Pastos mejorados
Indirectos	Muerte accidental de animales en busca de agua	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
Tormentas tropicales – Muy frecuente		

Pastos	Volcado de plantas. Encharcamiento. Incremento de prosapia y baba de culebra (plagas). Afectación por exceso de humedad y pisoteo (el pasto mombaza puede perderse completamente).	<ul style="list-style-type: none"> • Restringir el paso del ganado
	Muerte directa (grupal) por rayo (ningún productor de los encuestados afectado por rayo en los últimos 10 años). Incremento de enfermedades (edema maligno y otras). Reducción de la producción por estrés.	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna. • Vacunación.
Lluvias prolongadas – Muy frecuente		
Pastos	Volcado de plantas. Encharcamiento. Incremento de prosapia y baba de culebra (plagas). Afectación por exceso de humedad y pisoteo (el pasto mombaza puede perderse completamente).	<ul style="list-style-type: none"> • Restringir el acceso del ganado.
Cría de terneros	Menor ganancia de peso por reducción del consumo. Incremento de neumonías.	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentación suplementaria. • Estabular.
Producción de leche	Incremento de mastitis. Reducción de la producción de leche.	<ul style="list-style-type: none"> • Antibióticos. • Estabular. • Uso de forrajes de cercas vivas.
Animales (todas las etapas)	Diarreas y renqueras. Pérdida de condición corporal.	<ul style="list-style-type: none"> • Antibióticos • Cambio de manejo • Quema de patas • Alimentación suplementaria.
Animales (carne)	Reducción del consumo y menor ganancia de peso (en carne)	<ul style="list-style-type: none"> • Suplementos (pollinaza y melaza) • Incremento del tiempo entre rotaciones
Inundaciones – Muy frecuente		
Pastos	Pérdida de pastos por muerte de raíz.	<ul style="list-style-type: none"> • Resiembra
Animales (todas las etapas)	Muerte directa y perdida de animales	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
Canícula prolongada – Muy frecuente		
Pastos	Incremento de prosapia (plaga)	<ul style="list-style-type: none"> • Insecticida sistémico
Animales (todas las etapas)	Estrés y reducción de la producción por exceso de humedad	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
Tormentas eléctricas – Frecuente		
Indirectos	Afecta el cableado eléctrico y las cercas eléctricas. Corte de suministro eléctrico que impide el uso del equipo de ordeño, refrigeración y cerca eléctrica.	<ul style="list-style-type: none"> • Retraso del ordeño
Atraso en la estación lluviosa – Frecuente		
Pastos	Atraso en el crecimiento y reducción de la disponibilidad de alimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
Animales (carne)	Falta de alimento y reducción de la ganancia en peso.	<ul style="list-style-type: none"> • Venta de animales

Animales (dp)	Falta de alimento y reducción de la productividad.	• Alimentación suplementaria
Indirectos	Afecta el cableado eléctrico y las cercas eléctricas. Corte de suministro eléctrico que impide el uso del equipo de ordeño, refrigeración y cerca eléctrica.	• Retraso del ordeño

*Algunos productores mencionan de forma aislada baja temperatura.

- ZONA PRODUCTIVA DE GUÁPILES

Los mayores impactos en esta zona se deben a los fuertes vientos, combinados con bajas temperaturas, y a los episodios de lluvias fuertes y prolongadas.

EXPLOTACIONES DE LECHERÍA TROPICAL:

FASE	IMPACTO	PRÁCTICAS
Lluvias fuertes – Muy frecuente		
Pastos	Reducción de productividad de pastos tradicionales y mejorados. El Mombaza amarillea por muerte de raíz.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener pastos tradicionales • Abono químico • Abono orgánico • Ferti-irrigación con bomba de residuos
Cría de terneros	Reducción de lactancia y alimentación, menor desarrollo.	• Estabulado
Seca y Producción	Reducción del consumo de alimento. Estrés por exceso de lluvia provoca la reducción de la producción de al menos el 20%. Incremento de afección por mastitis (pérdida de producción de leche al menos 6 días).	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna • Antibióticos
Alta temperatura – Muy frecuente		
Pastos	Menor productividad de los pastos	<ul style="list-style-type: none"> • Árboles dispersos • Cercas vivas
Seca y Producción	Reducción del consumo de materia seca y reducción de la producción de leche. Estrés calórico.	• Mantenimiento del ganado en áreas sociales o con techos artificiales en horas de más calor
Sequías prolongadas - Frecuente		
Pastos	Incremento de prosapia.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de densidad de ganado en apartos (control biológico). • Fertilización.
Cría de terneros	Incremento de ataques de garrapatas (transmisión de anaplasmosis) y reducción de consumo de alimento. Menor productividad.	• Fumigación con químicos
Seca y Producción	Incremento de ataques de garrapatas (transmisión de anaplasmosis) y reducción de consumo de alimento. Menor producción de leche.	<ul style="list-style-type: none"> • Fumigación con químicos • Sombra de especies nativas

		<ul style="list-style-type: none"> • Suplementación con melaza y minerales • Cercas vivas: sombra y forraje
Tormentas tropicales, huracanes y tornados – Muy frecuente		
Pastos	Reducción de productividad del pasto.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener pastos tradicionales. • Fertirrigación. • Abono químico.
Animales (todas las etapas)	Estrés por exceso de humedad y frío.	<ul style="list-style-type: none"> • Estabulado.
Inundaciones – Poco frecuente		
Pastos	Mortalidad de pastos mejorados. Encharcamiento de potreros. Pudrición de pastos.	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener pastos tradicionales. • Mover ganado.
Animales (todas las etapas)	De forma indirecta por la falta de pastos y en ocasiones muerte directa (ninguno de los encuestados afectado directamente)	<ul style="list-style-type: none"> • Sombra y cercas vivas
Baja temperatura – Poco frecuente		
Pastos	Menor producción de materia seca	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna
Animales (todas las etapas)	Reducción del consumo de materia seca y reducción de la producción (crecimiento, leche y producción de carne).	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna

EXPLORACIONES DE CARNE:

FASE	IMPACTO	PRÁCTICAS
Lluvias prolongadas – Muy frecuente		
Pastos	Menor crecimiento de los pastos por reducción de luminosidad. Daño de los pastos por encharcamiento, pisoteo en condiciones de humedad y presencia de barro, que retrasan la recuperación de los pastos. Menor calidad de pasto (menor contenido en materia seca) y emisión foliar baja.	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna. • Descarte de animales antes del evento. • Retirar el ganado • Incrementar periodo entre rotaciones
Cría	Menor rendimiento y pérdida de pelo en terneros	Estabular.
Desarrollo y engorde	Incremento de virus y enfermedades. Daños en las patas. Menor rendimiento en peso.	Alimentación suplementaria.
Adultos	Reducción de celos	Ninguna
Baja temperatura – Muy frecuente		
Pastos	Menor desarrollo de los pastos	Ninguna
Animales (todas las etapas)	Reducción de la ganancia de peso	Ninguna
Tormentas tropicales – Muy frecuente		
Pastos	Menor crecimiento de los pastos por reducción de luminosidad. Daño de los pastos por pisoteo en condiciones de humedad y presencia de barro, que	<ul style="list-style-type: none"> • Retirar el ganado. • Incrementar periodo entre rotaciones.

	retrasan la recuperación de los pastos. Menor calidad de pasto (menor contenido en materia seca).	
Desarrollo y engorde	Incremento de virus y enfermedades. Daños en las patas. Menor rendimiento en peso.	• Alimentación suplementaria.
Veranos fuertes (sequía + alta temperatura) – Poco frecuente		
Animales (todas las etapas)	Incremento de poblaciones de mosca de los establos.	• Baños con mosquicida a animales e instalaciones

B. IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN IMPLEMENTADAS POR LOS GANADEROS PARA REDUCIR EL IMPACTO DEL CLIMA Y LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS SOBRE LOS PASTOS Y EL GANADO

De forma conjunta a la identificación de impactos climáticos o no climáticos sobre los pastos o las distintas etapas de los sistemas ganaderos, se preguntó a los productores por la práctica o las prácticas implementadas para reducir los impactos negativos del clima sobre su producción, en caso de que aplicasen algunas. En este aspecto se registraron tecnologías y prácticas de adaptación, así como prácticas convencionales cuya frecuencia o intensidad cambia para adaptarse a los requerimientos climáticos.

En este aspecto, se entiende como *tecnologías de adaptación* aquellas acciones que requieren cierta asistencia técnica para su implementación por su complejidad, así como asistencia para el monitoreo y reajuste de la tecnología a lo largo del tiempo. Por el contrario, se entiende como *prácticas de adaptación* aquellas que tienen que ver con la labor propia de la finca, y que por tanto pueden ser implementadas sin asistencia técnica. Finalmente, las *prácticas convencionales* se refieren a aquellas prácticas tradicionalmente usadas en los sistemas ganaderos para el mantenimiento o intensificación de la producción, que no responden necesariamente a los cambios o impactos del clima (M. Chacón, comunicación personal, 16 de febrero de 2018).

A modo de ejemplo, la fertilización de los pastos es una práctica que puede ser implementada directamente por los ganaderos, simplemente comprando el producto fertilizante y aplicando las cantidades indicadas en el producto; en cambio, la aplicación de un plan mejorado de fertilización es una tecnología que consiste en la aplicación de bioles, purines u otros tipos de fertiirrigación con base en las necesidades identificadas en la finca y en los recursos disponibles, que requiere diseño de aprovechamiento, transformación y aplicación.

En el país existen varias iniciativas que promueven prácticas y tecnologías, como el Plan Piloto, las Fincas Modelo o el NAMA-ganadería. Esta última iniciativa contempla las siguientes tecnologías con el fin de mejorar los sistemas ganaderos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), incrementar su resiliencia climática y su rentabilidad económica: i) pastoreo racional + uso de cercas vivas; ii) mejora de pasturas; y iii) mejoras en los planes de fertilización (PNUD y MAG, en preparación).

iii. Estimaciones de costos

Se realizó la cuantificación de los costos de implementación de las tecnologías (cuadro 7) y prácticas identificadas (cuadro 8) a través de consultas con expertos, con el fin de conocer el monto aproximado requerido para llevar a cabo determinadas prácticas de adaptación al cambio climático en los sistemas ganaderos de Costa Rica. La tabla de costos de prácticas basada en fuentes primarias (productores, almacenes), y en fuentes secundarias (tabla oficial de salarios para el año 2017⁸ y revisión de literatura). Se han encontrado prácticas que requieren costos de instalación, costos de mantenimiento y ambas. Los costos de instalación se refieren a la inversión inicial para poner en marcha una práctica y los de mantenimiento a los costos anuales de llevarla a cabo. Algunas prácticas tienen costos de oportunidad (tales como retirar el ganado de un aparto durante la instalación de pastos mejorados, que podría implicar alimentar al ganado artificialmente durante el tiempo en que deberían estar utilizando dicho aparto) que deberían ser considerados, sin embargo, solamente se sugieren (no se cuantifican) dichos costos en este documento.

En general, las prácticas y tecnologías son aplicables a todos los tipos de explotaciones y objetivos productivos (en caso contrario se indica), sin embargo, las prácticas y tecnologías reportadas varían entre regiones climáticas y tipos de manejo. Por esta razón, no se consideran diferentes prácticas por explotación y se indica específicamente si alguna práctica se aplica en un sistema productivo en particular. Se ha observado que los productores de leche y de doble propósito reportan más prácticas que los productores de carne.

⁸ http://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/lista_salarios_1_2017.PDF

Cuadro 7. Tecnologías utilizadas por los productores para reducir el impacto del cambio climático en sus sistemas productivos de carne, leche y doble propósito.

Práctica	Tipo de costo	Costo	Unidad	Descripción	Documen- tabilidad
Pastos de corta (y bancos forrajeros)	Instalación	616000	Ha	Preparación del terreno para el cultivo de especies mejoradas de pasto (Cuba-22, cubano, ryegrass, cameroon, etc.), que pueden combinarse con bancos forrajeros como la caña, el botón de oro y otros. Para la instalación se requiere preparación del terreno, material vegetal (semilla o vegetativo) y mano de obra. El mantenimiento incluye abonadas y riego si se necesita (ver prácticas de riego). Para su aprovechamiento se requiere corta, picado con picadora y transporte.	Registros y facturas
	Mantenimiento	43000	Ha y año		
Análisis de pastos y suelo	Mantenimiento	140000	Año	Los análisis indican las deficiencias de micronutrientes en el suelo y pastos y permiten realizar una fertilización óptima en función de las deficiencias e incrementar la productividad de los pastos. El costo incluye 3 análisis anuales, distribuidos en el año.	Registros y facturas
Fertirrigación - Bomba de sólidos	Instalación	1001000	Sistema	La bomba de sólidos recoge, procesa y distribuye boñiga en la finca a modo de fertilizante orgánico. Requiere diseño específico para cada finca y el precio incrementa por hectárea cubierta. El Plan Piloto del MAG ha repartido algunas que se están instalando en la actualidad. Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble propósito, asociada al tiempo que el ganado pasa estabulado.	Registros y facturas
Fertilización con purines	Instalación	3200000	Sistema	Se entrega a productores como parte de un proyecto de Fundecooperación. Aún no han tenido gastos de mantenimiento. Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble propósito, asociada a las excretas del ganado estabulado.	Registros
Fertilización con Biofermentos	Mantenimiento	203.000	Ha y año	Aplicación de fertilizante foliar realizado a base de la fermentación de desechos animales o vegetales (en este caso, boñiga) disueltos en agua, a los que se añaden micronutrientes y alguna fuente de energía (Meléndez y Soto, s.f.). Precio calculado para la elaboración casera del biofermento.	

Fertilización con Biofermentos	Mantenimiento	398.000	Ha y año	Aplicación de fertilizante foliar realizado a base de la fermentación de desechos animales o vegetales (en este caso, boñiga) disueltos en agua, a los que se añaden micronutrientes y alguna fuente de energía (Meléndez y Soto, s.f.). Precio calculado según el precio de venta del biofermento.	Registros y facturas
Sistema de riego por gravedad (I)	Instalación	3.170.000	Sistema	Incluye bomba (2,5 millones), mano de obra, cableado y mangueras; el mantenimiento incluye gasto energético de la bomba para uso del agua en la casa y la finca.	Registros y facturas
	Mantenimiento	12000	Mes		Registros y facturas
Sistema de riego por gravedad (II)	Instalación	275.000	Sistema	Incluye bomba (120.000), mangueras (700m aproximadamente) y mano de obra de instalación. No incluye tanques de almacenamiento, por lo que requiere fuente o pozo. En algunos casos la bomba o el sistema completo es aporte del proyecto NAMA-ganadería. El mantenimiento implica combustible para la bomba	Registros y facturas
	Mantenimiento	5000	Día		Registros y facturas
Generación solar de energía	Instalación	2.000.000	Sistema	Instalación de placas solares, transformador y baterías. La mano de obra es especializada. Se utiliza la energía para bombear agua día y noche para alimentar el sistema de riego por gravedad. Los paneles se entregan como parte del proyecto NAMA-ganadería.	Registros y facturas
Generación solar de energía	Instalación	5.850.000	Sistema	Instalación de placas solares, transformador y baterías. La mano de obra es especializada. En este caso, un productor cotiza la instalación del sistema completo para energía alternativa frente a cortes de corriente que impiden el uso del sistema de ordeño y la refrigeración de leche y productos lácteos. La instalación cotizada equivale a un suministro equivalente a 50.000 colones de luz al mes.	Registros y facturas
Planta eléctrica	Instalación	500.000	Sistema	Planta de generación eléctrica que provee energía necesaria para el ordeño y el mantenimiento de los sistemas de refrigeración de la leche cuando falla el suministro eléctrico.	Registros y facturas

Riego con urea	Mantenimiento	303500	Ha y año	Riego con manga. Un potrero al día (7 potreros) de aproximadamente 1 manzana. 30 minutos de mano de obra/día. LA instalación del equipo de aprovechamiento de purines requiere asistencia técnica.	Registros y facturas
Equipo de riego para fertirrigación	Instalación	2.750.000	Sistema	Compra de bomba, equipo de distribución, etc. para la fertirrigación de 10 ha de potreros, 2 veces por semana. Se utiliza agua con residuos procedentes del procesamiento de la boñiga (fase líquida) y puede incorporarse a la mezcla químicos para fertilización del pasto.	Facturas
Biodigestor (I)	Instalación	600.000	Sistema	Biodigestor, tuberías e instalación del sistema de gas para energía. El biodigestor fue donado por el MAG (biodigestor =360.000 colones) como parte del programa de transferencia, y el resto (tuberías, instalación, etc.) fue contrapartida de los productores para tuberías e instalación. Recientemente en uso, no tienen costos de mantenimiento a la fecha. Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble propósito, asociada al aprovechamiento de excretas durante el tiempo que el ganado pasa estabulado.	Registros y facturas
	Mantenimiento	Por definir	Año		
Biodigestor (II)	Instalación	3.600.000	Sistema completo	En este caso se incluye la construcción de la fosa, geotextil de protección, materiales del biodigestor, techado, tuberías, mano de obra y asistencia técnica. Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble propósito, asociada al aprovechamiento de excretas durante el tiempo que el ganado pasa estabulado.	Facturas
Sistema de lombricompost + biodigestor	Instalación	5.000.000	Sistema	Consiste en introducir materia orgánica en el biodigestor o en las camas de compostaje. No se define la capacidad de boñiga porque el uso es compartido con un microbeneficio, por tanto, se turna la incorporación de boñiga con aguas mieles, broza y otros residuos. Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble propósito, asociada al aprovechamiento de excretas durante el tiempo que el ganado pasa estabulado.	Registros y facturas
Compostaje mediante separador de sólidos en cascada+ galerón de compostaje	Instalación	580.000 + 1.400.000	Sistema	Se recoge la excreta diariamente, se seca, se separa la parte líquida remanente de la sólida y se mantiene en compostaje por 3 semanas. De 1500 kg de excreta se obtienen 250 kg de abono final, que se incorporan a los pastos con tractor. El precio está calculado para separar diariamente 1500 kg de excretas y para un galerón de compostaje de 80 m ² .	Registros y facturas

				Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble propósito, asociada al aprovechamiento de excretas durante el tiempo que el ganado pasa estabulado.	
Análisis de balance de dieta	Mantenimiento	Depende	Unidad	Para realizar un balance de dieta se requiere conocer los porcentajes de materia seca, proteína, digestibilidad, etc. del pasto de la finca, pastos de corta y otros suplementos que se den a los animales. Los análisis tienen costos variados (ver http://www.cina.ucr.ac.cr/index.php/2015-10-28-20-54-43/tarifas-2016/Varios/tarifas%202017.pdf/download). Una vez conocidos los nutrientes del alimento disponible, se calculan las cantidades de pasto, caña, etc. que debe consumir cada animal o el hato (recomendable realizar el balance de dieta por animal).	Registros y facturas
Diversificación del hato	Instalación y mantenimiento	NA	NA	Diversificar las especies presentes en el hato implica la compra de los animales y algunos cambios de manejo para responder a las necesidades. La diversificación puede ser de muchos tipos, con ganado bufalino, cuyo manejo es muy similar al bovino pero es más resistente a condiciones tropicales, o con otro tipo de ganado como caprino u ovino, cuyo manejo es más diferente. La diversificación de las fincas contribuye a la adaptación. Los costos dependen de la especie escogida, el tipo de manejo, etc.	Registros y facturas
Mejoramiento genético	NA	NA	NA	Consiste en cruzar las razas presentes en la finca con el fin de obtener descendencia con mejores características productivas o de resistencia. Puede tener costos de compra de pajillas, inseminación artificial o mantenimiento de semental, pero entra dentro de los costos de manejo de la finca.	Registros y facturas

Cuadro 8. Prácticas utilizadas por los productores para reducir el impacto del cambio climático en sus sistemas productivos de carne, leche y doble propósito.

Práctica	Tipo de costo	Costo	Unidad	Descripción	Documen- tabilidad
Pastos mejorados	Instalación	187200	Ha	Consiste en la eliminación del pasto existente y la siembra de variedades de pastos mejorados (la variedad a utilizar depende de las condiciones climáticas de la zona).	Registros y facturas
	Mantenimiento	23000	Ha y año	Para la instalación de una hectárea de pastos mejorados se requieren aproximadamente 2.5 galones de glifosato, 7 kg de semilla, abono + enraizador, y bomba para aplicación de quemantes y abono.	
	Oportunidad	Varían	Varían	El mantenimiento requiere al menos 2 aplicaciones de herbicida al año. El costo de oportunidad incluye de 3 a 5 meses en los que el aparcadero no puede ser utilizado por el ganado hasta que se establece el nuevo pasto.	
Pastos tradicionales (ratana o retana)	Mantenimiento	16000	HA y año	Los pastos tradicionales pueden considerarse una práctica de adaptación en algunas regiones por su mejor respuesta a eventos extremos del clima. El mantenimiento consiste en mano de obra de chapas para eliminación de malas hierbas.	Registros
Pastos naturalizados (kikuyo)	Mantenimiento	34500	Ha y año	El pasto kikuyo lleva décadas siendo utilizado y por tanto los productores no suelen considerarlo una práctica de adaptación, ni cuentan con costos de instalación. El mantenimiento se refiere a dos abonadas anuales (en este caso, químicas).	Registros y facturas
Control biológico de prosapia con <i>Beauveria bassiana</i>	Mantenimiento	70000	Ha y año	Consiste en la aplicación de esporas del hongo <i>Beauveria bassiana</i> diluido en agua sobre el pasto y las infraestructuras de ordeño (también a animales, ver control biológico (II)). Se realizan 2 o 3 aplicaciones por año, en función de la necesidad. <i>B. bassiana</i> es un hongo entomopatógeno, enemigo natural de muchas plagas entre ellas coleópteros, lepidópteros y dípteros, entre otros. En particular, en los pastos ataca a <i>Prospia sp.</i> , causante del salivazo o baba de culebra, parches amarillos e incluso muerte del pasto. Se recomienda aplicar junto con fertilizante foliar nitrogenado.	Registros y facturas

Fertilización biológica (bioprotection fosforin)	Mantenimiento	10000	Ha y año	Aplicación de solubilizador de Fósforo orgánico (Dr. Obregón) a base de un bacilo gram negativo, <i>Pseudomonas fluorescens</i> . <i>P. Fluorescens</i> actúa como solubilizadora de fosforo en los suelos y promueve el crecimiento de los pastos. Se puede añadir a la preparación de control biológico, reduciendo los costos de mano de obra de su aplicación.	Registros y facturas
Control biológico de garrapatas con metarizos (<i>Metarhizium</i>)	Mantenimiento	371000	Ha y año	Biopreparado bioestimulante del hongo entomopatógeno <i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>Anisopliae</i> , enemigo natural de muchos insectos entre ellos garrapatas, ácaros, babosas y otros. Está potencializada para el control de insectos resistentes a productos convencionales. Se aplica semanalmente en infraestructuras y animales (en zonas de infección de garrapatas).	Registros y facturas
Insecticida (prosapia)	Mantenimiento	8500	Aplicación y ha	Aplicación aérea de insecticidas químicos del grupo Cloronicotinilo (Jade) para combatir la plaga de Prosapia Sp. En los pastos. Los insecticidas químicos son poco recomendados ya que pueden presentar problemas de toxicidad al ganado y presencia de residuos de los químicos en carne y leche (Castillo Zeno 2006). Se realizan de dos a tres aplicaciones por año. La prosapia se incrementa en verano y durante la canícula.	Registros y facturas
Abono químico (bayfolán)	Mantenimiento	164300	Ha y año	Abono foliar líquido, que aporta los principios nutritivos necesarios para la alimentación de las plantas, mejora el estado sanitario y estimula la formación de raíces.	Registros y facturas
Abono químico (otros)	Mantenimiento	75800	Ha y año	Abono químico convencional de aplicación al suelo que aporta los principios nutritivos necesarios para la alimentación de las plantas y favorece el crecimiento del pasto.	Registros y facturas
Riego con 10/30/10	Mantenimiento	28300	Ha y mes	Se aplica los meses de invierno	Registros y facturas
Cosecha de agua (I)	Instalación	5.300.000	Sistema completo	Instalación de techos, canoas, bajantes y depósitos para un sistema completo de cosecha de agua para 7.000 litros, que provee agua para limpieza de sala y equipo de ordeño durante 11 días. Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble	Facturas

				propósito, para limpieza. En caso de que la cosecha sea para dar de beber a los animales, es aplicable a cualquier tipo de explotación.	
Cosecha de agua (II)	Instalación	420.767	Sistema	Compra e instalación de canoas y bajantes (+ mano de obra) en un techo ya colocado, depósito de 5.000 litros. Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble propósito, para limpieza de sala y equipo de ordeño. En caso de que la cosecha sea para dar de beber a los animales, es aplicable a cualquier tipo de explotación.	Registros y facturas
Conservación de agua en abrevaderos	Instalación	5.000	Unidad	Instalación de válvulas de flotación en los abrevaderos permite ahorrar agua al rellenarse automáticamente cuando el agua baja de nivel. La incorporación de peces filtradores que limpian el agua de algas y otros microorganismos mantiene el agua limpia para el consumo de los animales de forma continuada, no siendo necesario vaciar los abrevaderos y volverlos a llenar.	Facturas.
Establo	Instalación	1.000.000	Sistema	Construcción de establo con capacidad para 40-45 animales, según precios de 2007.	Registros y facturas
	Mantenimiento	100.000	Año		
Manga techada o galerones de sombra artificial	Instalación	2.000.000	Sistema	Instalación de infraestructuras en la finca para proteger al ganado del exceso de sol y lluvia. Son estructuras sencillas que incorporan agua y carriles de alimentación. El costo está calculado para los animales de una finca de 10 ha. Aplicable principalmente a explotaciones de carne, en las cuales el ganado no pasa tiempo estabulado.	Registros y facturas
	Mantenimiento	20.000	Año		Registros y facturas
Ventiladores	Instalación	14.000	Animal	Los ventiladores se colocan en el techo de las instalaciones de ordeño o de los establos. Cada ventilador abarca 9 vacas colocadas en línea y permite reducir el estrés calórico en determinadas horas del día. Los costos de mantenimiento están asociados al consumo energético del sistema de ventilación.	Registros y facturas
	Mantenimiento	1.300	Animal y mes		
Riego de herbicida	Mantenimiento	30.000	Ha y año	Dos aplicaciones por año. El costo varía con la densidad de mala hierba.	Registros y facturas
Ensilaje	Mantenimiento	2050	Animal y día	Requiere máquina ensiladora, bolsas de ensilaje, material vegetal y mano de obra. El MAG ha regalado pequeñas ensiladoras a algunos productores, por lo que el costo de la máquina no se está considerando. El ensilaje es una práctica complementaria a la	Registros y facturas

				rotación de potreros, y en algunas fincas el silo se da únicamente a madres y terneros en determinadas épocas del año.	
Alimentación suplementaria (en temporal)	Mantenimiento	130	Animal y día, por kg de heno adicional	La alimentación suplementaria, que incluye melaza, minerales, sales, vitaminas, etc., es una práctica de manejo convencional en la ganadería. Sin embargo, algunos productores estiman el incremento de suplementos alimenticios a consecuencia de condiciones climáticas adversas, por ejemplo, el incremento de 1 kg de heno al día por vaca a consecuencia de temporal	Registros y facturas
Pacas de paja	Mantenimiento	2500	Unidad	Uso de pacas de paja como suplemento alimenticio en verano. Habitualmente se consume una unidad por vaca, 2 meses al año (150000 colones/vaca y año).	Registros y facturas
Pacas de arroz	Mantenimiento	1300	Unidad	Uso de pacas de paja como suplemento alimenticio en verano. Habitualmente se proporciona a las madres y terneros en desarrollo.	Registros y facturas
Cambio de aserrín en establos	Mantenimiento	10.000	semana	El incremento en la frecuencia del cambio de aserrín hace que el establo esté más caliente y seco. En condiciones de frío, lluvia o temporales, es una práctica que se aplica a los establos de los terneros.	Registros y facturas
Cambios de manejo	Manejo	NA	NA	Mantener al ganado 100% en potreros en vez de semiestabulado y otras variantes de manejo, como adaptar las horas de ordeño a los momentos más calientes del día, para tener a las vacas protegidas del estrés calórico en las salas de ordeño, son cambios de manejo que no implican necesariamente un costo adicional.	Registros y facturas
Baños de agua	Mantenimiento	3650	Animal y año	Consiste en bañar a las vacas cuando llegan al establo o sala de ordeño para reducir su temperatura corporal y estrés calórico. Requiere mano de obra. No se considera el costo del agua (generalmente de la propia finca). Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble propósito.	Registros y facturas
Obras en la finca	Instalación y mantenimiento	Según finca	NA	Zanjas, muros de piedra u otro tipo de obras específicas según las necesidades y dimensiones de cada finca. Las zanjas reducen la escorrentía de agua y protegen los pastos del encharcamiento. Los muros protegen los caminos de crecidas o lluvias fuertes.	Registros y facturas

Cercas vivas + cercas eléctricas	Instalación	20.750	100 m	La instalación incluye los postes y árboles, el cable eléctrico, grapas, mano de obra, etc. El mantenimiento es aproximadamente el 20% de la instalación, principalmente para reparaciones por caída de árboles sobre la cerca y el cable. El costo de instalación puede variar con la densidad de árboles en la cerca (aproximadamente 5-6 árboles cada 100m)	Registros y facturas
	Mantenimiento	4150	100 m y año		Registros y facturas
Cercas vivas con alambre	Instalación	7000	100 m	Siembra de árboles de fácil regeneración (poró, madero negro) en línea, 15 por 100 m, con 3 o 4 alambres. Calculado para una finca de 10 ha, para el cierre perimetral y 6 apartos (aproximadamente 2800 m lineales de cerca).	Registros y facturas
	Mantenimiento	50	100 m y año		
Cercas vivas	Instalación	55.000	100 m	Siembra de árboles de especies locales de fácil regeneración (madero negro, poró, indio desnudo, etc.) a alta densidad (4 metros de distancia entre árboles, aproximadamente 25 árboles /100 m de cerca). El mantenimiento incluye la poda de los árboles y otros arreglos necesarios.	Registros y facturas
	Mantenimiento	3.000	100 m y año		Registros y facturas
Cerca viva de bambú	Instalación	10.000	100 m	Siembra de bambú a alta densidad que actúa como cortina rompevientos. Utilizada para proteger animales e infraestructuras de fuertes vientos en lugares determinados.	Registros y facturas
Barreras rompevientos	Instalación	20.000	100 m	Siembra de árboles en línea. Los árboles son de especies de copa grande con desarrollo vertical (ciprés y otros). Requieren manejo para evitar que crezcan demasiado en altura y dejen desprotegidas las zonas más bajas, sin embargo, el manejo no se requiere anualmente.	Registros y facturas
Árboles dispersos	Mantenimiento	NA	NA	Generalmente existentes en la finca o de regeneración natural. Las densidades que se manejan son bajas y se utilizan preferiblemente árboles de copa extendida que provean sombra al ganado. En el caso de sembrar la sombra, y de utilizar sombra diversificada con especies maderables o frutales, considerar el costo del almácigo y la mano de obra (práctica muy poco frecuente).	Registros y facturas
Bosque de ribera	Mantenimiento	NA	NA	Se refiere a la conservación del bosque ribereño existente en la finca o a la regeneración natural de especies leñosas en los bordes de cauces o quebradas.	Registros y facturas

Protección de ríos y nacientes	Mantenimiento y costo de oportunidad	NA	NA	Es recomendable restringir el paso del ganado a los cursos de agua para evitar contaminación por excrementos. Proteger las nacientes y cursos puede inferir en costos de oportunidad por pérdida de área pastable y costos directos del establecimiento de cercas.	Registros y facturas
Control biológico de garrapatas con <i>B. bassiana</i>	Mantenimiento	1600	Animal y año	Consiste en la aplicación de esporas del hongo <i>Beauveria bassiana</i> diluido en agua sobre los animales. Se realizan 2 o 3 aplicaciones por año, en función de la necesidad. <i>B. bassiana</i> es un hongo entomopatógeno, enemigo natural de muchas plagas entre ellas coleópteros, lepidópteros y dípteros, entre otros. En particular, se aplica para reducir la cantidad de ectoparásitos (principalmente garrapata) sobre el ganado.	Registros y facturas
Control biológico de garrapatas con metarizos (Metarhizium)	Mantenimiento	9275	Animal y año	Preparado bioestimulante del hongo entomopatógeno <i>Metarhizium anisopliae</i> var. <i>Anisopliae</i> , enemigo natural de muchos insectos entre ellos garrapatas, ácaros, babosas y otros. Está potencializada para el control de insectos resistentes a productos convencionales. Se aplica semanalmente sobre los animales mediante un baño de las zonas de infección de garrapatas.	Registros y facturas
Baños de mosquicida	Mantenimiento	6750	Animal y año	Aplicación semanal en época lluviosa y quincenal en época seca. Costo anual calculado para 6 meses de época seca y 6 de lluviosa. El costo varía según duración de estaciones en las distintas zonas (aproximadamente 250 colones/animal y aplicación).	Registros y facturas
Inyecciones de antibióticos contra la mastitis	Mantenimiento	35000	Animal e infección	Considerar costo de oportunidad de perder la leche de 8 A 10 días (10 días *15kg leche*280 c = 42,000 colones, en caso de que la vaca entera tenga mastitis). Esta cifra puede variar en función de la cantidad de leche que produce la vaca, el nivel de infección (1/4 a entera) y el precio recibido por la leche. Aplicable principalmente a sistemas de lechería especializada y doble propósito. Práctica tradicional cuyo uso incrementa a consecuencia de las condiciones climáticas desfavorables.	Registros y facturas
	Costo de oportunidad		Animal e infección		
Eprinex / Ectoline (Mosquicida y garrapaticida)	Mantenimiento	3340	Animal y año	Eprinex es un Antiparasitario endectocida que actúa contra endo y ectoparásitos. Ectoline es un ectoparasiticida tópico de larga acción para el control de garrapata (<i>Boophilus microplus</i>), tórsalo (<i>Dermatobia hominis</i>) y mosca de la paleta (<i>Haematobia irritans</i>). Aplicación intercalada de eprinex (2) y ectoline (3). Práctica tradicional cuyo uso incrementa a consecuencia de las condiciones climáticas desfavorables.	Registros y facturas

iv. Barreras para la implementación

Se analizaron barreras de tipo económico, cultural, demanda de tiempo o mano de obra, conocimiento técnico o específico, disponibilidad de recursos naturales en la finca, legislación y otras que se nombraron de forma minoritaria.

Cabe destacar que las barreras de las tecnologías de adaptación son principalmente el conocimiento técnico de las tecnologías para su diseño, implementación y seguimiento, así como barreras del tipo económico, ya que dichas tecnologías suelen ser caras y la asistencia técnica especializada no siempre se aporta desde los sistemas de extensión públicos, por lo que puede requerir la contratación de personal cualificado (por ejemplo, para la instalación de paneles solares que den autonomía energética a los sistemas de ordeño).

Respecto a las prácticas de adaptación consideradas en el estudio, los productores consideran que algunas de ellas son muy demandantes de mano de obra, y por tanto resulta caro implementarlas y/o mantenerlas (por ejemplo, las cercas vivas), y en algunos casos no presentan barreras o estas son de tipo cultural.

Entre las prácticas que consisten en el uso de infraestructura verde tales como cercas vivas, sombra, bosques de ribera, etc., se ha identificado una barrera de tipo legal que condiciona determinados usos de la tierra con la existencia de árboles. Esta barrera reduce el interés de algunos productores sobre el uso de infraestructura verde en las fincas a pesar de conocer sus beneficios directos e indirectos sobre los sistemas productivos.

v. Evaluación de las prácticas y tecnologías de adaptación y su impacto sobre el agroecosistema

En esta sección se realiza una valoración de las prácticas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria y el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Para cada uno de los programas se realizó una revisión de los parámetros y criterios de análisis utilizados y se ajustaron de acuerdo con la información y el alcance del estudio. A continuación, se resume el procedimiento y los resultados obtenidos a través de la valoración para cada uno de los programas:

1. Valoración de las prácticas agrícolas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria.

La certificación Bandera Azul Ecológica Categoría Agropecuaria es un reconocimiento que se otorga a las unidades productivas agrícolas y pecuarias que voluntariamente implementan buenas prácticas que permiten la medición y reducción de impactos ambientales procedentes de la actividad productiva y la adaptación al cambio climático. El Programa incentiva la aplicación de mejores prácticas para la gestión sostenible de los recursos naturales en la producción agropecuaria con énfasis en el recurso hídrico, el manejo y conservación de suelos, los insumos agropecuarios, la gestión de residuos, el uso de combustible fósiles, la energía eléctrica, la proyección social-empresarial, el bienestar animal y la adaptación al cambio climático (PBAE, 2016)

Para la valoración de las prácticas pecuarias de adaptación identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria, se realizó una revisión de los parámetros y basado en el criterio de experto y en experiencias de fincas visitadas con dicha certificación, se seleccionaron 4 parámetros por su alineación con los intereses y objetivos del estudio. Una vez seleccionados los criterios, se utilizó una escala de ponderación para definir el aporte de cada una de las prácticas a las categorías seleccionadas del Programa de Bandera Azul Ecológica. También se hizo una revisión de literatura para respaldar la valoración realizada.

Los indicadores del Programa Bandera Azul ecológica considerados para la valoración de las prácticas pecuarias en este estudio, son los siguientes:

1. Recurso hídrico: se evalúa el impacto directo de la práctica sobre la protección, mejoramiento y uso eficiente del recurso hídrico en los procesos de

producción pecuaria.

2. Manejo y conservación de suelos: se evalúa el impacto directo de la práctica sobre el uso, manejo y conservación de suelos en los procesos de producción pecuaria.
3. Gestión de residuos: se evalúa el impacto directo de la práctica sobre el manejo de los residuos procedentes de explotaciones pecuarias.
4. Bienestar animal: se evalúa el impacto directo de las prácticas de manejo en la salud, nutrición y bienestar de los animales de la explotación.

La evaluación de los grupos de prácticas identificadas en las explotaciones pecuarias se resume en cuadro 9:

Cuadro 9. Valoración de los grupos de tecnologías y prácticas pecuarias identificadas basada en criterio experto, considerando los indicadores seleccionados del Programa de Bandera Azul Ecológica categoría agropecuaria

TECNOLOGÍAS	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos	Gestión de residuos	Bienestar animal
Aprovechamiento de energías renovables para mejorar eficiencia	NA	NA	***	NA
Bancos forrajeros y pastos de corta	*	**	NA	***
Biodigestores y otros equipos de procesamiento de residuos	***	*	***	NA
Cambio de manejo del hato	*	***	**	***
Aplicación de bio-abonos y bio-controladores (programa de fertilización)	*	***	***	NA
Fertilización adecuada de pasturas	*	**	NA	NA
Producción de abono	*	**	***	*
Sistemas de fertirriego con optimización	**	***	***	*
PRÁCTICAS	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos	Gestión de residuos	Bienestar animal
Suplementos alimenticios	*	**	NA	**

Árboles en sistemas silvopastoriles (sombra o rompevientos)	***	***	NA	***
Cosecha de agua	***	NA	NA	NA
Barreras y cercas vivas	**	***	NA	***
Fertilización química u orgánica	*	**	NA	NA
Mejoramiento genético del hato	NA	NA	NA	**
Pastos mejorados	*	*	*	**
Conservación de bosques y bosques de ribera	***	***	NA	**
Control biológico de plagas y enfermedades	NA	NA	NA	**
Escala utilizada: * la práctica implica poco impacto/aporte positivo sobre el indicador ** la práctica implica moderado impacto/aporte positivo sobre el indicador *** la práctica implica mucho impacto/aporte positivo sobre el indicador NA no aplica/no se tiene información suficiente				

Fuente: elaboración propia a partir de revisión de literatura y la normativa para programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria (PBAE,2016).

2. Clasificación de las prácticas agrícolas identificadas de acuerdo a los criterios de inversiones establecidos por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible

El Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, lista una serie de prácticas consideradas como “inversiones” que el productor puede realizar para promover la producción agropecuaria sostenible y para las cuales el programa hace un reconocimiento económico al productor. El cuadro x muestra los resultados del análisis de las prácticas consideradas según los criterios de tipos de inversión establecidos por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales. Las categorías de inversión mencionadas son las que se encuentran en el documento: “Normativa para la aplicación y asignación de reconocimiento de los beneficios ambientales, Programa de Reconocimiento de Beneficios Ambientales para la Producción Agropecuaria Sostenible”⁹.

⁹ Consultado en: http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/dsorea-incentivos-ambientales.html

Las categorías de inversión se definen a continuación:

- **Inversiones tipo 1:** Son de interés del agricultor individualmente; benefician directa y claramente la productividad de las actividades productivas de la finca; y su retorno económico es de corto plazo.
- **Inversiones tipo 2:** Son de interés del agricultor individualmente; no benefician directa o claramente la productividad de las actividades productivas; y su retorno económico es de mediano o largo plazo.
- **Inversiones tipo 3:** Son de interés de un grupo de agricultores; benefician directa y claramente la productividad de las actividades o los ingresos de las fincas; y el retorno económico es de corto o mediano plazo
- **Inversiones tipo 4:** Son de interés colectivo. Su ejecución beneficia a un grupo de productores, la comunidad, o la sociedad y son opciones importantes cuanto se tiene un problema que sobrepasa los límites de la finca y su solución requiere compartir acciones con los vecinos o con la comunidad. Su retorno es en largo plazo y muchas veces no es claramente visible o fácilmente cuantificable. Este tipo de inversiones generan beneficios ambientales como: reducción de la contaminación; aumento de la infiltración del agua en el perfil del suelo; reducción de la erosión; conservación de la biodiversidad; y fijación de carbono.

Cuadro 10. Clasificación de tecnologías y prácticas por tipo de inversión de acuerdo con los parámetros establecidos por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible del Ministerio de Agricultura y Ganadería

GRUPOS DE TECNOLOGÍAS	Inversiones tipo 1	Inversiones tipo 2	Inversiones tipo 3	Inversiones tipo 4
Aprovechamiento de energías renovables para mejorar eficiencia	X	X		X
Biodigestores y otros equipos de procesamiento de residuos		X		X
Equipos para producción y aplicación de bio-abonos y bio-controladores		X		X
Fertilización adecuada de pasturas		X		
Producción de abono		X		X
Sistemas de fertirriego con optimización	X			
Mejoramiento genético del hato	X			

GRUPOS DE PRÁCTICAS	Inversiones tipo 1	Inversiones tipo 2	Inversiones tipo 3	Inversiones tipo 4
Control biológico de plagas y enfermedades				X
Cosecha de agua		X		X
Equipo e infraestructura para uso de forraje como alimentación	X			
Árboles en sistemas silvopastoriles (sombra o rompevientos)	X	X	X	X
Bancos forrajeros y pastos de corta	X			
Barreras y cercas vivas	X	X		
Fertilización química u orgánica		X		
Infraestructura para alimentación suplementaria en verano	X			X
Pastos mejorados	X			
Conservación de bosques y bosques de ribera			X	X
En las categorías que aplican como inversión 2 y 4 o 3 y 4, la clasificación final de la práctica depende de si el beneficio es personal (2) o colectivo (4), con retorno económico de corto o mediano plazo (3) o de largo plazo (4).				

Fuente: elaboración propia a partir de la normativa para la aplicación y asignación de reconocimiento de los beneficios ambientales (MAG, s.f).

CONSIDERACIONES FINALES

En la actualidad, la ganadería costarricense ya está sufriendo los impactos del cambio, la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos. Se espera que estos impactos incrementen en el futuro, por lo que la adaptación del sector debe ser una prioridad a nivel nacional.

Los impactos en los sistemas ganaderos se traducen en pérdidas de producción, bien sea de carne o leche, siendo más bien aislados los impactos que provocan la muerte de animales (tormentas tropicales, inundaciones, etc.). Sin embargo, la reducción de la producción por causas climáticas, así como las pérdidas económicas asociadas a impactos indirectos del clima (e.g. pérdida de la leche ordeñada por falta de electricidad o falta de infraestructura vial para su entrega) resultan relevantes tanto para los productores como para la actividad económica del país. En este aspecto, los seguros pecuarios actuales no cubren las necesidades ni resultan atractivos para los productores, como se refleja en el bajo número de usuarios.

A diferencia de otros sistemas productivos, el seguro pecuario actual cubre pérdida de animales (a partir de los 7 meses) por determinadas causas (accidente, enfermedad, etc.), pero no cubre pérdidas de producción como las que se indicaban anteriormente. Por otra parte, no existe un instrumento que permita asegurar las pasturas como un sistema agrícola. En ganadería, cualquier evento que afecte las pasturas está afectando directamente la producción ganadera y la rentabilidad de ésta, si bien hay prácticas que permiten mitigar el impacto. En el ejercicio de consulta a productores ganaderos, éstos destacan la necesidad de asegurar las pasturas o la producción como lo harían en un cultivo agrícola. En este aspecto se propone que se tomen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Realizar un estudio de impacto, exposición y prácticas de adaptación de las pasturas costarricenses e incluir dichos aspectos en un seguro de pasturas o como parte del seguro pecuario.
- Que el seguro cubra tanto razas puras como cruces y mezclas de razas, al tratarse el mejoramiento genético de una práctica con gran potencial para el sector.
- Establecer una cláusula de uso de los Sistemas de Rastreabilidad y Trazabilidad de Ganado Bovino y Bufalino (SIRIGAB) a los tomadores del seguro, asociado al uso de aretes electrónicos o bolos estomacales.
- Dado que la cuantificación de pérdidas por eventos extremos es muy difícil de estimar en ganadería, y que el costo de producción (leche o carne) incrementa con el clima adverso, existe una necesidad de desarrollar mecanismos de estimación de pérdidas, bien sean pérdidas directas o costos de oportunidad (e.g. prolongación del tiempo

de engorde de un ternero). En el caso de la producción de leche, los registros diarios de producción podrían permitir a un productor asegurar una cantidad de leche anual, y que el seguro cubra pérdidas significativas de dicha producción asociadas a eventos climáticos que afecten los pastos, el hato, los sistemas de ordeño y refrigeración (la pérdida por imposibilidad de entrega está cubierta, en ocasiones, por la empresa recolectora).

Este documento pretende contribuir a la toma de decisiones en el marco de los seguros pecuarios para ganadería bovina. En este aspecto, el análisis de amenazas climáticas y no climáticas junto con la identificación de impactos asociados a estos permite realizar una priorización de zonas más vulnerables, así como de las categorías animales más sensibles a los impactos climáticos. El análisis de aptitud no descarta ninguna región productiva para la producción ganadera, si bien hay que tener en cuenta que la distribución de razas actual es adecuada a las distintas zonas. Según los cuadros de producción deseable por cada tipo de explotación, sería interesante favorecer los sistemas de lechería tropical sobre los sistemas de doble propósito, al presentar los primeros mayores rendimientos en producción de leche y estar más adaptados a las condiciones actuales y futuras del clima tropical. Tanto la revisión de prácticas existentes como las prácticas mapeadas con los actores que participaron en el estudio permite realizar un manual de prácticas y tecnologías priorizadas para la adaptación. En este aspecto, se recomienda priorizar las tecnologías sobre las prácticas, apoyar la implementación de las mismas con mecanismos financieros (e.g. descuentos en las cuotas del seguro), y realizar acciones en línea con las iniciativas gubernamentales existentes (Plan Piloto, NAMA-Ganadería, entre otros).

BIBLIOGRAFÍA

- AHP Disease Manual (sin fecha). Reference Guide for Animal Health Staff, Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Secretariat of the Pacific Community. First edition by Graeme Garner and Peter Saville. In http://lrd.spc.int/ext/Disease_Manual_Final/index.html
- Alonso-Andicoberry, C., García-Peña, F.J., Ortega-Mora, L.M. 2011. Epidemiología, diagnóstico y control de la leptospirosis bovina (Revisión). Invest. Agr.: Prod. Sanid. Anim. Vol. 16 (2); 205-25.
- Arias, R.A., Mader, T.L., Escobar, P.C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Arch Med Vet 40, 7-22
- Aristizabal, J., Echeverri, A. 2002. Pastoreo Inteligente: La nueva alternativa para aumentar la rentabilidad de los hatos de leche y carne. In: Memorias del IV Seminario Internacional Competitividad en Carne y Leche. Medellín. 89 p
- Aristizabal, J.; Echeverri, A. 2004. Pastoreo Inteligente: La nueva alternativa para aumentar la rentabilidad de los hatos de leche y carne. IV Seminario Internacional de Competitividad en Carne y Leche. 16 p.
- Armendano, J.I. 2016. “¿Cuándo Se Generan Condiciones de Estrés Por Calor En Bovinos Para Carne?” Sitio Argentino de Producción Animal 84 (6): 11–13.
- Arronis, V. 2010. Manual de recomendaciones sobre sistemas intensivos de producción de carne bovina. MAG/INTA. 24 p.
- Barquero, M. 2017. Daños por Nate se manifiestan en diversas actividades del agro. La Nación. Viernes 20 de octubre del 2017.
- Bouroncle, Claudia, Pablo Imbach, Peter Läderach, Beatriz Rodríguez, Claudia Medellín, and Emily Fung. 2014. “La Agricultura de Honduras Y El Cambio Climático: ¿Dónde están las prioridades para la adaptación?” 8.
- Cartier E, Cartier JE. 2004. Tambos – Análisis de sus procesos de producción con fines de costeo. XXVII Congreso Argentino de Profesores Universitarios de Costos.
- Cartier, Enrique Nicolás, and Juan Enrique Cartier. 2004. “Tambos – Analisis De Sus Procesos De Produccion Con Fines De Costeo.” Xxvii Congreso Argentino De Profesores Universitarios De Costos, 1–22.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), CAC (Consejo Agropecuario Centroamericano), and SICA (Sistema De Integración Centroamericana). 2013.

“Impactos Potenciales Del Cambio Climático Sobre Los Granos Básicos En Centroamérica.”

CEPAL, and CCAD-SICA. 2012. La Economía Del Cambio Climático En Centroamérica Síntesis 2012. México D.F.: CEPAL.

Chacón, M. 2016. Línea de base y caracterización de la ganadería bovina de Costa Rica. Simposio Una visión del sector agropecuario basada en el CENAGRO 2014. MAG-SIDE-Banco Mundial

Chinchilla Lizano, Mauricio. 2012. “Braunvieh, El Pardo Suizo.”

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO), and Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2014. Perspectivas de La Agricultura Y Del Desarrollo Rural En Las Américas: Una Mirada Hacia América Latina Y El Caribe.

CORFOGA. 2017. Historia de la ganadería en Costa Rica. 8p.
<http://www.corfoga.org/download/historia-de-la-ganaderia/>

Costa Rica: efectos del cambio climático sobre la agricultura. México, DF, CEPAL. 76 p.

Cristóbal Villanueva, Pedro Argeñal Vega, Muhammad Ibrahim, and Francisco Casasola. 2013. “Contribución de Las Cercas Vivas En El Control Del Estrés Calórico En Sistemas Intensivos de Producción de Leche En Trópico de Bajura Cristóbal Villanueva 1 , Pedro Argeñal Vega, Muhammad Ibrahim, Francisco Casasola.” VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroforestales Para a Producao Pecúaria Sustentável, 687–94.

Delgado Gómez, F.A., y Franco, C.A. 2006. “Análisis de productividad de ganado lechero holstein y jersey en dos fincas de la sabana de Bogotá.” Universidad de la salle facultad de administración agropecuaria Bogotá, D.C., 97 p.

Dolz, G., L. Ábrego, L. Romero, L. Campos, L. Bouza, and A. Jiménez. 2013. “Ehrlichiosis Y Anaplasmosis En Costa Rica.” Acta Médica Costarricense 55 (Supplement 1): 34–40.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-60022013000400008&nrm=iso.

Domínguez García, Delia Inés, Rodrigo Rosario Cruz, Consuelo Almazán García, Jorge Alberto Saltijeral Oaxaca, and José De la Fuente. 2010. “Boophilus Microplus: Aspectos Biológicos Y Moleculares De La Resistencia A Los Acaricidas Y Su Impacto En La Salud Animal.” Tropical and Subtropical Agrosystems 12: 181–92.

- Ducca Durán, E., Solano Chévez, O.M., Alfaro García, O., Zumbado Ramírez, C., Almendares, R., Le Coq, J.F. 2007. Caracterización y Plan de acción para el desarrollo de la agrocadena de Ganadería Bovino en la región Huetar Norte MAG, Cirad, Ruta Ciudad Quesada, Costa Rica.
- Espeleta, J.F.; West, J.B.; Donovan, L.A. 2004. Species-specific patterns of hydraulic lift in co-occurring adult trees and grasses in a sandhill community. *Oecologia*, 138 (2004), pp. 341-349
- FAO. 2012. Balanced feeding for improving livestock productivity – Increase in milk production and nutrient use efficiency and decrease in methane emission, by M.R. Garg. FAO Animal Production and Health Paper No. 173. Rome, Italy.
- FAO. 2013. ‘Module 8: Climate-smart livestock’ in *Climate-Smart Agriculture Sourcebook*, FAO, Rome, Italy.
- Garzon, A. 2016. Cambio Climático: ¿Cómo Afecta la Producción Ganadera? <http://bmeditores.mx/cambio-climatico-como-afecta-produccion-ganadera/>
- Ghiano, Jorge, Miguel Taverna, Laura Gastaldi, and Emilio Walter. 2011. “Manejo Del Estrés Calórico.” INTA. Sitio Argentino de Producción Animal, 1–4.
- González, J. 2002. El estrés calórico en los bovinos. Sitio Argentino de Producción Animal. Repositorio digital de acceso abierto. <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- González, J. 2002. El estrés calórico en los bovinos. Sitio Argentino de Producción Animal. Repositorio digital de acceso abierto. <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- Hannah, Lee, Camila I. Donatti, Celia A. Harvey, Eric Alfaro, Daniel Andres Rodriguez, Claudia Bouroncle, Edwin Castellanos, et al. 2017. “Regional Modeling of Climate Change Impacts on Smallholder Agriculture and Ecosystems in Central America.” *Climatic Change* 141 (1). *Climatic Change*: 29–45. doi:10.1007/s10584-016-1867-y.
- Hernández, A, P Cervantes, VM Salinas, R García, A Tejeda, F Gallardo, JL Álvarez, Correo electrónico, Licenciatura en Ciencias Atmosféricas Universidad Veracruzana, and Colegio de Posgraduados Campus Veracruz. 2007. “Respuesta Al Estrés Por Calor En La Vaca Criollo Lechero Tropical Bajo Un Sistema De Doble Propósito En México.” *Rev. Salud Anim* 29 (2): 85–90.
- Ibrahim, M.; Villanueva, C.; Moja, J. 2005. Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms. In: *Silvopastoralism and sustainable land management. Proceedings of an international congress on silvopastoralism and sustainable management held in Lugo, Spain, April 2004*. Edited

- by M. R. Losada, J. McAdam and A. Riguerio-Rodriguez. Wallingford, UK: CABI International.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censo). (2015). VI Censo Nacional Agropecuario: Resultados Generales. 1 ed. --San José: C.R. 146 p.
- INTA. 2013. "Monitoreo Semanal de Estrés Calórico." Boletín Electrónico Del INTA Rafaela Año I (Número 13): 5.
- INTA. 2015. "Línea de Base Tecnológica Para Tres Sistemas de Ganadería Intensiva Sostenible."
- INTA. 2015. "Monitoreo Semanal de Estrés Calórico." Instituto de Clima Y Agua - INTA. Primer Informe Campaña Estival 2015-2016. Año IV (Número 1): 4–7.
- INTA. 2017. "Manual de Manejo Sistemas Intensivos Sostenibles de Ganadería de Engorde."
- Iván Rodríguez-Vivas, Roger, Alberto Rosado-Aguilar, Melina Maribel Ojeda-Chi, Luis Carlos Pérez-Cogollo, Iris Trinidad-Martínez, and Manuel Emilio Bolio-González. 2014. "Control Integrado De Garrapatas En La Ganadería Bovina." Ecosistemas Recursos Agropecuarios 1 (3): 295–308.
- Jiménez Arias, J.C. 2009. Ficha programa nacional de brucelosis bovina.
- JLTA (Japan Livestock Technology Association). 2005. A Guide for Silage Making and Utilization in the Tropical Regions.
- M.F. Benavides, C. Villanueva, D. Tobar, M. Ibrahim, A. Nieuwenhuys, and J. Robalino. 2006. "Productores Ganaderos En La Cuenca Media Del Río Jesús María," no. Steinfeld: 25–40.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). s.f. Normativa para la aplicación y asignación de reconocimiento de los beneficios ambientales. Disponible en: <http://docplayer.es/15162795-Ministerio-de-agricultura-ganaderia-programa-de-reconocimiento-de-beneficios-ambientales-para-la-produccion-agropecuaria-sostenible.html>
- MAG. 2014. Enfrentando el cambio climático: Ensilaje como alternativa para la nutrición animal. Desplegable. InfoAgro.
- Martínez, Marco, Bernardo Vargas, Juan Miguel Cordero, Idania Chacón, and Bernal León. 2015. "Diversidad Genética Entre Subpoblaciones Raciales Bovinas De Costa Rica." Genetic Diversity among Bovine Racial Subpopulations of Costa Rica. 39 (2): 33–45. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=111318696&lang=es&site=ehost-live>.

- McVey, D.S., Kennedy, M., Chengappa, M.M. 2013. Veterinary Microbiology. Wiley-Blackwell, Third Edition. 629 p.
- Mora-Delgado, Jairo, Nicole Nelson, Anais Fauchille, and Santiago Utsumi. 2016. "Application of GPS and GIS to Study Foraging Behavior of Dairy Cattle." *Agronomía Costarricense* 40 (1): 81–88. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242016000100081.
- Morillo, D. 1994. Efectos de la época seca sobre la producción de bovino. *Revista de Agronomía (LUZ)* 11 (2): 152-164.
- Oliveira, J.B. Montoya, J. Romero, J.J., Urbina, A., Soto-Barrientos, N., Melo E.S.P., Ramos C.A.N., Araújo F.R.. 2011. Epidemiology of bovine anaplasmosis in dairy herds from Costa Rica, In *Veterinary Parasitology* 177 (3–4); 359-65.
- Ordaz-Díaz, J. L., Ramírez, D., Mora-Alfaro, J., Acosta, A., & Serna-Hidalgo, B. 2010.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO). 1987. Crossbreeding Bos Indicus and Bos Taurus for Milk Production in the Tropics. *Fao*. Vol. XXXIII. doi:10.1007/s13398-014-0173-7.2.
- Orozco Barrantes, Edwin Bancos Forrajeros / Edwin Orozco Barrantes. - San José, C. R.: MAG, 2005 47 p.; 28 cm. ISBN 6698-877-16-6
- Orozco Barrantes, Edwin. 2005. "Bancos Forrajeros." San José, C. R.: MAG, 47 P.; 28 Cm., 5–8.
- Panadero, Alexander Navas. 2010. "Importancia de Los Sistemas Silvopastoriles En La Reducción Del Estrés Calórico En Sistemas de Producción Ganadera Tropical." *Revista de Medicina Veterinaria* 19: 10. <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n19/n19a10.pdf>.
- PBAE (Programa Bandera Azul Ecológica). 2016. Manual de Procedimientos Categoría Agropecuaria. Consultado en: <http://banderaazulecologica.org/wp-content/uploads/2015/02/Manual-Categor%C3%ADa-Agropecuaria-PBAE-20161.pdf>
- Pérez, E. 1952. Brucelosis. *Suelo Tico* 6(28): 224-226. 1952. XL, UCR, MAG.
- Pezo, D.; Ibrahim, M. 1999. Agroforestry formation – Silvopastoral Systems (Módulo de Enseñanza Agroforestal – Sistemas Silvopastoriles). 2nd ed. CATIE , Turrialba.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y Ministerio de Agricultura (MAG). En preparación. NAMA Ganadería: Ganadería bovina en Costa Rica.
- QUIRÓS E. 2006. Historia de la Ganadería Bovina en Costa Rica. CORFOGA. Disponible en http://www.corfoga.org/images/public/documentos/pdf/Historia_Ganaderia_bovina.pdf

- Rodríguez, Enrique. 1983. "Nutrición Del Cebú, Diferencias Con El Ganado Tradicional." Ila Reunión de Intercambio Tecnológico En Zonas Áridas Y Semiáridas. Villa Dolores, Prov. de Córdoba, Argentina, Pag. 162-174.
- Rojas-Downing, M. Melissa, A. Pouyan Nejadhashemi, Timothy Harrigan, and Sean A. Woznicki. 2017. "Climate Change and Livestock: Impacts, Adaptation, and Mitigation." *Climate Risk Management* 16. The Authors: 145–63. doi:10.1016/j.crm.2017.02.001.
- SAG. sf. Diarrea Viral Bovina. Ficha Técnica. Ministerio de Agricultura del Chile.
- Saravia, Celmira, Gabriela Cruz, and Jorge Franco. 2002. "CÁLCULO DEL ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD DIARIO Y SU ESTIMACIÓN A PARTIR Conference Paper · September 2002." In Congreso Argentino de Agrometeorología. Anales. AADA. Córdoba, Argentina., no. September.
- SENASA. 2012. Informe sobre la situación sanitaria de Costa Rica. 60 p.
- SENASA. 2017. Informe caso sobre brucelosis bovina. Unidad de Epidemiología.
- SEPSA (Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria). 2017. Indicadores Macroeconómicos 2017. Septiembre 2017.
- Singh, V., Rastogi, A., Nautiyal, N., Negi, V. 2017. Livestock and climate change: the key actors and the sufferers of global warming. *Indian Journal of Animal Sciences* 87 (1): 11–20.
- Souza de Abreu, M.H. 2002. Contribution of Trees to the Control of Heat Stress in Dairy Cows and the Financial Viability of Livestock Farms in the Humid Tropics. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Vignola, R., Otárola, M., Trevejo, L. 2014. Integración de actividades y estudios de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático. Informe de consultoría para al IMN/MINAE/PNUD. 96 p.
- Vilaboa Arroniz, Julio, Olman Quirós Madrigal, Pablo Díaz Rivera, Rodolfo WingChing Jones, Natalie Brower Keating, and Pedro Zetina Córdoba. 2012. "Los Sistemas Ganaderos Con Criollo Lechero Tropical (Reyna) En Costa Rica." *Agronomía Mesoamericana* 23 (728): 167–78. doi:10.15517/am.v23i1.6415.
- Villalobos, Luis, and Jorge Ml. Sánchez. 2010. "EVALUACIÓN AGRONÓMICA NUTRICIONAL DEL PASTO RYEGRASS PERENNE TETRAPLOIDE (Lolium Perenne) PRODUCIDO EN LECHERIAS DE LAS ZONAS ALTAS DE COSTA RICA. II. VALOR NUTRICIONAL. (Spanish)." *Agronomía Costarricense* 34(1): 34 (1): 31–42.

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=77940452&lang=es&site=ehost-live>.

- Villalobos, Luis, and Jose Arce. 2013. "Evaluación Agronómica Y Nutricional Del Pasto Estrella Africana (*Cynodon Nlemfuensis*) En La Zona de Monteverde ,Puntarenas, Costa Rica. Disponibilidad de Biomasa Y Fenologia." *Agronomía Costarricense* 37 (1): 91–101.
- Villalobos, Luis. 2016. "RESPUESTA DEL PASTO ALPISTE (*Phalaris Arundinacea* L.) A LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN COSTA RICA." *Agronomía Costarricense* 40 (2): 63–75.
- Villar, C. 2012. El parasitismo en bovinos y el cambio climático en países tropicales con énfasis en investigaciones de Colombia. In: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/parasitismo-bovinos-cambio-climatico-t29634.htm>
- VIRBAC, 2009. Infeccion crónica Leptospirosis Bovina. Virbac Colombia. 9 p.
- Warnars, L.; Oppenoorth, H. 2014. Bioslurry: A supreme fertiliser. Hivos. 51 p.
- Wilson, D.E., Reeder, D.A. (editors). 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed), Johns Hopkins University Press, 2,142 pp. (<http://www.press.jhu.edu>).
- WingChing-Jones, R., Pérez, R., Salazar, E. 2008. Condiciones ambientales y producción de leche de un hato de ganado jersey en el trópico húmedo: el caso del módulo lechero-SDA/UCR. *Agronomía Costarricense* 32(1): 87-94.

ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS

Glosario de términos climáticos

La Niña: es un fenómeno océano-atmosférico que produce la alteración de las condiciones climáticas, esta consiste en un enfriamiento anormal de la temperatura superficial de las aguas del océano pacífico, provocando el aumento de precipitaciones y vientos ecuatoriales de este a oeste (Retana & Solano, s.f)

El Niño: es un fenómeno climático que provoca alteraciones en la circulación océano-atmosférico que afecta el régimen de lluvias y origina sequías prolongadas, principalmente en el litoral pacífico de Centroamérica (Angulo, 2015).

Lluvias fuertes: son precipitaciones de alta intensidad de agua líquida o sólida (granizos), que comienzan y acaban bruscamente; su duración puede ser relativamente corta y varían violentamente su intensidad (Segerer & Villodas, 2006).

Fuertes vientos: según el CENAPRED (2014), viento se refiere al desplazamiento del aire en la atmósfera con relación paralela a la superficie terrestre que varía su velocidad constantemente.

Erosión: es un fenómeno natural que consiste en el desprendimiento y pérdida de las partículas del suelo, producto de las corrientes de agua; así mismo, la erosión disminuye la capacidad del suelo de almacenar agua y provoca la pérdida de nutrientes y materia orgánica (Peña, 2013).

Deslizamientos de tierra: es el movimiento en masa sobre terrenos con alta pendiente, que involucran la movilización de suelo, rocas o la mezcla de ambos; provocados por el exceso de agua o por efecto de la fuerza de gravedad (CENEPRED, 2014).

Sequías prolongadas: fenómeno complejo que contempla un periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico (CENEPRED, 2014).

Nubosidad: se refiere a una fracción del cielo cubierto por un cierto grupo de nubes o combinación de las mismas (IMN, S.f).

Tormentas eléctricas: perturbación violenta de la atmósfera ligada a los movimientos verticales del aire y acompañada de fenómenos mecánicos (viento y precipitaciones) y eléctricos (relámpagos y truenos) (IMN, S.f).

Tormentas tropicales: es una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral y al sentido contrario de las manecillas del reloj; la velocidad de los vientos comprende entre 63 a 118 Km/h. Si los vientos aumentan a 118 Km/h pasa a formar un huracán y si bajan de 63 Km/h es una depresión natural (CENAPRED, 2007).

Huracanes: se refiere a una tormenta tropical que alcanza vientos de mayor de 74 mph (118 Km/h); es de forma giratoria y circulan alrededor de un vórtice de baja presión barométrica (CENAPRED, 2007).

Tornados: es una violenta columna de aire en rotación que se extiende desde una nube inestable hasta alcanzar la superficie. La velocidad del viento puede alcanzar entre 20 a 45 Km/h (IMN, S.f)

Neblina: es la manifestación visible de gotas suspendidas en la atmósfera o cerca de la superficie de la tierra, reduciendo la visibilidad y la entrada de luz; se origina cuando la temperatura y el punto de rocío del aire presentan valores similares (IMN, S.f).

Inundación: fenómeno producido por el exceso de lluvias intensas o continuas que sobrepasan la capacidad de campo del suelo, supera el volumen máximo de transporte de los ríos; los cuales se desbordan e inundan los campos (CENAPRED, 2014).

Déficit Hídrico: se refiere a la falta de agua para las plantas, ya que la cantidad de precipitaciones es inferior a la normal. Si la disponibilidad de agua es menor al 80% del promedio se refiere a sequía (Muñoz & Navarro, 2011).

Granizos: se refiere a una precipitación sólida en forma de bolas o grumos irregulares de hielo; las cuales se forman por fuertes corrientes ascendentes en las nubes convectivas que elevan las gotas a áreas muy frías, donde se forman las partículas de hielo (Gutiérrez *et al*, 2013).

Glosario de términos ganaderos (INS, en preparación)

Apartos: Subdivisión del área de pastura. Sinónimo: Potrero.

Bienestar animal: Buenas prácticas en el manejo de los animales asegurados siguiendo normas para el bienestar general, contra el maltrato innecesario de los semovientes, incluyendo manejo en potreros, corral, sala de ordeño, manga y transporte.

Buenas Prácticas Ganaderas o Buenas Prácticas Pecuarias (BPP): Son todas las prácticas que se aplican en la producción pecuaria a fin de evitar o reducir el daño ambiental, procurar una adecuada productividad de las actividades y obtener productos inocuos para las personas que los consumen. Se aplican desde la finca hasta la planta de matadero, e incluyen las fases de reproducción, producción, cosecha, transporte, subasta, matadero, destace y distribución al consumidor.

Canal: Estructuras anatómicas que quedan luego de que un bovino vivo se ha sacrificado bajo procedimientos estándares establecidos en los mataderos, desollado (eliminado la piel completa), eviscerado y desprendido de la cabeza, lo mismo que las manos, las patas, y la cola.

CVO: Certificado Veterinario de Operación emitido por SENASA renovado anualmente.

Descarte: Exclusión (venta o sacrificio) de un semoviente del hato o grupo de animales por sus características físicas, clínicas, productivas o reproductivas.

Enfermedad: Condición que origina una alteración progresiva y desfavorable en el desarrollo fisiológico y morfológico del semoviente, provocada por un agente extraño (microorganismos: hongos, bacterias, virus), hasta tal punto que se producen manifestaciones visibles de tal alteración caracterizadas por lesiones, debilitamiento o muerte de animales.

Enfermedades Endémicas: Son aquellas que se presenta constantemente en un área geográfica, grupo de población o país; la definición de endemia abarca también la prevalencia usual de una enfermedad en un área o grupo determinado.

Enfermedades Exóticas o Emergentes: Son las enfermedades que comúnmente no se encuentran en el país y se encuentran tipificadas en SENASA.

Estabulado: Práctica que consiste en mantener a los animales dentro de un establecimiento (galerón), donde las condiciones ambientales están controladas o semicontroladas. También se refiere al sistema zootécnico donde los animales pasan todo el periodo de vida encerrados en dichos establecimientos.

Etapas de desarrollo o etapas productivas: Fases de desarrollo o producción por las que pasa un animal para cumplir con su función zootécnica.

Examen Andrológico: Prueba realizada por médico veterinario certificado que avala si los animales reproductores son aptos o no para la reproducción.

Finca: Es el área de terreno donde están los animales, las pasturas y los bancos de corta, forrajeros u otros cultivos para la alimentación de los animales.

Tipología de explotación o Función Zootécnica: Es la actividad productiva para la que se utiliza un animal, de acuerdo a sus aptitudes y características físicas; y puede ser producción de leche, carne o cualquier otra a la que se destine un animal con fines comerciales.

Hato: Grupo de ganado.

Paquete Tecnológico: Conjunto de labores culturales, gestión de fincas pecuarias, alimentación, sanidad, mejoramiento genético, prácticas amigables con el ambiente, aplicaciones de agroquímicos técnicamente recomendados para la actividad pecuaria, por un veterinario, un ingeniero agrónomo o un especialista en la materia.

Pastoreo Extensivo: Desarrollo de la actividad ganadera en grandes extensiones de terreno (pasturas), apartos de gran tamaño con baja rotación y baja carga animal por hectárea.

Pastoreo Intensivo (semi-estabulado): Consiste en la industrialización de la actividad ganadera, se realiza en áreas pequeñas con relación a la cantidad de animales. Cargas de animales altas.

Pasturas o pastos: extensión de herbáceas de las que se alimenta el ganado

Programa de Rastreabilidad de SENASA: Sistema administrado por SENASA para la identificación de: fincas, semovientes y movimientos de los mismos.

Prolapso: Descenso o caída de un órgano interno, una víscera, entre otras, del cuerpo a causa de la relajación de sus medios de fijación, especialmente cuando sale a través de un orificio natural o artificial.

Sacrificio Sanitario: Es la determinación de dar muerte a un animal, ordenada por una Autoridad con el propósito de evitar la difusión de una enfermedad.

SENASA: Servicio Nacional de Salud Animal

Vacunas: Se entiende por vacuna cualquier preparación destinada a generar inmunidad contra una enfermedad estimulando la producción de anticuerpos.

Glosario de prácticas

Poda de cercas vivas o poda de árboles en sistemas silvopastoriles: es la regulación del área y la carga foliar de cada árbol de sombra, la cual se realiza para proyectar suficiente luz y alcanzar una mejor distribución de la misma dentro del cultivo (Girón, 2011). El manejo de sombra es importante para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes con los pastos (OFN, 2013). En el caso de algunas especies, el manejo puede complementarse con la utilización de los residuos de poda como forraje para los animales.

Control biológico: es la utilización de enemigos naturales para el combate de plagas o enfermedades; su principal acción es regular las poblaciones de organismos dañinos como la broca. Uno de los productos más utilizados en el país es la *Beauveria bassiana* (Estrada & López, 2011).

Cosecha de agua: es la aplicación de prácticas sostenibles para la captación del agua de lluvia, mediante la construcción de obras u estructuras de almacenamiento. La cosecha de agua se puede realizar en el suelo (con pozos o lagunas), sobre el suelo (con depósitos), y utilizar las estructuras existentes (techos, etc.) para incrementar el área de cosecha (INTA, 2013).

Literatura citada

- Angulo A. (2015). Impacto de la sequía y su efecto sobre los rendimientos agrícolas e industrial de caña de azúcar, en la zona este de Guanacaste durante la zafra 2014-2015. DIECA. Alajuela, Costa Rica. 12p.
- CENAPRED (2007). Ciclones tropicales. Centro Nacional de Prevención de Desastres. México D.F, México. 35p.
- CENEPRED (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. Lima, Perú. 256p.
- Girón J. (2011) (En Línea) Sombra. Revista el cafetal. Anacafé. Guatemala. Consultado el 25 ene 2017. Disponible en: <https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Sombra>
- Gutiérrez D., Riesco J., Díez E., Martín F., Núñez J., Sánchez J., Ferri M. (2013) Breve guía descriptiva de los fenómenos meteorológicos recogidos en el Sistema de Notificación de Observaciones Atmosféricas Singulares (SINOBAS). España. 37p.
- Instituto Nacional de Seguros (INS). En preparación. Condiciones generales del seguro pecuario.
- INTA (2013). Tecnologías para cosechar agua. Edición Nº 18. Managua, Nicaragua. 8p.
- IMN (S.f) (En línea) Glosario. Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica. Consultado el 30 ene 2017. Disponible en: <https://www.imn.ac.cr/web/imn/51>
- Muñoz E., Navarro P. (2011) Análisis del Déficit Hídrico en la Agricultura de la Región del Maule, Chile. Revista Interamericana de ambiente y turismo. Maule, Chile. 8p.
- O.F.N. (2013) Guía técnica para la implementación de sistemas agroforestales (SAF) con árboles forestales maderables. Oficina Nacional forestal. Costa Rica. 33p.
- Peña E. (2013) Conservación de suelo como estrategia de producción. Revista el Cafetal. Anacafé. Guatemala. 24p.
- Retana J., Solano J. (S.f) Relación entre las inundaciones en la Cuenca del Tempisque, el Fenómeno de la Niña y los Rendimientos de Arroz de Secano. Instituto Meteorológico Nacional, Gestión de Desarrollo. San José, Costa Rica. 9p.
- Segerer C., Villodas R. (2006) Hidrología I, Unidad 5: Las precipitaciones. Universidad Nacional de cuyo. Mendoza, Argentina. 26p.



minae
MINISTERIO DE AMBIENTE Y ENERGIA



ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO

NOMBRE	PERFIL	REGIÓN	CARGO*	INSTITUCIÓN*
Adrián Salas Sadoval	Productor	Huetar Atlántica		
Alejandro Molina	Técnico	Central Oriental	CATIE	Encargado finca comercial
Álvaro Salas Vega	Productor	Huetar Norte		
Analide Rodríguez Brenes	Productor	Chorotega		
Bryan Rodríguez Salazar	Productor	Huetar Norte		
Carlos Fonseca	Técnico	Guanacaste	MAG	Extensionista
Cristóbal Villanueva	Investigador	Nacional	CATIE	Programa Agroforestería y Ganadería
Dennis Méndez Cordero	Productor	Huetar Atlántica		
Elidio Alvarado Ureña	Productor	Huetar Atlántica		
Félix Arguedas Bolaños	Productor	Chorotega		
Florentino González Matamoros	Productor	Huetar Norte		
Gabriela Mora	Técnico	Huetar Norte	MAG	Coordinador regional de ganadería
Gilberto López	Técnico	Guanacaste	MAG	Coordinador regional de ganadería
Greivin G. Guzmán R.	Productor	Central Occidental		
Héctor Campo Morgan	Técnico	Central Occidental	MAG	Extensionista

Hugo Murillo	Técnico	Huetar Norte	Cámara de ganaderos de San Carlos	Extensionista
Hugo Soto	Técnico	Brunca	CORFOGA	Extensionista
José David Rodríguez	Productor	Huetar Atlántica		
José Mario Cárdenas	Técnico	Pacífico Sur	MAG	Extensionista
Juan Rafael Alfaro	Productor	Huetar Norte		
Juan Rafael Alfaro	Productor	Huetar Norte		
Juan Rafael Alfaro	Productor	Huetar Norte		
Luis Andrés Barrantes	Técnico	Huetar Norte	CORFOGA	Extensionista
María Elena Castro Chavez	Productora			
Marco Fallas	Técnico	Nacional	CORFOGA	Extensionista
Mauricio Chacón	Técnico	Nacional	MAG	Gerente Nacional de Ganadería
Óscar Jiménez Vargas	Productor	Huetar Norte		
Pablo Carvajal	Técnico	Pacífico Central	CORFOGA	Extensionista
Paul Coto	Técnico	Caribe	MAG	Coordinador regional de ganadería
Rebeca Gutierrez	Técnico	Nacional	Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos	Coordinadora Programa Agroambiental
Rodolfo Castillo	Productor	Chorotega		

Roger Rodríguez Méndez	Productor	Central Occidental		
Rolando Salazar	Productor	Central Occidental		
Umberto Jiménez	Productor	Huetar Atlántica		
Walter Gilberto González	Productor	Huetar Norte		
William Hernández Valverde	Productor	Huetar Atlántica		
Wilson Murillo Porras	Productor	Chorotega		

**El cargo y la institución se indican solamente en el caso de técnicos e investigadores.*

ANEXO 3. DISTRITOS POR REGIÓN PRODUCTIVA QUE SE CONSIDERAN EN EL ANÁLISIS DE DESINVENTAR

A. Región Chorotega

PROVINCIA	DISTRITOS
Guanacaste	Sierra, Juntas, San Juan, Colorado (CMD), Mogote, Fortuna, Río Naranjo, Bagaces, Palmira, Cañas, San Miguel, Porozal, Palmira, Belén, Filadelfia, Sardinal, Monte Romo, Hoja Ancha, Huacas, Puerto Carrillo, La Garita, Santa Cecilia, La Cruz, Tamarindo, Samara, Nosara, Cabo Velas, Mayorga, Cañas Dulces, Curubande, Liberia de Guanacaste, Nacascolo, Santa Rita, Carmona, Porvenir, Zapotal, San Pablo, Bejuco, Belén de Nosarita, San Antonio, Quebrada Honda, Mansión, Bebedero, Bejuco, Cartagena, Santa Cruz, Diría, Cabo Velas, Cuajiniquil, Ventisiete de AB, Bolsón, Tamarindo, Tierras Morenas, Arenal, Santa Rosa, Tilarán, Tronadora y Quebrada grande.

B. Región Central

PROVINCIA	CANTON	DISTRITO
ALAJUELA	San Ramón	Ángeles
	Valverde Vega	Toro Amarillo
	Alfaro Ruíz	Zapote
	Alfaro Ruíz	Laguna
	Alfaro Ruíz	Palmira
	Alfaro Ruíz	Guadalupe
	Alfaro Ruíz	Zarcero
	San Ramón	Zapotal
	Poas	San Juan
	Poas	Sabana Redonda
	Alajuela	Sabanilla
	Naranjo	Cirri sur
	San Ramón	Volio
	Valverde Vega	San Pedro
	Grecia	Bolívar
	San Ramón	Piedades Norte
	Grecia	San Isidro
	Valverde Vega	Sarchi Norte
	Grecia	San Roque
	Naranjo	San José

PROVINCIA	CANTON	DISTRITO
Heredia	Heredia	Vara Blanca
	santa bárbara	Santo Domingo
	Barva	San José de la montana
	San Rafael	Ángeles
	Santa Bárbara	Puraba
	San Rafael	Concepción
	Santa Bárbara	Jesús
	Barva	San Pablo
	Barva	San Pedro
	San Isidro	Concepción
	San Isidro	San José
	Santa Bárbara	Santa Bárbara
	Santa Bárbara	San Pedro
	Barva	Santa Lucía
	Santa Bárbara	San Juan
	Barva	Barva
	San Rafael	San Rafael
	Barva	San Roque
	Flores	Barrantes
	San Rafael	San Josecito

Naranjo	San Jerónimo
Alajuela	San Isidro
San Ramón	Piedades Sur
Valverde Vega	Rodriguez
San Ramón	Concepción
Grecia	San José
Poas	San Rafael
Naranjo	Naranjo
Naranjo	San Juan
Alajuela	Carrizal
San Ramón	San Juan
Poas	San Pedro
San Ramón	Alfaro
San Ramón	San Isidro
Valverde Vega	Sarchi Sur
San Ramón	San Ramón
Naranjo	San Miguel
Palmares	Buenos Aires
San Ramón	San Rafael
San Ramón	Santiago
Grecia	Grecia
Palmares	Esquipulas
Naranjo	Rosario
Palmares	Granja
Grecia	Tacares
Grecia	Puente de Piedra
Palmares	Palmares
Alajuela	Desamparados
Poas	Carrillos
Alajuela	Tambor
Alajuela	Alajuela
Palmares	Zaragoza
Atenas	San José
Palmares	Candelaria
Atenas	Santa Eulalia
Palmares	Santiago

Heredia	Mercedes	
Santo Domingo	Pará	
Santo Domingo	Paracito	
San Rafael	Santiago	
Flores	San Joaquín	
Heredia	Heredia	
Belén	La Ribera	
Santo Domingo	Tures	
Flores	Llorente	
Heredia	San Francisco	
Santo Domingo	San Miguel	
Santo Domingo	San Vicente	
Belén	Asunción	
Heredia	Ulloa	
Santo Domingo	Santo Tomas	
Belén	San Antonio	
Santo Domingo	Santa Rosa	
Santo Domingo	Santo Domingo	
San Isidro	san francisco	
San Isidro	San Isidro	
San José	Moravia	San Jerónimo
	Moravia	Trinidad
	Moravia	San Vicente
	Goicoechea	Rancho Redondo
	Santa Ana	Pozos
	Escazú	San Rafael
	Tibás	San Juan
	San José	Uruca
	Goicoechea	Ipis
	Goicoechea	Purrál
	Goicoechea	Mata de Plátano
	San José	Pavas
	Tibás	Anselmo Llorente
	Goicoechea	Guadalupe
	Montes de Oca	San Rafael
	Goicoechea	Calle Blancos

	Alajuela	San José
	Alajuela	Garita
	Alajuela	Río Segundo
	Atenas	San Isidro
	Alajuela	San Antonio
	Alajuela	Guácima
	Atenas	Mercedes
	Atenas	Atenas
	Alajuela	San Rafael
	Atenas	Concepción
	Alajuela	Turrucares
	Alfaro Ruíz	Brisas
	Alfaro Ruíz	Tapesco
	Atenas	Escobal
	Atenas	Jesús
	Naranjo	Palmitos
Cartago	Oreamuno	Santa Rosa
	Turrialba	Santa Cruz
	Turrialba	Santa Teresita
	Alvarado	Capellades
	Turrialba	Peralta
	Alvarado	Pacayas
	Oreamuno	Potrero Cerrado
	Cartago	Tierra Blanca
	Cartago	Llano Grande
	Turrialba	Santa Rosa
	Turrialba	Pavones
	La Unión	Dulce Nombre
	Jiménez	Juan Viña
	La Unión	San Ramón
	La Unión	Concepción
	Cartago	San Nicolás
	La Unión	San Juan
	La Unión	San Rafael
	Alvarado	cervantes
	La Unión	Tres Ríos

	Montes de Oca	Sabanilla
	Montes de Oca	Mercedes
	Santa Ana	Brasil
	Santa Ana	Uruca
	San José	Mata Redonda
	San José	Merced
	Goicoechea	San francisco
	Montes de Oca	San pedro
	Santa Ana	Piedades
	Santa Ana	Santa Ana
	San José	Carmen
	Curridabat	Granadilla
	Mora	Picagres
	San José	Hospital
	Mora	Colón
	San José	Catedral
	San José	Hatillo
	Alajuelita	San Felipe
	Curridabat	Sanchez
	Curridabat	Curridabat
	Escazú	Escazú
	San José	Zapote
	Santa Ana	Salitral
	Turrubares	San Pablo
	San José	San Sebastián
	Escazú	San Antonio
	Mora	Piedras Negras
	San José	San FCO. de dos Ríos
	Puriscal	Grifo Alto
	Alajuelita	Alajuelita
	Curridabat	Tirrasas
	Desamparados	Desamparados
	Desamparados	San Antonio
	Desamparados	San Rafael abajo
	Alajuelita	concepción
	Turrubares	San Pedro

Oreamuno	cipreses
La Unión	San Diego
Paraíso	Santiago
La Unión	Río Azul
Turrialba	Tuis
Cartago	Carmen
Cartago	Quebradilla
Cartago	Guadalupe
Jiménez	Tucurrique
Paraíso	Cachí
Cartago	Occidental
Cartago	Oriental
Jiménez	Pejibaye
Cartago	Agua Caliente
El Guarco	Tejar
El Guarco	Tobosi
El Guarco	San Isidro
Cartago	Corralillo
Paraíso	Orosi
El Guarco	Patio de Agua
Turrialba	Turrialba
Turrialba	La Isabel
Turrialba	Tayutic
Turrialba	Tres Equis
Turrialba	La Suiza
Oreamuno	Cot
Paraíso	Llanos de Santa Lucia
Paraíso	Paraíso
Oreamuno	San Rafael
Cartago	Dulce Nombre
Turrialba	Chirripo
Turrialba	Chirripo

Puriscal	Desamparaditos
Desamparados	Gravilias
Alajuelita	San Jocesito
Desamparados	Damas
Alajuelita	San Antonio
Puriscal	San Antonio
Desamparados	San Juan de dios
Mora	Tabarcia
Desamparados	San Miguel
Puriscal	Santiago
Mora	Guayabo
Puriscal	Barbacoas
Turrubares	San Luis
Acosta	Palmichal
Puriscal	San Rafael
Puriscal	Mercedes Sur
Aserrí	Tarbaca
Desamparados	Rosario
Puriscal	candelarita
Acosta	San Ignacio
Acosta	Guaitil
Aserrí	San Gabriel
Aserrí	Vuelta de Jorco
Desamparados	San Cristobal
Acosta	Cangrejal
Acosta	Sabanillas
Desamparados	Frailes
Aserrí	Monterrey
Aserrí	Legua
León Cortes	San Andres
Puriscal	Chires
León Cortes	Santa Cruz
Dota	Jardín
Tarrazú	San Marcos
León Cortes	Llano Bonito
León Cortes	San Isidro

Dota	Santa María
Dota	Copey
Tarrazú	San Carlos
Tarrazú	San Lorenzo
León Cortes	San Antonio
León Cortes	San Pablo
Tibás	Cinco Esquinas
Tibás	León XIII
Tibás	Colima
Desamparados	San Rafael Arriba
Aserrí	Aserrí
Aserrí	Salitrillos
Desamparados	Patarra
Desamparados	Los Guido
Turrubares	Carara
Turrubares	San Juan de Mata
Mora	Jaris

C. Pacífico Central

PROVINCIA	DISTRITOS
Puntarenas	Naranjito, Quepos, Savegre, San Jerónimo, Macacona, San Rafael de Esparza, Espíritu Santo, San Juan Grande, Jacó, Tárcoles, Unión, Miramar, San Isidro de Montes de Oro, Hacienda Vieja, Mastate, Orotina, Coyolar, Ceiba, Parrita, Monte Verde, Guacimal, Arancibia, Acapulco, Barranca, El Roble, Puntarenas, Pithaya, Chomes, Manzanillo, Chira, Lepanto, Paquera, Puntarena, Cobano, Chacarita, San Mateo, Desmonte, Labrador y Jesús María.

D. Brunca

PROVINCIA	DISTRITO
San José y Puntarenas	Paramo, Rivas, Río Nuevo, San Isidro del General, General, Cajón, Barú, San Pedro de Pérez Zeledón, Daniel Flores, Platanares, Pejibaye, Pilas, Boruca, Colinas, Changuera, San Vito, Limoncito, Biolley, Potrero Grande, Buenos Aires, Volcán, Brunca, Puerto Cortez, Corredor, Puerto Jiménez, Palmar de Osa, Pittier, Sabalito, Agua Buena, La Cuesta, Laurel, Guaycará, Piedras Blancas, Pavón, Bahía ballena, Golfito, Bahía Drake y Sierpe.

E. Huetar Norte

PROVINCIA	DISTRITO
Alajuela y Heredia	San Rafael de Guatuso, Cote, Katira, Buena Vista, El Amparo, San Jorge, Caño Negro, Los Chiles, Monterrey, Venado, Aguas Zarcas, Fortuna, Palmera, Florencia, Quesada, Venecia, Tigra, Buena Vista, Cutris, Pital, Pocosol, Horquetas, La virgen, Puerto Viejo, Llanuras del Gaspar, Cureña, Dos Ríos, Aguas Claras, Yolillal, Upala, Bijagua, San José de Alajuela y Canalete.

F. Huetar atlántica

PROVINCIA	DISTRITO
Limón	Duacarí, Río Jiménez, Guácimo, Pocora, Mercedes, Batán, Carrandí, Matina, Rita, Cariarí, Roxana, Guápiles, Colorado, Cairo, Florida, Alegría, Germania, Bratsi, Sixaola, Telire, Cahuita y Siquirres.