



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
PROGRAMA DE POSGRADO

**Análisis económico de prácticas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para mejorar
la resiliencia climática en fincas productoras de leche en el municipio de Olanchito,
Departamento de Yoro, Honduras**

Por

Carmen Antonia García Gómez

Proyecto de graduación sometido a consideración del programa de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

Magister Scientiae en
Economía, Desarrollo y Cambio Climático

Turrialba, Costa Rica

2018

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

**MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA, DESARROLLO
Y CAMBIO CLIMÁTICO**

FIRMANTES:



Muhammad Ibrahim, Ph.D.
Codirector de tesis



Claudia Sepúlveda, M.Sc.
Codirectora de tesis



Manuel Gómez, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Isabel A. Gutiérrez-Montes, Ph.D.
Decana Programa de Posgrado



Carmen Antonia García Gómez
Candidata

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y nombrarme su hija, por la sabiduría, por la paciencia y las fuerzas para no decaer.

A mi madre, Ana Gómez, por sus sacrificios, por haber dado todo para que yo esté donde estoy, por haber confiado, por impulsarme, por su infinito amor. A ella gracias.

AGRADECIMIENTOS

A DAAD, quienes permitieron mi desarrollo académico a través de la beca que me otorgaron; sin ellos no hubiese sido posible.

A CAHLE, porque a través de su apoyo económico durante la fase de campo, pude lograr un trabajo de calidad.

A Claudia Sepúlveda, co-directora de tesis, por su paciencia, por guiarme, por sus consejos.

Al Ph.D. Muhammad Ibrahim co-director de tesis por sus valiosos aportes y conocimiento.

A mi asesor económico, Ing Manuel Gómez, por su dedicación y apoyo en todo momento.

A los productores ganaderos del municipio de Olanchito, Yoro, por brindarme su apoyo y atenderme con los brazos abiertos durante mi fase de campo.

A Santiago Portillo, por su continua motivación e impulso para culminar esta fase profesional.

A Anabel Gallardo, por su confianza depositada en mí.

A mis amigos y amigas de CATIE con quienes aprendí a conocer el mundo sin salir de Costa Rica.

A Jéssica Merecí, por su comprensión, apoyo, motivación, por compartir risas, llantos, desvelos, angustias, bailes y locuras.... por recordarme que los planes de Dios son perfectos en todo momento y que su gracia jamás nos lleva donde no pueda protegernos!

Agradezco también a mis amigas en Honduras, por permanecer constantes, por no permitir que la distancia deteriora el cariño sincero que nos unió un día.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT	XI
CAPÍTULO I.....	1
1. Introducción	1
2. Objetivos del estudio.....	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. Preguntas de investigación	4
4. Revisión de literatura	4
4.1 Importancia de la ganadería a nivel mundial.....	4
4.2 Caracterización e importancia de la ganadería en Honduras.....	5
4.3 Cambio climático	6
4.4 Variación climática	7
4.5 Impactos de la variabilidad climática sobre la producción pecuaria	8
4.6 Medidas y/o tecnologías que ayudan a contrarrestar los efectos de la variabilidad climática	9
4.6.1 Buenas prácticas silvopastoriles.....	9
4.6.1.1 Cercas vivas.....	9
4.6.1.2 Árboles dispersos en potreros.....	10
4.6.1.3 Bancos forrajeros.....	11
4.6.1.4 Pasturas mejoradas	12
4.6.2 Buenas prácticas de manejo e infraestructura	13
4.6.2.1 División y rotación de potreros	13
4.6.2.2 Ordeño limpio	14
4.7 Beneficios de la implementación de sistemas silvopastoriles	14
4.7.1 Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación ante los cambios en el clima en fincas ganaderas	14
4.7.2 Sistemas silvopastoriles y generación de servicios ambientales	15
4.7.2.1 Mejoramiento de los recursos hídricos.....	15
4.7.2.2 Secuestro de carbono y gases efecto invernadero	15
4.7.2.3 Conservación de la biodiversidad.....	15
4.8 Valor económico de los sistemas silvopastoriles	16
4.9 Bases conceptuales económicas	16

4.9.1 Análisis financiero.....	16
4.9.2 Costos variables y fijos	16
4.9.3 Flujos de caja.....	16
4.9.4 Valor actual neto (VAN)	17
4.9.5 Relación beneficio costo (B/C)	17
4.9.6 Tasa interna de retorno (TIR).....	17
5. Literatura citada	17
CAPÍTULO II	25
Artículo I: Explorar las relaciones entre variables climáticas (precipitación y temperatura) y la producción y calidad de leche en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras	25
6. Resumen.....	25
7. Introducción	26
8. Materiales y métodos	27
8.1 Ubicación y descripción del área de estudio	27
8.2 Población de estudio.....	29
8.3 Recolección y análisis de datos	30
8.4 Análisis estadísticos	31
9. Resultados y discusión	32
10. Conclusiones	42
11. Literatura citada	42
CAPÍTULO III.....	49
Artículo II: Identificar y priorizar conjuntamente con productores de fincas estratificadas, las prácticas que implementan para reducir los efectos de la variabilidad climática y analizar el costo-beneficio para los ganaderos del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras	49
12. Resumen.....	49
13. Introducción	50
14. Materiales y Métodos.....	51
14.1 Ubicación y descripción del área de estudio	51
14.2 Tamaño y selección de la muestra.....	52
14.3 Metodología	54
14.4 Recolección de datos.....	54
Fase I: Identificación preliminar de buenas prácticas implementadas	54
Fase II: Identificación y priorización de buenas prácticas implementadas	54
Fase III: Identificación de eventos climáticos e impactos en la producción láctea	55
Fase IV: Evaluación de las buenas prácticas priorizadas	55
Fase V: Análisis económico de prácticas priorizadas	55
14.5 Análisis <i>ex ante</i>	56

15. Resultados y discusión	57
16. Conclusiones	71
17. Literatura citada	72
18. Anexos.....	77
18.1 Encuesta semiestructurada: Identificación de buenas prácticas implementadas	77
18.2 Línea de tiempo: eventos climáticos e impactos en la producción láctea	78
18.3 Entrevista semiestructurada: análisis económico de buenas prácticas ganaderas implementadas ...	79

ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1: Número de explotaciones con vacas en ordeño y producción diaria por periodo según tamaño del hato periodo 2007-2008</i> -----	6
<i>Cuadro 2: Crel y muestra de productores seleccionados para participar en los talleres de de trabajo, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	53
<i>Cuadro 3: Prácticas distribuidas por tipología de fincas y zonas para la realización del análisis económico (n=64), municipio de Olanchito, Honduras</i> -----	53
<i>Cuadro 4: Preguntas utilizadas para la evaluación de las prácticas priorizadas por los productores para medir su aporte a la productividad de sus fincas, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.</i> -----	55
<i>Cuadro 5: Fórmulas de cálculo de los indicadores económicos para valorar la rentabilidad de la actividad ganadera de las fincas consideradas, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	57
<i>Cuadro 6: Evaluación financiera por tipología de fincas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i>	68
<i>Cuadro 7: Evaluación financiera por zonas agroclimáticas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	69
<i>Cuadro 8: Evaluación financiera por conjunto de buenas prácticas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	70

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Ubicación geográfica de los 18 CREL activos en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -	29
<i>Figura 2: Distribución de CREL de acuerdo con el clima, zona y sector en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	30
<i>Figura 3: Resumen de la metodología aplicada para relacionar variables climáticas con producción y calidad láctea en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	31
<i>Figura 4: Producción de leche durante el periodo 2011-2014 a) en la zona del trópico seco versus temperatura máxima, promedio y mínima, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	32
<i>Figura 5: Producción de leche durante el periodo 2011-2014 en la zona del trópico húmedo versus temperatura máxima, promedio y mínima, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.</i> -----	33
<i>Figura 6: Producción de leche durante el periodo 2011-2014 en la zona del trópico seco versus precipitación acumulada mensual, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	34
<i>Figura 7: Producción de leche durante el periodp 2011-2014 en la zona del trópico húmedo versus precipitación acumulada mensual, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.</i> -----	35
<i>Figura 8: Producción de leche entregada por los CREL durante el periodo 2011-2014 en a) zona del trópico seco, b) zona del trópico húmedo versus la precipitación mensual acumulada, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	35

<i>Figura 9: Análisis de correlación entre las variables precipitación acumulada y producción de leche durante el periodo 2011-2014 en fincas ubicadas en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	36
<i>Figura 10: Producción de leche durante el periodo 2011-2014 en a) zonas del trópico seco y b) zonas del trópico húmedas versus el Índice de temperatura y humedad (ITH), municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	38
<i>Figura 11: Análisis de la correlación entre las variables índice de temperatura y humedad (ITH) y la producción de leche durante el periodo 2011-2014 en fincas ubicadas en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	39
<i>Figura 12: Análisis de correlación entre las variables porcentaje de grasa versus temperatura promedio del año 2016 en fincas ganaderas ubicadas en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.</i> -----	40
<i>Figura 13: Porcentaje de grasa versus temperaturas máxima, promedio y mínima mensual de los años 2015-2016 en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.</i> -----	41
<i>Figura 14: Porcentaje de grasa versus precipitación acumulada mensual de los años 2015-2016 en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	41
<i>Figura 15: Percepción de los productores con respecto a los cambios en el clima en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras. T: temperatura</i> -----	60
<i>Figura 16: Prácticas identificadas e implementadas en sistemas silvopastoriles según la antigüedad de uso en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	62
<i>Figura 17: Buenas prácticas de manejo identificadas e implementadas de acuerdo con la antigüedad de uso en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	63
<i>Figura 18: Buenas prácticas en infraestructura identificadas e implementadas de acuerdo con la antigüedad de uso en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	64
<i>Figura 19: Evaluación cualitativa efectuada a cada una de las prácticas priorizadas a través de los indicadores de productividad, adaptación y mitigación en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	65
<i>Figura 20: Dendograma con tipología de fincas ganaderas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	66
<i>Figura 21: Fuentes principales de a) ingresos y b) costos/ha por tipología de fincas ganaderas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras</i> -----	67

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

mm	Milímetro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Km ²	Kilómetro cuadrado
Kg	Kilogramo
Kg/vaca/día	Kilogramos por vaca al día
kg/MS/ha	Kilogramos de materia seca por hectárea
L/vaca/día	Litros por vaca al día
GtCO ₂ eq/año	Giga toneladas de dióxido de carbono equivalente al año
C	Carbono
CCA	Capacidad de carga animal
UA/ha	Unidad animal por hectárea
UA	Unidad animal
MS	Materia seca
N	Nitrógeno

SNG	Sólidos no grasos
N ₂ O	Óxido nitroso
CH ₄	Metano
T°	Temperatura
°C	Grado centígrado
°D	Grados Dornic
°Q	Grados Quevenne
r	Coefficiente de Pearson
BP	Buenas prácticas
PIB	Producto interno bruto
ENOS	Fenómeno “El Niño”
CENAOS	Centro Nacional de Estudios Atmosféricos, Oceanográficos y Sísmicos
CREL	Centros de recolección y enfriamiento de leche
SAGO	Sociedad de agricultores y ganadero de Olanchito

RESUMEN

Honduras es el país del istmo centroamericano y a nivel mundial más vulnerable ante eventos climáticos extremos. Amenazas como sequías, inundaciones y huracanes afectan a las zonas más pobres por su menor capacidad de adaptación. Como respuesta, los productores ganaderos pertenecientes al municipio de Olanchito, Yoro, implementan algunas buenas prácticas silvopastoriles (SSP), de manejo (BPM) e infraestructura (BPI) en los hatos para mitigar los efectos y reducir las pérdidas. Sin embargo, la relación entre clima y ganadería ha sido una de las áreas menos estudiadas en el país; razón por la cual surgió la necesidad de recopilar y analizar esta información en el primer artículo de este documento con la finalidad de preparar y crear resiliencia en el sector. Posteriormente, mediante la implementación de talleres de participación en diferentes zonas (alta, media y montañosa) del municipio y con el apoyo de entrevistas semiestructuradas se identificaron y se priorizaron las medidas que los productores implementan en aspectos de productividad, adaptación y mitigación. Por último, se realizó un análisis económico comparativo entre tipología de fincas (pequeñas y medianas), tipología de prácticas (SSP, BPM y BPI) y por zonas (alta, media y montañosa del valle). La principal actividad económica del municipio es la ganadería. La necesidad de tener un mercado estable y con mejores precios provocó que los productores se agruparan y establecieran centros de acopio como estrategia para recolectar la leche para luego ser extraída por la industria en un solo lugar. Esto permitió obtener los datos de producción y calidad láctea. A nivel del trópico seco se ha experimentado un descenso en la producción proveniente de productores asociados a CREL durante la década 2007-2016, una variación en la de temperatura promedio anual de 1,4°C y en las precipitaciones acumuladas anuales de 638,8mm. Se identificaron 22 prácticas implementadas por $\geq 20\%$ de los productores con una antigüedad de uso ≥ 5 años, de las cuales se priorizó un 50% (pastos de corte, pasturas mejoradas, cercas vivas, mejoramiento genético, ordeño limpio, división y rotación de potreros, ensilaje, espacio adecuado para productos agropecuarios, para equipo del personal de trabajo, salas de ordeño y cosechas de agua) y se seleccionó el 64% para ser analizado económicamente. El análisis por tipología de fincas mostró que todas las fincas analizadas (n=17) fueron rentables. Sin embargo, los hatos pequeños fueron los más atractivos desde el punto de vista financiero ya que los flujos netos fueron superiores en comparación a las fincas medianas. El análisis financiero por zonas agroclimáticas mostró valores positivos en todas, no obstante, las ubicadas en la zona media del valle tuvieron en VAN/HA más alto y una capacidad intermedia de multiplicar la inversión. El análisis por tipología de prácticas arrojó que las fincas con SSP fueron las más rentables con mayor ganancia neta/ha, mayor rendimiento financiero y con una capacidad alta de multiplicar las inversiones realizadas.

Palabras claves: clima, región, buenas prácticas, rentabilidad, sostenibilidad

ABSTRACT

Honduras is the country of the Central American isthmus and globally more vulnerable to extreme weather events. Threats such as droughts, floods, hurricanes affect the poorest areas due to their lower capacity for adaptation. In response, the cattle producers belonging to the municipality of Olanchito in Yoro, implement some good silvopastoral practices (SSP), management (BPM) and infrastructure (BPI) in the herds to mitigate the effects and reduce losses. However, climate and livestock has been one of the areas little studied in the country. This is the reason why the need arose to collect and analyze this information in the first article of this document in order to prepare and create resilience in the sector. Subsequently, through the implementation of participation workshops in different areas (high, medium and mountainous) of the municipality and with the support of semi-structured interviews, the measures that the producers implement are identified and prioritized in aspects of productivity, adaptation and mitigation. Finally, a comparative economic analysis was carried out between typology of farms (small and medium), typology of practices (SSP, BPM and BPI) and by zones (high, medium and mountainous of the valley). The main economic activity of the municipality is livestock. The need to have a stable market and with better prices caused the producers to group and establish collection centers as a strategy to collect the milk and then be extracted by the industry in one place. This allowed to obtain the data of production and dairy quality. At the dry tropical level, there has been a decrease in production from producers associated with CRELs during the 2007-2016 decade, a variation in the average annual temperature of 1.4°C and annual cumulative rainfall of 638.8mm. 22 practices were identified implemented by $\geq 20\%$ of the producers with an age of use ≥ 5 years, of which 50% were prioritized (cutting pastures, improved pastures, live fences, genetic improvement, clean milking, division and rotation of paddocks, silage, adequate space for agricultural products, for team work staff, milking rooms and water crops) and 64% was selected to be analyzed economically. The analysis by farm typology showed that all the farms analyzed ($n = 17$) were profitable. However, the small herds were the most attractive from the financial point of view since the net flows were higher compared to the medium farms. The financial analysis by agroclimatic zones showed positive values in all, however, those located in the middle zone of the valley had higher NPV / HA and an intermediate capacity to multiply the investment. The analysis by type of practices showed that the farms with SSP were the most profitable with greater net gain / ha, higher financial performance and with a high capacity to multiply the investments made.

Keywords: climate, region, good practices, profitability, sustainability

CAPÍTULO I

1. Introducción

El Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2014), revela un aumento promedio en la temperatura de la superficie terrestre de 0,85 °C, un calentamiento de 0,7 a 1°C desde la década de 1970 para la región latinoamericana. Contrario a las temperaturas, las precipitaciones muestran tendencias variables. Por ejemplo, el informe revela aumentos pluviómetros en el sureste de América del Sur, pero difiere de América Central y centro-sur de Chile donde la tendencia observada es el descenso de lluvias. El informe concluye que el clima de la tierra se está calentando e independientemente de las medidas que se adopten para reducir las emisiones, el calentamiento será el mismo en las próximas décadas (IPCC 2014).

Estudios realizados alertan que la economía centroamericana y su rendimiento se verán afectados como resultado de un incremento en la emisión de gases efecto invernadero (GEI), que en comparación al pasado están cambiando a un ritmo acelerado (WMO 2016). Los impactos se encuentran perturbando todos los ecosistemas (IPCC 2013), amenazando el bienestar de la humanidad y colocando en riesgo las futuras generaciones (FAO 2016c y SICA 2010). De acuerdo a esos pronósticos los temas de adaptación y mitigación deben ser parte fundamental en los planes de desarrollo de los países (García 2016).

Paradójicamente, la región centroamericana no es la que produce mayor concentración de GEI en comparación con otras, pero es altamente vulnerable a sus efectos negativos al ser menos resiliente (CEPAL 2016, SICA 2010). Lo anterior resulta asimétrico; sin embargo, la suma de las emisiones de todos los países del istmo contribuye con menos del 0,5% del total a nivel mundial (CEPAL 2010). En este contexto la región presenta claramente un dilema con respecto al futuro.

La ganadería y otros usos del suelo a nivel mundial son los responsables de un cuarto (~10-12GtCO₂eq/año) del total de las emisiones antropógenas netas. La producción de carne y leche es la responsable de la mayoría de las emisiones y contribuyen con un 20% y 41% respectivamente, de los cuales la producción y elaboración de heno representa un 45%, la fermentación entérica 39%, el almacenamiento y elaboración de estiércol un 10% y el resto se le atribuye a la elaboración y transporte de productos pecuarios (Gerber *et al.* 2013). No obstante, esta actividad puede ayudar en gran manera a los esfuerzos de mitigación necesarios para reducir los efectos ya que en el sector existe un potencial significativo para reducir esas emisiones, como el uso de tecnologías y prácticas que no se usan ampliamente, y que se encuentran al alcance de todos los países (FAO 2009a, Gerber *et al.* 2013, USDA 2016).

La demanda de productos lácteos está en aumento en países en desarrollo debido al aumento en el ingreso, crecimiento demográfico, régimen alimentario y urbanización. Esto representa una oportunidad de crecimiento para los productores y demás actores en la cadena de comercialización

para mejorar su participación y medios de vida mediante el aumento de su producción (FAO 2016b). De igual forma representa una amenaza para el desarrollo sostenible ya que si se mantienen los sistemas de producción tradicionales la situación podría agravarse si se cumplen las tendencias pronosticadas las cuales advierten que para el año 2050 la demanda mundial de alimentos aumentará a 70% (FAO 2009b).

Realizar un manejo eficiente de los recursos se convierte en una necesidad urgente para incrementar la productividad en los hatos y ofrecer productos de calidad, disminuir los efectos negativos en el medio ambiente y mejorar las capacidades de adaptación para lograr satisfacer esa demanda que se avecina (Gerber *et al.* 2013). Con ello se disminuirá la vulnerabilidad, potencializando la resiliencia en el sector productivo para soportar y hacerle frente a los efectos derivados de la variabilidad climática o bien recuperarse de ellos (CONANP 2015).

Los investigadores predicen que los países más afectados por estos cambios serán los países en desarrollo ya que son los más vulnerables (Lázaro-Touza 2010; Sánchez 2014). En este sentido, Honduras ocupa el segundo lugar de los países más pobres de América Central con una distribución desigual del ingreso y alta tasa de desempleo (CIA 2016). En el marco de la situación económica hondureña, el sector lácteo contribuyó al 3,2% del PIB¹ anual en el 2015 (BCH 2016).

La ganadería en Honduras es uno de los sectores productivos más sensibles ante las variaciones del clima debido a su gran dependencia de los recursos hídricos y de pastos (SAG 2015). Esta situación se ve mayormente afectada debido a que una gran proporción de las fincas en el país se basan en monocultivos de pastos caracterizado por un manejo inadecuado de los sistemas de producción y baja productividad (Molina 2010a; INE 2008).

Hay una relación estrecha entre las emisiones de GEI² y cómo los productores utilizan los recursos naturales. Para la actividad pecuaria se traduce en pérdidas de nitrógeno (N), energía y materia orgánica que disminuyen la productividad (Gerber *et al.* 2013). Por ello, medidas como la adopción de tecnologías y buenas prácticas para la adaptación y mitigación de la variabilidad climática pueden fortalecer la capacidad de respuesta en los productores (Ibrahim *at al.* 2003; Ibrahim *et al.* 2013).

Los árboles, por ejemplo, como producto de los sistemas silvopastoriles en los potreros puede mejorar la producción de leche y carne de 15% a 20%, además de generar la provisión de otros productos como madera, follaje y frutos para la alimentación animal, postes, y leña. A su vez protegen el suelo reduciendo la erosión, son un elemento clave en el secuestro de carbono y contribuyen a conservar la biodiversidad (Ibrahim *et al.* 2007).

¹ Producción de bienes y servicios de una nación en un determinado tiempo expresado en montos o precios monetarios

² Composición de gases que contribuyen al efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O, gases fluorados, entre otros)

Un buen manejo del estiércol asegura la recuperación y reciclaje de nutrientes; el mejoramiento genético y la sanidad en el animal ayudan a reducir la sobrecarga del hato (parte improductiva), así como las emisiones GEI producidas (Gerber *et al.* 2013).

En el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras, lugar donde se llevó a cabo esta investigación, la principal actividad económica es la ganadería; sin embargo, las condiciones climáticas que imperan en el municipio no permiten que los semovientes expresen su potencial productivo sufriendo principalmente por escasez de agua y alimento. No se han documentado estudios que relacionen el sector pecuario con el clima y son pocos los que han identificado estrategias y/o prácticas que sean rentables económica y ambientalmente en la zona y a nivel nacional. En este sentido, esta investigación pretende generar información necesaria que puede ser relevante para proponer estrategias que permitan a los productores prevenir, adaptarse y mitigar los efectos negativos como producto de la variabilidad climática.

Inicialmente se identifica cual es la relación entre producción y calidad de la leche con variables climáticas como precipitación y temperatura, así como cuáles han sido los principales eventos extremos que han afectado la región y cuáles de estos fenómenos han afectado directamente la producción de leche en las fincas. Posteriormente se identifica y prioriza, en conjunto con los productores, aquellas prácticas y/o tecnologías que han implementado para prevenir o mitigar los impactos adversos producto de la variación climática. Finalmente, se realiza un análisis costo-beneficio de las estrategias priorizadas con el objetivo de identificar si su implementación en estas fincas es rentable desde el punto de vista financiero.

2. Objetivos del estudio

2.1 Objetivo general

Analizar desde el punto de vista socioeconómico las prácticas silvopastoriles y buenas prácticas ganaderas para mejorar la resiliencia en fincas productoras de leche en el municipio de Olanchito, departamento de Yoro, Honduras.

2.2 Objetivos específicos

- A. Explorar las relaciones entre variables climáticas (precipitación y temperatura) y la producción y calidad de leche en el municipio de Olanchito.
- B. Identificar y priorizar, conjuntamente con los productores de fincas estratificadas, las prácticas que implementan para mejorar la resiliencia ante la variabilidad climática.
- C. Analizar el costo-beneficio de las medidas implementadas para revertir los impactos de la variabilidad climática en el sector lechero del municipio Olanchito.

3. Preguntas de investigación

A.1 ¿Cuál es la influencia que ejerce la temperatura, la precipitación y el índice de temperatura de humedad sobre la producción y calidad de la leche?

B.1 ¿Qué opinan los productores sobre la variabilidad climática?

B.2 ¿Qué eventos han impactado la producción de leche durante los últimos diez años (2007-2016)?

B.3 ¿Qué medidas implementan los productores para hacerle frente a los impactos?

C.1 ¿Cuáles son las prácticas que le generan mayor rentabilidad económica al ganadero?

C.2 ¿Cuáles son los beneficios y los costos al implementar cada una de ellas?

4. Revisión de literatura

4.1 Importancia de la ganadería a nivel mundial

Pese a las proyecciones futuras, la importancia del sector ganadero es evidente como actividad económica (Steinfeld *et al.* 2006). Como proveedor de carne y leche a nivel mundial, es el que mayor crecimiento tiene en comparación con otros sectores y el que mayor uso le da a la tierra mediante el cultivo de forrajes y pastoreo. Suple cerca del 30% de proteína animal (Ibrahim y Guerra 2010) y proporciona alimentos e ingresos a 1300 millones de personas. Abarca el 40% de la producción agrícola en el todo el hemisferio y ocupa un 30% de la superficie terrestre de los

cuales un 26% equivale a pastos, además de un 33% de toda la superficie cultivable (FAO 2016a); lo que se convierte en una oportunidad para impulsar el desarrollo sostenible, el mejoramiento de la seguridad alimentaria y la reducción de la pobreza.

La demanda de productos lácteos se encuentra en ascenso, lo que representa una oportunidad de crecimiento para los productores y demás actores de la cadena de comercialización para mejorar su participación y calidad de vida mediante el aumento de su producción (FAO 2016b). De igual forma representa una amenaza para el desarrollo sostenible, ya que, a pesar de brindar múltiples beneficios, es la responsable de un cuarto (~10-12GtCO₂eq/año) del total de las emisiones antropógenas netas, siendo la producción de carne y leche las responsables de la mayoría de las emisiones con una contribución del 20% y 41% respectivamente (Gerber *et al.* 2013). Además, contribuye a ejercer presión sobre los ecosistemas y recursos naturales con manejos que han provocado la contaminación de aguas, pérdida de biodiversidad, contaminación del aire, entre otros (FAO 2009c).

Aunque la actividad pecuaria está considerada como una de las más grandes contribuyentes con el cambio climático, tiene un potencial que puede favorecer la situación. Pese a los problemas que genera el sector, la actividad se puede desarrollar de manera sostenible donde las interacciones entre sus componentes favorezcan los procesos naturales; por ejemplo, introduciendo sistemas silvopastoriles como una práctica necesaria para la producción animal en el trópico. Es así que diferentes autores señalan que su implementación es una opción viable para la región (Casasola *et al.* 2009). Además, otros investigadores también consideran la implementación de ensilajes, henificación, reservorios de agua, entre otras opciones (Pomareda 2009).

4.2 Caracterización e importancia de la ganadería en Honduras

La cobertura de la tierra en Honduras es de 112 492,0 km² (11 249 200,0 ha.) (FAO 2016a), siendo el sector agropecuario el más importante de la economía hondureña por su contribución al producto interno bruto (PIB), generación de empleo y de divisas por concepto de exportaciones y seguridad alimentaria. Cuenta con 11,2 millones de hectáreas de las cuales 3,3 son dedicadas a la agricultura y ganadería; específicamente, de los 3,3 millones el 53,8% (1,7 millones ha) es dedicado a la ganadería y 28,9% (942,3 miles de ha) a la agricultura con cultivos anuales y permanentes. El 14,9% (486,0 miles de ha) se encuentran en descanso y otros usos y el 2,5% (80,0 miles de ha) se dedican a usos no agropecuarios (FENAGH 2013).

El sistema pecuario que predomina en el país es extensivo; los estratos sobresalientes son de 5 a 50 ha (34,5% a nivel nacional) y de 50 a menos de 250 ha (35,2%). Ambos estratos sostienen de forma conjunta el 69,7% de la ganadería, donde la mayoría es manejada por medianos y pequeños productores (INE 2008; Molina 2010a). El sector lechero está constituido por diferentes actores, desde los productores de leche, intermediarios, centros de recolección y enfriamiento de

leche (CREL)³, plantas artesanales, plantas industriales, distribuidores mayoristas y minoristas. La producción diaria es de 140 mil litros de leche, de los cuales el 70% se comercializa a nivel nacional y el 30% restante en el mercado internacional, generando así 6600 empleos directos (Molina 2010b). Según los resultados presentados por el Instituto Nacional de Estadística (INE 2008), mediante la encuesta agrícola nacional realizada en el periodo 2007-2008, en la época de verano la producción de leche es de 1,8 millones de litros diarios; esta producción se alcanza con un rendimiento de 3,8 litros/vaca/día; a diferencia de la producción en invierno que es de 2,4 millones de litros con un rendimiento de 4,4 litros/vaca/día (Cuadro 1).

Cuadro 1: Número de explotaciones con vacas en ordeño y producción diaria por periodo según tamaño del hato periodo 2007-2008

Tamaño del hato (cabezas)	TOTAL		VERANO			INVIERNO		
	Fincas	Total, vacas	Vacas en ordeño	Producción diaria (L.)	Rend. (L./vaca/día)	Vacas en ordeño	Producción diaria (L.)	Rend. (L./vaca/día)
De 1 a 9	27 781	148 892	35 888	103 121	2,9	48 567	157 970	3,3
De 10 a 49	30 601	371 537	131 585	409 791	3,1	172 343	633 509	3,7
De 50 a 249	9476	330 174	214 473	852 581	4,0	240 214	1 081 801	4,5
De 250 a 499	803	69 219	49 262	257 267	5,2	55 207	336 276	6,1
500 cabezas y más	257	110 67	37 330	167 907	4,5	41 916	232 946	5,6
TOTAL	68 918	1 030 493	468 537	1 790 667	3,8	558 248	2 442 502	4,4

Fuente: INE (2008)

En la época de verano predominan los hatos de 10 a 49 cabezas que producen un 22,9% (409 791 litros/día) del total y de 50 a 249 cabezas que alcanzan el 47,6% (852 581 litros/día). Se pueden observar claramente (Cuadro 1) diferencias de producción en la época de invierno donde el estrato de 50 a 249 cabezas alcanza un 44,3% (1 081 801 litros/día) de la producción total. Debido a que en el país predomina la ganadería tradicional, la producción es mayor en invierno, por lo que se puede deducir que existe una fuerte dependencia de esta con respecto al clima cuya producción es influenciada por el régimen de lluvias (INE 2008).

4.3 Cambio climático

De acuerdo con el IPCC (2014b), el cambio climático es la “*variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos*”. La diferencia con variabilidad climática radica en el tiempo que perduran los eventos determinando los límites dentro de los cuales los valores medios o frecuencias pueden ser aceptados como normales (Bidegain 2009).

Como producto de los cambios en el clima, en algunas regiones del mundo se han experimentado sequías más intensas y prolongadas, en particular en Europa meridional y África occidental; pero en algunas regiones las sequías se dan con menor frecuencia, menor intensidad o

³ Centros de acopio y enfriamiento de leche que posteriormente es extraída por la industria

son más breves, por ejemplo, en la zona central de América del Norte y Australia noroccidental. Por otro lado, es probable que durante el siglo XXI la frecuencia de precipitaciones intensas aumente en muchas zonas del mundo. Es el caso, sobre todo, de las regiones situadas en latitudes altas y las tropicales, y en invierno en las latitudes medias del hemisferio norte. Las proyecciones indican que las temperaturas aumentarán, así mismo las lluvias intensas asociadas a los ciclones tropicales (IPCC 2014a).

4.4 Variación climática

Se refiere a los cambios en la frecuencia de los eventos extremos (sequías, inundaciones y tormentas) (CDPC 2013). El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC 2014b) define variabilidad climática como *“las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos”*.

Desde la década de 1950, las variaciones en el clima a nivel mundial no han tenido precedente alguno; la atmosfera y el océano se han calentado, ha existido una disminución de hielo y nieve, una elevación en el nivel del mar y un incremento en las concentraciones de gases efecto invernadero (GEI). Casi la totalidad del planeta ha experimentado un aumento en la temperatura de la superficie, mostrando un crecimiento de 0,85°C en el periodo 1880-2012, con respecto al periodo 1850-1990 que fue de 0,78°C (IPCC 2013). Estos cambios han afectado sectores productivos como la ganadería.

De acuerdo con el quinto informe presentado en el 2014 por el Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, se proyecta que de no realizarse las acciones necesarias para reducir el incremento en las emisiones de GEI, se tendrá como consecuencia la prolongación de fenómenos extremos, así como de olas de calor, precipitaciones fuertes y disminución de los días fríos, todo esto impulsado por el crecimiento de la población y las actividades económicas (IPCC 2015). Diversos escenarios se proyectan que involucran el incremento de la temperatura entre 2°C y cerca de 5°C y, debido a que gran parte de la economía hondureña está fuertemente ligada al clima, se tendrán graves consecuencias (Ordaz *et al.* 2010).

En el periodo comprendido entre 1930 y el 2008 se registraron 248 eventos (inundaciones, tormentas tropicales, deslizamientos y aluviones), que representaron el 85% de los eventos extremos totales, de los cuales 9% corresponden a sequías, 4% a incendios forestales y 2% a temperaturas extremas principalmente bajas. Honduras es el país del istmo con mayor cantidad de eventos (54) (CCAD 2010; CEPAL 2010; SICA 2010). De igual forma la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo (CCAD 2010), indica que se han observado 10 eventos de sequía extrema en los últimos 10 años que oscilan entre 12 y 36 meses causando impactos socioeconómicos importantes en la región centroamericana. Honduras, de nuevo, es el país más afectado de toda la región con daños y pérdidas acumuladas equivalentes a casi al 80% de su PIB durante los años 1990 y 2011 (UNISDR y CEPREDENAC 2015).

Centroamérica está localizada en la zona tropical de las Américas. Se caracteriza por la ocurrencia de precipitaciones casi todo el año, a excepción de la zona del Pacífico, diferenciada por una estación seca que va desde noviembre hasta abril o mayo y una estación lluviosa que comienza en mayo y se prolonga hasta octubre. Esta variación climática en la región se traduce en la presencia de sequías e inundaciones provocadas por tormentas tropicales o huracanes, por lo que el istmo tiene una alta vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos (CCAD 2010), cuyas consecuencias varían de país a país incluso en regiones dentro de cada país (FAO 2015).

Este ciclo de la estación lluviosa se encuentra asociado a una actividad máxima de conectividad en la región al norte del Ecuador, específicamente en la región Este del Océano Pacífico, que es cuando la temperatura del mar alcanza los 29°C y a mediados del año disminuye alrededor de 1°C debido a que hay menos radiación solar y aceleración de los vientos alisios⁴, dando lugar a la canícula o veranillo⁵ entre los meses de julio y agosto. Este comportamiento en los vientos y temperatura del mar son los que explican los patrones de precipitación y temperatura que hay en la región (CCAD 2010).

4.5 Impactos de la variabilidad climática sobre la producción pecuaria

Las precipitaciones han disminuido con frecuencia en la mayoría de las regiones y cuando se dan son intensas, lo que ha causado daños a cultivos, erosión del suelo, saturación hídrica que dificulta cultivar las tierras. Por otra parte, las áreas afectadas por sequías han aumentado y provocado la degradación de la tierra y disminución de rendimientos (IPCC 2007). En algunos escenarios climáticos se proyecta que las sequías y las inundaciones incrementarán los problemas de escasez de agua en algunas regiones, lo cual, consecuentemente, agravará la pérdida de bosques y biodiversidad, entre otros. Para el año 2025, entre 12 y 81 millones de personas en América Latina se verán afectadas por este problema. Sectores productivos como la agricultura y la ganadería se verán mayormente azotados en las zonas del Caribe donde son altamente vulnerables (Steinfeld *et al.* 2009).

Los impactos sobre la producción pecuaria ya han sido identificados. Las repercusiones involucran aspectos que tienen que ver con la ingesta de agua y alimento, peso y salud de los animales, producción (Collier y Zimelman 2007), calidad de la leche (Nardone *et al.* 2010) y en muchas ocasiones aumento de la mortalidad por estrés térmico (Wall *et al.* 2010). Las consecuencias que se avecinan constituyen riesgos para la seguridad alimentaria. Además de la disponibilidad de alimentos (Schmidhuber y Tubiello 2007), investigadores proyectan que, las variaciones pueden incluir efectos críticos en las ganaderías como la reducción de biomasa disponible de hasta un 50% (Nardone *et al.* 2010), periodo de tiempo necesario para el crecimiento del forraje y disminución de la calidad del mismo (Craine *et al.* 2010, Hatfield *et al.* 2011,

⁴ Vientos que soplan entre los trópicos, parten de zonas de alta presión con rumbo a regiones ecuatoriales de baja presión

⁵ Temporada del año en la que el calor es más fuerte y hay ausencia de lluvias

Izaurre et al. 2011), modificaciones en los periodos de cosecha y siembra, y por consiguiente un aumento en los costos de alimentación, disminución de la tasa de reproducción, aumento de enfermedades transmitidas por vectores (Rust y Rust 2013) y propagación de plagas (Nelson et al. 2009), que reducirán la resistencia de los animales (Thornton et al. 2009; Niang et al. 2014). Todo esto afectará, entre otros factores, la inocuidad láctea y por ende la salud humana (Spiegel et al. 2012).

Cabe mencionar que los efectos dependen de elementos como tipo de ganado o zona agroecológica, así como la capacidad de los hatos para sostener la población bovina (FAO 2009d). Por los problemas descritos anteriormente, es indispensable que ganaderías implementen prácticas de manejo que les permita adaptarse y hacerles frente a situaciones adversas del clima con medidas que se analizan posteriormente en este artículo.

4.6 Medidas y/o tecnologías que ayudan a contrarrestar los efectos de la variabilidad climática

Según DeClerck y Decker (2009), las estrategias más sencillas de adaptación y conservación regional incluyen: 1) mantener una diversidad genética de cultivos resistentes a plagas y enfermedades, 2) mantener espacios que permitan conservar la biodiversidad, 3) mantener rutas de conectividad entre parches de bosque, y 4) diversificar las especies y número de árboles en paisajes agrícolas a través de sistemas agroforestales o silvopastoriles. Todas estas medidas concuerdan con las analizadas en este estudio.

4.6.1 Buenas prácticas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) consisten en la asociación de especies forrajeras herbáceas, leñosas perennes (árboles o arbustos) y el ganado (Ojeda et al. 2003). Constituyen medidas fundamentales para mitigar los problemas generados por la ganadería extensiva asegurando la sostenibilidad a mediano y largo plazo (Murgueitio et al. 2011; FAO 2006). Existen diferentes tipos, sin embargo, los más comunes son las cercas vivas, árboles dispersos en potreros, bancos forrajeros y cortinas rompevientos (Ibrahim et al. 2007). Todos ellos brindan múltiples beneficios; por ejemplo, los árboles, además de generar servicios ecosistémicos que favorecen a los productores y a los animales como la sombra y el forraje (Russo 2015), proporcionan ingresos por la obtención de leña, alimentos, madera, frutos, postes y medicinas, entre otros. Los sistemas silvopastoriles representan una opción para promover la sostenibilidad en las explotaciones pecuarias y mejorar la calidad de vida de los productores (García e Ibrahim 2013).

4.6.1.1 Cercas vivas

Son aquellas cercas que utilizan árboles vivos en lugar de postes de madera o cemento con el objetivo de delimitar propiedades o divisiones de potreros o líneas (surcos) entre siembras de pasto para impedir el paso de los animales (Otárola 2000). Existen dos tipos de cercas: las simples

que son aquellas donde predomina una especie, que para el caso de Centroamérica y del municipio de Olanchito, es el tipo más común (con la especie madero negro (*Gliricidia sepium*) y la multiestrato donde hay más de dos especies.

Las cercas vivas brindan beneficios ambientales como el secuestro de carbono, enriquecen estéticamente el paisaje, pueden ser usadas como refugio y corredores biológicos por la fauna, además aportan materia orgánica que enriquece el suelo, entre otros (López *et al.* 2013). Además tienen un impacto económico en las fincas ya que representan un ahorro y disminución de costos al no tener que estar cambiando periódicamente los postes, se pueden implementar especies maderables que posteriormente se pueden aprovechar o comercializar lo cual genera ingresos o se pueden sembrar especies que sirvan de alimento para las personas o para el ganado, sin dejar de mencionar que brindan sombra al ganado lo que reduce el estrés calórico y por ende mejora la producción (López *et al.* 2013).

Se han realizado varios estudios sobre especies leñosas utilizadas como cercas vivas. Por ejemplo, en Costa Rica se identificaron 28 especies pertenecientes a 15 familias, siendo cuatro especies las más frecuentes: poró (*Erythrina costaricensis* / *E. fusca*), madero negro (*G. sepium*) y nacedero (*Trichantera gigantea*) (Argeñal 2011). En el caso de Honduras, en el occidente del país las cercas vivas están compuestas en su mayoría por tres especies: madreño o madero negro (*G. Sepium*), pito (*E. berteroana*) y jiote (*Bursera simaruba*) (Sánchez *et al.* 2008).

4.6.1.2 Árboles dispersos en potreros

Se pueden reproducir de forma natural, que es cuando la regeneración y recuperación de especies se da a partir de lo que queda en el suelo de la flora que hubo una vez o bien plantando árboles (Jaramillo 2015). Generalmente, las especies de árboles que se encuentran distribuidas en los potreros dependen de las necesidades de los productores. Por ejemplo, un estudio realizado por Ibrahim *et al.* (2013) encontró que en los paisajes ganaderos de Centroamérica gran parte de los ganaderos opta por tener especies maderables dispersas, lo que indica que el aporte económico que pueden brindar representa un factor fundamental en su selección. Asimismo, esa selección cubre diferentes necesidades; por ejemplo, especies con copas grandes como guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y jenízaro son menos densas que las especies que tienen una copa menor como el coyol (*Acrocomia vinífera*), el laurel (*Laurus nobilis*) y el roble (*Quercus robur*) (Esquivel *et al.* 2003).

Referente a otros factores que intervienen en la selección de especies en los potreros, Villanueva *et al.* (2007) encontraron en un estudio realizado en el Pacífico Central de Costa Rica que los productores eligen las especies para sembrar de acuerdo con la rusticidad ante el manejo de las pasturas, alta producción y fácil dispersión de semillas, obtención de madera, postes, sombra y forraje para el ganado principalmente en la época seca.

Los sistemas silvopastoriles representan una fuente valiosa de productos para los productores. En un estudio realizado en Honduras por Pérez *et al.* (2011), se identificaron cuatro usos principales de los árboles dispersos: leña, cercas vivas, postes muertos y madera. Sin embargo, el aporte que pueden generar los árboles dispersos a la mitigación del cambio climático desafortunadamente es escaso ya que, en América Central, como en otras regiones del mundo, los árboles dispersos están siendo talados (Fisher *et al.* 2010).

Los potreros arbolados ofrecen múltiples servicios ecosistémicos que benefician a los seres humanos. Algunos son directos como la provisión de combustible, frutos, plantas medicinales, entre otros. De manera indirecta, intervienen en procesos de los ecosistemas como la fijación de nitrógeno, la fertilidad del suelo por medio del reciclaje de nutrientes mediante la incorporación de hojarasca (Crespo 2008), la polinización, entre otros considerados esenciales para la vida (Polania *et al.* 2011; Carpenter *et al.* 2009).

Sumado a estos beneficios, una buena cobertura arbórea afecta la dinámica del agua actuando como barreras que reducen la escorrentía, reducen el impacto de las gotas en el suelo y lo mejoran al incrementar la infiltración y la retención de agua (Ríos *et al.* 2007). En algunas fincas ganaderas de Nicaragua se utilizan algunas especies para la obtención de estos beneficios, por ejemplo, el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), chilamate (*Ficus insipida*), roble (*Tabebuia rosea*), pochote (*Ceiba pentandra*), cenízaro (*Albizia saman*), matapalo (*F. aurea*), entre otros (Mosquera *et al.* 2013).

Los árboles contribuyen a reducir el estrés calórico de los animales y, por ende, mejoran la producción en las explotaciones ganaderas beneficiando a los productores ya que hay una diferencia de temperatura entre fuera y dentro de la sombra de 2,5 a 3°C (García 2010; García e Ibrahim 2013), dependiendo de la copa de los árboles y de la altura. Un estudio realizado en Nicaragua encontró que la producción de leche en fincas con alta densidad arbórea fue mayor (0,9 litros/vaca/día) en comparación a fincas con baja densidad de árboles (Casasola *et al.* 2012) por lo que la sombra es un aspecto fundamental en los potreros.

4.6.1.3 Bancos forrajeros

Los bancos forrajeros son lugares de las fincas donde se siembra una alta densidad de especies forrajeras que pueden ser utilizadas en épocas críticas para la alimentación animal (Holguín e Ibrahim 2005). El verano es la época donde la disponibilidad de oferta y calidad de los pastos disminuye lo que se traduce en una pérdida de peso en los animales, disminución en la producción de leche y por ende en los ingresos percibidos por la actividad pecuaria (Holguín e Ibrahim 2005). Los bancos forrajeros son una medida para contrarrestar esos efectos y mantener los ingresos de las fincas.

Una buena producción requiere de dietas balanceadas ricas en fuentes de energía y proteína (Holguín e Ibrahim 2005). Los bancos de proteína, constituyen una excelente alternativa para

proveer biomasa de alto valor en épocas donde los eventos climáticos son intensos, están constituidos por especies forrajeras cuyo follaje es de alto valor proteico (más de 15%) y alta digestibilidad (mayor de 50%), tienen una alta tasa de rebrote y son capaces de resistir podas frecuentes (cada 2 o 4 meses), aunado al hecho de que aportan 3 o 4 veces más proteína que los pastos, lo que los convierte en un componente clave para la producción ganadera (Jaramillo 2015).

Una de las especies forrajeras que más beneficios provee a nivel proteico es la leucaena (*Leucaena leucocephala*), cuyas características de rendimiento, palatabilidad y calidad la hacen una leguminosa importante para la alimentación bovina. Su consumo puede ayudar a reducir las emisiones de GEI; sin embargo, debido al alto contenido de proteína cruda (PC) que contiene, puede aumentar la concentración de nitrógeno en la orina del ganado, contribuyendo con las emisiones de óxido nitroso en el suelo lo que podría contrarrestar los beneficios de mitigación (Harrison *et al.* 2015).

A diferencia de los bancos de proteína, los bancos energéticos proporcionan altos niveles de energía como la caña de azúcar. Según el manejo, pueden ser para corte (cuando el material es picado y llevado a los comederos para alimentar a los animales) o para ramoneo (cuando el animal consume directamente el forraje junto con el pasto) (Ramírez *et al.* 2005).

El banco de corte debe ubicarse, preferiblemente, cerca de los potreros si su suministro es fresco, con el objetivo de reducir costos de acarreo y forraje; por el contrario, si es para ensilaje lo ideal es que se ubique cerca de las salas de ordeño o establo. Con respecto al banco utilizado para ramoneo, es recomendable que se encuentre adyacente a cada potrero con el objetivo de facilitar el ingreso y retiro de los animales (Burbano *et al.* 2012) y que las especies utilizadas sean resistentes a esta acción, que no tengan problemas de rebrote, que tengan tallos flexibles y que sean apetecibles por los animales (Ramírez *et al.* 2005).

Dentro de los beneficios que brindan los bancos de proteína y energéticos se mencionan la reducción de insumos externos como concentrados, la disminución del uso de fertilizantes químicos (principalmente nitrogenados), la reducción de la dependencia del clima manteniendo el inventario de animales en época de sequías, los excedentes pueden incrementar los ingresos mediante la venta directa o ensilajes y tienen un efecto protector del suelo, entre otros beneficios (Ochoa 2012). Además, la producción de leche puede crecer significativamente si los animales son capaces de comer hojas de los árboles en cantidades sustanciales, así como pastos (Broom *et al.* 2013).

4.6.1.4 Pasturas mejoradas

Estas son especies de gramíneas más productivas. Sin embargo, después de algunos años la productividad baja principalmente cuando no hay un ajuste adecuado de la carga animal por parte de los productores y por una disminución en la cantidad de nitrógeno en el sistema. No obstante, la vida útil de las pasturas puede alargarse aumentando la cantidad de nitrógeno mediante la

inserción de leguminosas forrajeras. Esto permite estimular y aumentar la productividad del pasto y por ende la carga animal, incrementándose de esta manera la producción de leche o de carne por manzana (Nieuwenhuyse *et al.* 2008).

En un estudio realizado por González (2007) en el municipio de Muy Muy en Nicaragua, se documentó que, el asocio de pasturas mejoradas con maní forrajero aumentó la producción de leche entre 20% y 40% más, después de 3 años de su implementación en comparación con pasturas no asociadas.

De igual manera, las ventajas de las pasturas mejoradas se vieron reflejadas en un estudio realizado por Holmann *et al.* (2008) en pequeñas fincas productoras de Centroamérica, donde se encontró que la producción de leche se incrementó en un 9% en Guatemala, 47% en Honduras y Nicaragua y 71% en Costa Rica durante la época seca; además, el número de potreros y la carga animal aumentaron significativamente con excepción de Guatemala debido a impactos climáticos extremos. Es evidente que la adopción de esta tecnología mejora los rendimientos de las fincas incrementando la producción por animal y por unidad de área, lo que contribuye a mejorar la calidad de vida de los productores y la seguridad alimentaria.

4.6.2 Buenas prácticas de manejo e infraestructura

El objetivo de utilizar buenas prácticas en la producción de leche es que esta sea producida por animales sanos y bajo condiciones aceptables (Nieto *et al.* 2012). Estas condiciones se refieren a todas las acciones que se realizan en el eslabón primario de la ganadería que aseguran la inocuidad de la misma, la protección del medio ambiente y de las personas que trabajan en la explotación, y en el caso de productos pecuarios, involucra el bienestar animal (FEDEGAN 2016).

Según un estudio realizado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Gerber *et al.* 2013), las emisiones podrían reducirse hasta un 30% si se les diera un uso extendido a las buenas prácticas y tecnologías existentes en la alimentación, sanidad, cría del ganado y gestión del estiércol, así como de un mayor uso a tecnologías que son muy poco utilizadas como generadores de biogás y dispositivos ahorradores de energía.

4.6.2.1 División y rotación de potreros

Las divisiones son barreras que no dejan salir a los animales que están pastoreando a otro potrero y evitan el ingreso de otros animales extraños que afecten el desarrollo del ganado (FAO 2011). La rotación consiste en trasladar el ganado de un potrero a otro, facilitando que el pasto se recupere pronto después de cada pastoreo volviendo a crecer rápidamente (Broom *et al.* 2013); el pasto que se cosecha es mayor y de mejor calidad, se reducen los costos de mantenimiento en el ganado, se beneficia la cobertura del suelo y además se establece un equilibrio en el ambiente al interactuar la flora y fauna (Dávila *et al.* 2005).

Entre otros beneficios, dividir los potreros conlleva un menor pisoteo del suelo; como consecuencia, hay una menor compactación y mayor infiltración del agua y aire, mejora la humedad y la cantidad de materia orgánica lo que se traduce en la obtención de una mayor producción de leche en determinada área (Hernández 2009). Ambos procesos se traducen en maximizar los resultados de la finca obteniendo mayor funcionalidad en el proceso de pastoreo (Hernández 2009). Contrariamente, el sobrepastoreo reduce todos los beneficios mencionados en este apartado y se expone a las plantas durante largos periodos de tiempo, o bien no se les da un periodo donde puedan recuperarse lo suficiente reduciendo la productividad, utilidad y biodiversidad de la tierra; todo esto causado por una mala gestión de la ganadería (Agustín 2011).

4.6.2.2 Ordeño limpio

Este es un proceso que se realiza con el objetivo de garantizar la calidad e inocuidad de la leche. Independientemente del método utilizado, manual o mecánico, se recomienda que las personas encargadas de realizar la labor de ordeño deben de tener siempre sus manos limpias y uñas cortas; lavarlas tantas veces sea necesario antes y después del ordeño, además deben de utilizar botas y delantales adecuados. Así mismo es necesario lavar los pezones de la vaca con agua tibia y secarlos con un papel (acción que se debe de realizar por vaca sin reutilizar los papeles para evitar la propagación de bacterias y microorganismos), antes de efectuar el ordeño con el objetivo de no contaminar la leche ordeñada y aumentar la calidad sanitaria (Nieto *et al.* 2012).

Los recipientes para la recolección de la leche deben de estar lo suficientemente higienizados, pues de lo contrario se corre el riesgo de perder el resto de la producción. La falta de higiene propaga el desarrollo de microorganismos. Posteriormente, finalizada la rutina de ordeño se debe proceder a limpiar los utensilios utilizados con agua fría y luego caliente y detergente para eliminar sus impurezas. Si el ordeño es mecánico, se debe tener especial cuidado al verificar los niveles de aceite en la máquina de ordeñar sin permitir que llegue al mínimo además de realizarle el mantenimiento y las revisiones periódicas para optimizar su uso (Nieto *et al.* 2012).

4.7 Beneficios de la implementación de sistemas silvopastoriles

4.7.1 Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación ante los cambios en el clima en fincas ganaderas

Diferentes estudios señalan que, en los trópicos, donde las épocas seca y lluviosa son marcadas, la situación es crítica. La época lluviosa es irregular y la seca tiende a extenderse con incrementos de temperatura, lo cual afecta la cantidad y calidad de alimento disponible, disminución en la producción y en algunos casos la pérdida de animales. No obstante, los sistemas silvopastoriles representan una buena alternativa pues contribuyen a la obtención de múltiples beneficios que aportan a la productividad de la finca al ofrecer recursos (follaje y/o frutos) para la alimentación animal en épocas críticas donde la cantidad y calidad de los pastos se ve reducida y constituyen una alternativa de manejo sostenible en cuencas ganaderas debido a que contribuyen a

la infiltración y disminución de la escorrentía superficial y así, a la recarga y sustento de acuíferos (Villanueva *et al.* 2009).

4.7.2 Sistemas silvopastoriles y generación de servicios ambientales

4.7.2.1 Mejoramiento de los recursos hídricos

Las pasturas con buena cobertura arbórea contribuyen a disminuir el efecto de la contaminación de las aguas (Auquilla 2005), y son eficientes en la captación de lluvias debido a que incrementan la infiltración (lo cual beneficia la recarga y sustento del agua subterránea) y presentan menor escorrentía superficial, disminuyendo la erosión laminar (Ríos *et al.* 2007). Además, las fincas con mayor cobertura vegetal y bosques riparios como protección de las fuentes de agua conducen a mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas del agua (Cárdenas *et al.* 2007).

4.7.2.2 Secuestro de carbono y gases efecto invernadero

La alta tasa de deforestación que caracteriza a la actividad ganadera en el trópico no solamente contribuye a efectos negativos como la degradación y erosión de suelos, sino también a una cuarta parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases hacia la atmósfera. Esto favorece la pérdida de la biodiversidad y el desequilibrio de otros ecosistemas terrestres (Alonso 2011). En este sentido, los sistemas silvopastoriles son muy importantes en el secuestro de carbono en los suelos y en la biomasa leñosa ya que reducen indirectamente la emisión de gases efecto invernadero causada por la deforestación y la agricultura migratoria (Nair *et al.* 2009). Además del CO₂, el metano (CH₄) es otro gas contaminante (Wood *et al.* 2009) proveniente de la actividad pecuaria que contribuye al efecto invernadero. El daño de este es 23 veces mayor que el producido por el CO₂ ya que su producción es inevitable a través de la fermentación de los carbohidratos que se dan en el rumen (Agarwal *et al.* 2008). En áreas tropicales los animales se alimentan de pastos de baja calidad, situación que favorece la producción de CH₄. Ante esta situación, la introducción de árboles y arbustos modificadores de la fermentación ruminal representa una opción sostenible para la disminución en la producción de este gas ya que en un sin número de especies se han encontrado compuestos antiprotozoarios y propiedades antimetanogénicas que cambian los patrones de fermentación (Wei Lian *et al.* 2005).

4.7.2.3 Conservación de la biodiversidad

Los sistemas extensivos amenazan la sobrevivencia de muchas especies; no obstante, el efecto puede ser menor si los productores incorporaran árboles en las pasturas, ya que estos sirven como corredores biológicos que favorecen el movimiento de los animales (Casasola *et al.* 2009) y producen semillas y alimento para los animales (Kabir y Webb 2009).

4.8 Valor económico de los sistemas silvopastoriles

Las pasturas que cuentan con una cobertura arbórea entre 20% y 30% ofrecen beneficios a nivel económico y ecológico en comparación con aquellas pasturas degradadas, con pocos o sin árboles. El efecto de la sombra incrementa la producción de leche entre 10% y 22% ya que reduce el estrés calórico del ganado, lo cual se asocia a una baja tasa respiratoria y a un menor gasto de energía (Villanueva *et al.* 2009). Además, estudios financieros de SSP demuestran que son más rentables que las ganaderías tradicionales. Por ejemplo, un estudio realizado por Villanueva (2001), citado por Chaparro (2004) en la cuenca alta del río Virilla en Costa Rica, presentó indicadores positivos de relación B/C de 1,18 y un VAN de 170 094,70 colones de ingreso neto/ha.

4.9 Bases conceptuales económicas

Dado que se analiza la rentabilidad de prácticas y/o tecnologías implementadas en fincas ganaderas del municipio de Olanchito, se considera importante definir los conceptos económicos más utilizados con el fin de entender los resultados del tercer capítulo de este documento.

4.9.1 Análisis financiero

Es una herramienta para generar criterios de decisión, lo que significa que ayuda a determinar si un proyecto o inversión generará pérdidas o ganancias. En caso de arrojar rentabilidades negativas, promueve la búsqueda de opciones y oportunidades más viables. Según Gómez *et al.* (2001), el análisis financiero examina los costos y beneficios a precios de mercado. Es decir, indica cuando se necesitarán los fondos para invertir y cuando se recibirán los ingresos (análisis *ex ante*) o el flujo de egresos e ingresos durante un periodo de análisis sumado a un balance final (análisis *ex post*).

4.9.2 Costos variables y fijos

Los costos fijos son los que no varían independientemente de los niveles de producción porque se derivan de inversiones que tienen una vida útil de varios años, tal es el caso de maquinarias y equipos. Además, involucran gastos permanentes como la mano de obra que se encuentra estable en la finca, gastos administrativos y el pago de impuestos por bienes e inmuebles (Gómez *et al.*, 2001). Caso contrario, los costos variables varían de acuerdo a los niveles de producción (Horngren *et ál.* 2007); por ejemplo, los gastos en manejo zoonosanitario, medicamentos y mano de obra eventual.

4.9.3 Flujos de caja

Es un resumen de las entradas y salidas de dinero por la ejecución de diversas actividades en una empresa, que para el caso de este estudio son las fincas ganaderas. Muestran los

movimientos en un periodo de tiempo establecido o el ingreso neto de rentabilidad (Horngren *et al.* 2007).

4.9.4 Valor actual neto (VAN)

Es un indicador económico que muestra las ganancias de una inversión o de la alternativa analizada sumando los beneficios netos actualizados menos los costos netos actualizados. Su función consiste básicamente en colocar al valor de hoy todos los valores futuros (costos y beneficios) durante un periodo de análisis (Gómez *et al.* 2001).

4.9.5 Relación beneficio costo (B/C)

Refleja el beneficio bruto obtenido por cada unidad monetaria invertida. Resulta de dividir los beneficios actualizados entre los costos actualizados (Gómez *et al.* 2001). Para el caso de este estudio se puede asumir como la capacidad que tienen las fincas para multiplicar la inversión efectuada.

4.9.6 Tasa interna de retorno (TIR)

Este indicador se puede comparar con el costo de oportunidad del dinero o con el rendimiento de otras alternativas de inversión. Metodológicamente, es la tasa de actualización que hace que VAN sea igual a cero (Gómez *et al.* 2001).

Resumiendo, las inversiones son rentables si $VAN > 0$, si $B/C > 1$ y si TIR es mayor que el costo de oportunidad del capital.

5. Literatura citada

- Agarwal, N; Kamra, N; Chatterjee, N; Kumar, R; Chaudhary, C. 2008. In vitromethanogenesis, microbial profile and fermentation of green forages with buffalo rumen liquor as influenced by 2-bromoethanesulphonic Acid. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21:818
- Agustín, A. 2011. Sobrepastoreo (en línea). *Ecologiahoy*. Consultado 30 nov. 2016. Disponible en <http://www.ecologiahoy.com/sobrepastoreo>
- Alonso, J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente (en línea). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 45(2). Disponible en <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=193022245001>
- Argeñal, P. 2011. Contribución de las cercas vivas para controlar el estrés calórico en vacas lecheras en el trópico húmedo de Costa Rica. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 89 p.
- Auquilla, R. 2005. Uso del suelo y calidad del agua en Costa Rica. Ciudad, País, Editor. 123 p.
- Bidegain, M. 2009. Curso de formación y actualización de docentes de geografía en gestión integrada de riesgos de desastres. Dirección nacional de meteorología. Uruguay. 27 p.

- Gallego Burbano, J; Morales Velasco, S; Vivas Quila, N. 2012. Proposal for the use of tree species and shrub livestock feed systems in Patia Valley, Cauca (en línea). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* (10) (2):207 - 216. Consultado 30 nov. 2016. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n2/v10n2a24.pdf>
- BCH (Banco Central de Honduras). 2016. Producto Interno Bruto Trimestral Base 2000/100. (en línea). Disponible en www.bch.com
- Broom, D; Galindo, F; Murgueitio, E. 2013. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proc R Soc B* 280:20132025.
- Casasola, F; Ibrahim, M; Sepúlveda, C; Ríos, N; Tobar, D. 2009. Implementación de sistemas silvopastoriles y pago de servicios ambientales en Esparza, Costa Rica: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas. In Ibrahim, M; Sepúlveda, C (eds.). *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 169-188.
- Casasola, F; Ibrahim, M; Barrantes, J. 2012. Los árboles en los potreros. Ciudad, 112País, Editor. 19 p. (Serie cuaderno de campo).
- Cárdenas, A; Reyes, B; Ríos, N; Woo, A; Ramírez, E; Muhammad, I. 2007. Impacto de los sistemas silvopastoriles en la calidad del agua de dos microcuencas ganaderas de Maniguas, Nicaragua. *Encuentro XXXIX* (77):70-82.
- Carpenter, S; Mooney, H; Agard, J; Capistrano, D; DeFries, R; Díaz, S; Dietz, T; Duraiappah, A; OtengYeboah, A; Pereira, H; Perrings, C; Reid, W; Sarukhan, J; Scholes, R; Whyte, A. 2009. Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Academy of Sciences* 106(5):1305-1312.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2010. *La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: síntesis 2010*. Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2016. *La Economía del Cambio Climático en Honduras*. Ciudad de México. 228 p.
- CIA (Central Intelligence Agency). 2016. *The World* (en línea). Disponible en <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México). 2015.. *Estrategia de Cambio Climático desde las Áreas Naturales Protegidas: una convocatoria para la resiliencia de México (2015-2020)*. Ciudad de México, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Collier, RJ; Zimelman, RB., 2007. Heat stress effects on cattle: what we know and what we don't know. *In Proc. of the Southwest Nutrition and Management Conference* (22, 2007, Tempo, Arizona, United States of America). The University of Arizona, Tucson, February 23rd
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo). 2010. *Estrategia Regional de Cambio Climático*. Antiguo Cuscatlán, El Salvador. (Reprinted from 22nd Annual Southwest Nutrition & Management Conference Proceedings, February 22-23, 2007, Tempe, AZ
- CDPC (Comisión para la Defensa y Promoción de la Competencia). 2013. *Estudio Sectorial: El Mercado de leche y sus derivados en Honduras*. Tegucigalpa, Honduras.
- Chaparro, G. 2004. *Viabilidad financiera de sistemas agrosilvopastoriles multiestrata y agroforestales en fincas ganaderas convencionales del departamento de Santander, Colombia*. Thesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 131 p.

- Craine, M; Elmore, Olson K; Tolleson, D. 2010: Climate change and cattle nutritional stress. *Global Change Biology* 16:2901-2911.
- Crespo, G. 2008. Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 42(4):329-335.
- Dávila, O; Ramírez E; Rodríguez M; Gómez R; Barrios C. 2005. El manejo del potrero. Managua, Nicaragua. Nitlapan- UCA.
- DeClerck F; Decker M. 2009. Integrando la adaptabilidad al cambio climático a través de la biodiversidad. *Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central*. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 23 – 43 pp
- Esquivel, H; Ibrahim, M; Harvey, C; Villanueva, C; Benjamín, T; Sinclair, F. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 1039-40:24-29.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2009. El Estado mundial de la Agricultura y la Alimentación. La Ganadería, a examen. Roma, Italia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2009b. La Agricultura Mundial en la perspectiva del año 2050. Roma, Italia.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2009c. The state of food and agriculture. Roma, Italia. 180 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2009d. Cambio Climático. Ganadería. Roma, Italia.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2011. Establecimiento y manejo de pasturas para ganado tipo lechero. Ciudad, País. (Serie: Ganadería lechera para pequeños productores).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. Memoria del Taller Efectos de “El Niño” y acciones nacionales tomadas para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional e incrementar la resiliencia en América Latina y el Caribe (en línea). Panamá. Consultado 29 oct. 2016. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i5293s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2006. La larga sombra de la ganadería: problemas ambientales y opciones. Roma, Italia. 493 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016a. Sitio web AQUASTAT. Disponible en <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=es>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016b. Producción y productos lácteos. Roma, Italia
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2016c. Seguridad alimentaria, nutrición y erradicación del hambre CELAC 2025 Elementos para el debate y la cooperación regionales. Roma, Italia
- FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos). 2016. Buenas Prácticas Ganaderas
- FENAGH (Federación nacional de agricultores y ganaderos de Honduras). 2013. Desempeño reciente del sector agroalimentario y propuesta de medidas para mejorar su competitividad y acelerar su crecimiento. Tegucigalpa, Honduras.

- Fischer, J; Zerger, A; Gibbons, P; Stott, J; Law, B. 2010. Tree decline and the future of Australian farmland biodiversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 10745:19597-19602.
- García, F. 2010. Efecto de la cobertura arbórea en potreros y el estado de lactancia, sobre el comportamiento diurno de ganado doble propósito manejado bajo pastoreo en el trópico subhúmedo. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 96 p.
- García, V. 2016. Hacia una perspectiva humanística del cambio climático global. *Revista Nuevo Humanismo* 3(1):85-102.
- García, F; Ibrahim, M. 2013. Los árboles en los potreros para la reducción del estrés calórico del ganado en los trópicos. Rivas, Nicaragua.
- C; Rusch, G; Ibrahim, M; Decleck, F (eds.). Estado del recurso arbóreo en fincas ganaderas y su contribución en la sostenibilidad de la producción en Rivas, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 36-41. (Boletín técnico no. 60).
- Gerber, P; Steinfeld, H; Henderson, B; Mottet, A; Opio, C; Dijkman, J; Falcucci, A; Tempio, G. 2013. Tackling climate change through livestock: a global assessment of emissions and mitigation opportunities. FAO. Roma, Italia.
- González, M. 2007. Flujos de nutrientes y sus implicaciones para la sostenibilidad en sistemas silvopastoriles con y sin *Arachis pintoi* en Muy Muy, Nicaragua. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Gómez, M; Quirós, D; y Nilsson, M. 2001. Análisis financiero del manejo de bosques. *In* Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 229-263. (Manuel técnico 46).
- Harrison, M; McSweeney, C; Tomkins, N; Eckard, R. 2015. Improving greenhouse gas emissions intensities of subtropical and tropical beef farming systems using *Leucaena leucocephala* (en línea). *Agricultural Systems* 136:138-146. Consultado 30 nov. 2016. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308521X15000360>
- Hatfield, JL; Boote, KJ; Kimball, BA; Ziska, LH; Izaurralde, RC; Thomson, AM; Wolfe, D. 2011. Climate impacts on agriculture: implications for crop production. *Agronomy Journal* 103(2):351-370.
- Hernández, J. 2009. División de potreros. Productos y servicios ganaderos. Colombia.
- Holguín, V; Ibrahim, M. 2005. Bancos forrajeros de especies leñosas, Costa Rica. CATIE. 24 p. (Serie cuaderno de campo).
- Holmann, F; Argel, P; Pérez, E. 2008. Impacto de la adopción de forrajes mejorados en fincas de pequeños productores en Centroamérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), International livestock Research Institute (ILRI), Cali, CO. 17p.
- Horngren, Ch; Datar, S; Foster, G. 2007. Contabilidad de Costos. Un enfoque gerencial. Decimosegunda edición. México, Pearson Prentice Hall. 996 p.
- Ibrahim, I; Gobbi, J; Mora, J; Harvey, C; Villanueva, C. 2003. Diseño y manejo de la cobertura arbórea en fincas ganaderas para mejorar las funciones productivas y brindar servicios ambientales. *Agroforestería en las Américas* 10(39-40):4-5.
- Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de paisajes ganaderos en Centro América. *Arch. Latinoam. Anim* 15(1):74-88.
- Ibrahim, M; Guerra, L. 2010. Sistemas silvopastoriles y su importancia en el carbono neutralidad de fincas ganaderos (Diapositivas). Turrialba, Costa Rica, CATIE.

- Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. 2013. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 45:27-36.
- Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F; Sepúlveda, C; Tobar, D. 2013. Potencial de producción sostenible de madera del sistema silvopastoril árboles dispersos en potreros en América Central. (en línea). Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7794/Ibrahim_Potencial.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. 4th Assessment Report - Climate Change 2007. Working Group II on —Impacts, Adaptation and Vulnerability (on line). Disponible en <http://www.ipcc-wg2.org>
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2013. Cambio Climático. Bases Físicas. Resumen para Responsables de Políticas, Resumen Técnico y Preguntas Frecuentes. OMM-PNUMA.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2014. Quinto reporte de evaluación. ¿Qué implica para Latinoamérica? Resumen ejecutivo. Alianza Clima y Desarrollo, y Overseas Development Institute. 40 p.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2014b. Glosario. Disponible en https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_glossary_ES.pdf
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático). 2015. Cambio Climático. Mitigación del Cambio Climático. Resumen Para Responsables de Políticas. OMM-PNUMA.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2008. Encuesta Agrícola Nacional 2007-2008. Ganadería y Otras especies de Animales. Tegucigalpa, Honduras.
- Izaurrealde, RC; Thomson, AM; Morgan, JA; Fay, PA Polley, HW; Hatfield, JL..2011. Climate impacts on agriculture: implications for forage and rangeland production. *Agronomy Journal* 103(2):371-381.
- Jaramillo, H. 2015. Sistemas silvopastoriles: opción para la mitigación y adecuación al cambio climático en bosque seco tropical. Bogotá, Colombia.
- Kabir, M; Webb, L. 2009. ¿Can homegardens conserve biodiversity in Bangladesh? *Biotropica* 40:95
- Lázaro, L. 2010. Cambio climático: frenazo en Copenhague; próxima estación: México 2010 (COP 16) (ARI).
- López, A; Espinoza, R; Lentijo, G; Botero, J. 2013. Herramientas de manejo del paisaje para la conservación de la biodiversidad. Manizales, Caldas, Colombia
- Molina, D. 2010. Análisis de la cadena de valor bovino láctea en el Golfo de Fonseca. Tegucigalpa, Honduras. 50 p.
- Molina, D. 2010b. Análisis rápido de la cadena de valor láctea en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. 52 p.
- Mosquera, D; Cerdán, C; Villanueva, C; Ibrahim, M; Gutiérrez, I; DeCleck, F. 2013. Percepciones de los productores sobre las funciones de los árboles en las fincas ganaderas. *In* Sánchez, D; Villanueva, C; Rusch, G; Ibrahim, M; Decleck, F. Estado del recurso arbóreo en fincas

- ganaderas y su contribución en la sostenibilidad de la producción en Rivas Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 20-24. (Serie técnica, Boletín técnico no. 60).
- Murgueitio, E; Calle, Z; Uribe, F; Calle, A; Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261(10):1654-1663.
- Nair, P; Kumar, M; Nair, D. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *J. Plant Nut. Soil Sci.* 172:10
- Nardone, A; Ronchi, B; Lacetera, N; Ranieri, S; Bernabucci, U. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science* 130:57–69
- Nelson, C; Rosegrant, W; Koo, J; Robertson, R; Sulser, T; Zhu, T; Ringler, C; Msangi, S; Palazzo, A; Batka, M; Magalhaes, M; Valmonte-Santos, R; Ewing, M; Lee, D. 2009. *Climate Change: Impacts on Agriculture and Costs of Adaptation*. Washington, D.C., United States of America, IFPRI.
- Nieto, D; Berisso, R; Demarchi, O; Scala, E. 2012. Manual de buenas prácticas de ganadería bovina para la agricultura familiar. Buenos Aires, Argentina. FAO.
- Nieuwenhuys, A; Aguilar, A; Mena, M; Nájera, K; Osorio, M. 2008. La siembra de pastos asociados con maní forrajero *Arachis pintoi*. Managua, Nicaragua, CATIE. 74 p. (Serie técnica. Manual técnico no.82).
- Niang, I; Ruppel, C; Abdrabo, A; Essel, A; Lennard, C; Padgham, J; Urquhart, P. 2014. Africa. *In* Barros, VR; Field, CB; Dokken, DJ; Mastrandrea, MD; Mach, JK; Bilir, TE; Chatterjee, M; Ebi, KL; Estrada, YO; Genova, RC; Girma, B; Kissel, ES; Levy, AN; MacCracken, S; Mastrandrea, PR; White, LL (eds.). *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (EE. UU.), Cambridge University Press.
- Ochoa, E. 2012. Implementación de un banco mixto de forraje proteico en un sistema de producción de ganadería Brahman puro. Caldas, Antioquia, Colombia.
- Ordaz, J; Ramírez, D; Mora, J; Acosta, A; Serna, B; Bertrand, B; Rapidel, B; Canet B; García, G; González, A; Pedrajas, R. 2010. Honduras: Efectos del cambio climático sobre la agricultura. México. CEPAL.
- Ojeda, P; Restrepo, J; Villada, D; Cesareo, G. 2003. Sistemas silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Santiago de Cali, Colombia. Fidar-CIAT.
- Otárola, A. 2000. Cercas vivas. *In* Méndez, E; Beer, J; Faustino, J; Otárola, A (eds). *Plantaciones de árboles en línea*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 101-107. (Serie Materiales de Enseñanza No. 39).
- Pérez, E; Richers, B; DeClerck, F; Casanoves, F; Gobbi, J; Benjamin, T. 2011. Uso y manejo de la cobertura arbórea en sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Copán, Honduras. *Agroforestería en las Américas* 48:26-35.
- Polania, C; Pla, L; Casanoves, F. 2011. Diversidad funcional y servicios ecosistémicos. *In* Casanoves, F; Pla, L; Di Rienzo, J. *Valoración y análisis de la diversidad funcional y su relación con los servicios ecosistémicos*. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 5-8. (Serie técnica. Informe técnico no. 384).
- Pomareda, C. 2009. Políticas públicas para la adaptación a la variabilidad del clima y al cambio climático. 147 – 168 pp.

- Ramírez, E; Dávila, O; Ibrahim, M; Mora, J. 2005. El uso de bancos forrajeros para la alimentación de verano. Nicaragua. 24 p.
- Ríos, N; Cárdenas, A; Andradre, H; Ibrahim, M; Jiménez, F; Sancho, F; Ramírez, E; Reyes, B; Woo, A. 2007. Estimación de la escorrentía superficial e infiltración en sistemas de ganadería convencional y en sistemas silvopastoriles en el trópico sub-húmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 45:66-71.
- Rust, M; Rust, T. 2013. Climate change and livestock production: A review with emphasis on Africa. *South African Journal of Animal Science*. 43(3):256-267 Consultado 26 julio 2017. Disponible en http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892013000300004&nrm=iso
- Russo, R. 2015. Reflexiones sobre los sistemas silvopastoriles. *Pastos y Forrajes* 38:157-161.
- Sánchez, B. 2014. *Sistemas silvopastoriles en Honduras una Alternativa para mejorar la ganadería. Honduras. Tegucigalpa, Honduras. FAO. 36 p.*
- Sánchez, D; Villanueva, C; Torres, M; Tobar, D; DeClerck, F. 2008. Cercas vivas y su valor la producción y conservación. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería). 2015. *Adaptar ganadería al cambio climático. Tegucigalpa, Honduras.*
- SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras). 2012. *Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de Honduras ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Tegucigalpa, Honduras*
- SICA (Sistema de Integración Centroamericana). 2010. *La economía del cambio climático en Centroamérica. Síntesis. Sub sede de México, CEPAL.*
- Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; de Haan, C. 2006. *Livestock's long shadow: environmental issues and options. Roma, Italia. Food & Agriculture Org.*
- Steinfeld, H; Gerber, P; Wassenaar, T; Castel, V; Rosales, M; Haan, C. 2009. *La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones. Roma, Italia FAO. 464 p.*
- Schmidhuber, J; Tubiello, F. 2007. *Global food security under climate change. PNAS* 104 (50):19703-19708
- Spiegel, M; Fels-Klerx, J; Marvin, P. 2012. Effects of climate change on food safety hazards in the dairy production chain. *Food Research International* 46:201–208. Consultado el 25 julio 2017. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/sci-hub.cc/science/article/pii/S0963996911006752>
- Thornton, K; Jones, G; Alagarswamy, G; Andresen, J. 2009. Spatial variation of crop yield response to climate change in East Africa. *Global Environmental Change* 19:54-65.
- USDA (United States Department of Agriculture). 2016. *Economic Research Service. Natural Resources & Environment.*
- UNISDR (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres); CEPREDENAC (Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales). 2015. *Informe Regional del Estado de la Vulnerabilidad y Riesgos de Desastres en Centroamérica. Panamá. 229 P.*
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, M; Barrantes, F; Arguedas, R. 2007. *Árboles dispersos en potreros en fincas ganaderas del Pacífico Central de Costa Rica. Esparza, Costa Rica. Agroforestería de las Américas. 9 p.*

- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F; Ríos, N; Sepúlveda, C. 2009. Políticas y sistemas de incentivo para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. 103 – 125 p.
- Wall, E; Wreford, K., Topp and Morán, D. 2010. Biological and economic consequences heat stress due to a changing climate on UK livestock. *Advances in Animal Biosciences* 1(1): 53.
- Wei-Lian H; Jian-Xin L; Jun-An Y; Yue-Min Wu; Yan-Qiu G. 2005. Effect of tea saponin on rumen fermentation in vitro. *Animal Feed Sci. Tech.* 120(3-4):333-339.
- Wood, A; Wallace, J; Rowe, A; Price, J; Yáñez-Ruiz, R; Murray, P; Newbold, J. 2009. Encapsulated fumaric acid as a feed ingredient to decrease ruminal methane emissions. *Animal Feed Sci. Tech.*152(1-2):62-71.
- WMO (World Meteorological Organization). 2016. *Climate. Climate and climate variability and the impact of global warming on our world.* Geneva, Switzerland.

CAPÍTULO II

Artículo I: Explorar las relaciones entre variables climáticas (precipitación y temperatura) y la producción y calidad de leche en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

6. Resumen

El efecto del clima condiciona el medio ambiente en el que los bovinos viven y se reproducen volviendo compleja la producción y calidad de la leche. Esta situación modifica factores importantes como la disponibilidad/calidad de agua y alimento. Como respuesta a los efectos adversos, el ganado modifica sus mecanismos fisiológicos y de comportamiento con el objetivo de mantener su temperatura corporal en un rango normal. En este estudio se describe la relación existente entre las variables precipitación, temperatura, índice de temperatura y humedad (ITH) con la producción de leche de los años 2011 y 2014 en el trópico (TS) y trópico húmedo (TH) y el porcentaje de grasa de los años 2015 y 2016 en el TS. Los registros históricos de producción (Pd) y calidad corresponden a 18 CREL (Centros de recolección y enfriamiento de leche), distribuidos en diferentes zonas de vida del municipio de Olanchito, departamento de Yoro en Honduras. En el periodo analizado se observó una distribución irregular de lluvias, un aumento en las temperaturas y altas precipitaciones (Pt), lo que causa una vulnerabilidad estacional de la producción. El análisis de correlación mediante el coeficiente de Pearson (r) mostró una relación negativa ($r=-1,00$ $p<0,0248$) entre Pd y Pt para el mes de noviembre en fincas ubicadas en el TS; no se encontró diferencias significativas con la variable temperatura (T), sin embargo, las tendencias de los gráficos de dispersión indicaron que el aumento de T afecta negativamente la producción a pesar de que la estadística mostró lo contrario ($p>0,05$). El ITH mostró que los animales en el TS pueden ser que se enfrenten a condiciones de estrés por calor todos los meses del año con valores que oscilan entre 78 y 83, caso contrario en el trópico húmedo (TH) donde los valores no sobrepasaron 72. Para el TS el ITH mostró valores significativos en los meses de octubre y diciembre ($p<0,0373$; $p<0,0414$ respectivamente). r indicó que existe una correlación negativa fuerte entre porcentaje de grasa (G) versus temperatura máxima (TMx) y temperatura mínima (TMn) ($p<0,0080$; $p<0,0331$ respectivamente) para el año 2016. En conclusión, la producción de leche y el porcentaje de grasa como parámetro de calidad analizado pueden verse afectados por cambios en la temperatura y nivel de precipitaciones, principalmente por los efectos sobre la producción de forraje y problemas adicionales causados por estrés calórico que fisiológicamente sufren los animales con estos cambios.

Palabras clave: ganado, trópico, composición láctea, estrés calórico, producción.

7. Introducción

Según proyecciones del IPCC (2014) en América Central las temperaturas aumentarán y el nivel de precipitaciones disminuirá con el resultado de la aparición de fenómenos meteorológicos extremos (fuertes precipitaciones, altas temperaturas y huracanes). Para algunas cuencas del Caribe las precipitaciones disminuirán entre 28% y 31%, y el aumento en las temperaturas llegará a alcanzar 0,9°C para el 2020 (Argeñal, 2010). América Central se encuentra ante múltiples amenazas climáticas gracias a su ubicación geográfica y una prolongada estacionalidad ciclónica que proviene del océano Pacífico y el mar Caribe. Esto ha permitido catalogarla como la zona más vulnerable por la cantidad de eventos climáticos extremos que han azotado la región (Suárez y Sánchez 2012).

De acuerdo con el Índice Global de Riesgo Climático, Honduras, ubicado en el corazón de Centroamérica, ocupa el primer lugar a nivel mundial como el país más afectado durante el periodo 1994-2013 por eventos climáticos extremos en comparación a otros países (Kreft *et al.* 2015). Impactos severos por eventos como el huracán Mitch en 1998 y las sequías del 2000 y del 2001 provocaron que alrededor de 400 mil hectáreas destinadas a cultivos anuales fueran abandonadas (FAOSTAT 2007). Particularmente, los hogares pobres fueron mayormente abatidos con la pérdida del 15% y 20% del capital natural como tierra, plantaciones y ganado (Carter *et al.* 2006 citado por Hidalgo 2014).

Pese a lo anterior, el sector agrícola del país impulsa la economía hondureña convirtiéndose en un factor importante de crecimiento con aportes al producto interno bruto (PIB) que rondan el 40% (COHEP 2015). Dentro de las actividades agrícolas, la ganadería es uno de los sistemas productivos más importantes, contribuyendo con aproximadamente el 13% del PIB agropecuario (Sánchez 2014). No obstante, este sistema productivo se basa, principalmente, en monocultivos de pasto (Aguilar *et al.* 2010), con un manejo inadecuado de los recursos naturales (SERNA 2012; Sánchez 2014), lo que ocasiona una rentabilidad baja en las fincas e inestabilidad en la producción (Molina 2010). Los problemas se agravan con los cambios inesperados del clima, que ejercen efectos negativos en indicadores productivos como la ingesta de agua y alimentos (Anzures *et al.* 2015; André *et al.* 2011; Rhoads *et al.* 2009, Rejeb *et al.* 2012), la fertilidad (Jansen *et al.* 2016; Morril 2011), la productividad (Spiers *et al.* 2004) y la calidad de la leche producida (Nardone *et al.* 2010; Key *et al.* 2014).

Algunos investigadores proyectan que las variaciones climáticas pueden incluir efectos críticos en los indicadores de producción como la reducción de biomasa disponible de hasta un 50% (Nardone *et al.* 2010), periodo de tiempo necesario para el crecimiento del forraje y la disminución de la calidad del mismo (Craine *et al.* 2010, Izaurralde *et al.* 2011), modificaciones en los periodos de cosecha y siembra, lo cual podría relacionarse con aumentos en los costos de alimentación, aumento de enfermedades transmitidas por vectores (Rust y Rust 2013) y propagación de plagas (Nelson *et al.* 2009) que reducirán la resistencia de los animales (Thornton

et al. 2009; Niang *et al.* 2014) . Todo esto afectará, entre otros factores, la inocuidad láctea y la salud humana (Spiegel *et al.* 2012).

En este contexto, la meta de los productores debe enfocarse en el desarrollo de un sistema de producción intensivo basado en el uso de tecnologías silvopastoriles y la implementación de buenas prácticas de manejo, que les permita mejorar el entorno en el que se encuentran para que los animales no necesiten realizar ajustes fisiológicos que comprometan su potencial productivo. Un buen suministro de sombra disminuye los efectos de la radiación solar y contribuye a mejorar el microclima debajo de los árboles (Moghaddam *et al.* 2009). En climas muy cálidos, un sistema bien diseñado como el silvopastoril, puede ayudar a evitar pérdidas, aumentar la producción de leche y mejorar la fertilidad especialmente en aquellos sitios donde la temperatura sobrepasa los 25°C ya que, sobrepasado este umbral, el animal se enfrenta a situaciones de estrés calórico (Jansen *et al.* 2016).

El conocimiento previo es esencial para trabajar en medidas de prevención (Ravelo *et al.* 2014) con el fin de crear resiliencia entre los productores. En este sentido, este documento brinda a los tomadores de decisión información que permita prevenir los daños o mitigar los efectos negativos del cambio climático en la ganadería ubicada en diferentes zonas de vida en el municipio de Olanchito, departamento de Yoro en Honduras.

8. Materiales y métodos

8.1 Ubicación y descripción del área de estudio

El estudio fue realizado en Olanchito, el segundo municipio más extenso (2028 km²) (INE 2013) del departamento de Yoro, Honduras. Está ubicado en la región agroindustrial del Norte del país, entre las coordenadas 15°29'00" N y 86°35'00". Al norte está rodeado por la cordillera de Nombre de Dios y al sur por la Sierra de la Esperanza, prolongación de la de Sulaco y en el centro por la parte alta y media del Valle del Aguan (PEDM 2012).

En Olanchito se pueden diferenciar dos zonas de vida: el margen izquierdo y derecho del río Aguán (zona media del valle) que se caracterizan por tener un clima húmedo tropical (PEDM 2012). La humedad relativa (HR) varía entre el 76% y 92%, siendo más alta en los meses de octubre y noviembre. La precipitación media mensual oscila entre 87 mm y 554 mm, alcanzando un acumulado anual de 3533mm. Los meses menos lluviosos son diciembre, enero, febrero y marzo con precipitaciones mensuales entre 86 mm y 155 mm. La temperatura promedio mensual se mantiene agradable la mayor parte del año con variaciones que oscilan entre 19,7°C y 23,9°C. Las temperaturas más bajas corresponden a los meses de diciembre, enero y febrero, y las más cálidas se dan entre abril y septiembre.

En la parte alta del valle predomina un ecosistema muy seco tropical, siendo este el ecosistema boscoso de más alta prioridad en términos de conservación a nivel centroamericano debido al endemismo de su flora, fauna y presiones antrópicas a las que es sometido. La HR varía

entre 81% y 95% siendo más baja en abril y más alta en noviembre, La temperatura promedio mensual oscila entre 25°C y 29°C. Los meses más secos son enero, febrero, marzo y abril, los últimos son los más inclementes (ICF-TNC 2009) con temperaturas máximas que alcanzan los 36°C. Los niveles de precipitación mensual para esta zona fluctúan entre 14 mm y 148 mm alcanzando un acumulado anual de 1 050 mm, una diferencia del 54% con respecto al trópico húmedo. Las lluvias ocurren con mayor intensidad en los meses de octubre y noviembre con precipitaciones que oscilan entre 117 mm y 147 mm. La diferencia climática marcada en el municipio con respecto a las dos zonas descritas en este documento se debe al fenómeno orográfico de la Sierra Nombre de Dios, que actúa como pared a la humedad proveniente del litoral Atlántico (ICF-TNC 2009). Debido a esto es que la zona seca tiene un régimen propio del Caribe, pero con pocas precipitaciones.

En la parte alta del valle, pese al tipo de clima predominante y la poca precipitación (ICF-TNC 2009), los suelos son fértiles. Caso contrario, en el sur del municipio en dirección a la parte baja del valle las tierras son húmedas, franco arcillosas y profundas e inundables. En la zona compuesta por el margen izquierdo y derecho del Aguán, las tierras son altamente productivas, mantienen humedad y pueden brindar dos cosechas al año sin problemas (PEDM 2012).

Como actividad económica, la producción ganadera ocupa el primer lugar entre las actividades locales (ICF-TNC 2009), con un promedio de 40 millones de litros de leche producidos anualmente que son vendidos a empresas como Leche y Derivados de Honduras (LEYDE), Lácteos de Honduras S.A. (LACTHOSA) y procesadoras artesanales. Esta actividad genera gran cantidad de empleos en todos los niveles de la cadena productiva, mejorando el nivel de ingreso de las familias. Por otro lado, los productores diversifican su producción con cultivos de granos básicos, hortalizas, palma africana, cítricos, sorgo, pequeñas cantidades arroz y especies como cerdos, gallinas, cabras y ovejas, entre otros. La producción de granos básicos (maíz y frijoles) es considerada como la segunda actividad económica más importante, seguida por la producción de banano, plátano, sandía y yuca (PEDM 2012).

Los sistemas de producción ganadera pueden verse diferenciados. Por ejemplo, hay zonas con hatos de doble propósito; en las zonas secas predomina el ganado con más sangre cebú y un poco más orientado a carne, mientras que las vegas del río Aguan tienen más énfasis lechero. La expansión ganadera en el municipio conlleva a que grandes productores compren tierras a otros que producen menos, o bien el establecimiento de la actividad en suelos con un uso potencial restringido como zonas donde las pendientes son muy pronunciadas (Barrios 2007).

El desarrollo de la actividad pecuaria permitió el establecimiento de centros de recolección y enfriamiento de leche (CREL) a partir del 2004 (Figura 1), cuya función principal es mantener en condiciones de temperatura e higiene aceptables la leche cruda para posteriormente ser entregada a la industria. Además, facilitan la asociatividad y organización de los productores (en su mayoría pequeños y medianos), los cuales se asocian a cada centro de acopio dependiendo de la

distancia con las fincas ya que, mejores condiciones de accesibilidad les permite un menor tiempo entre el ordeño y la entrega de la leche (Barrios 2007).

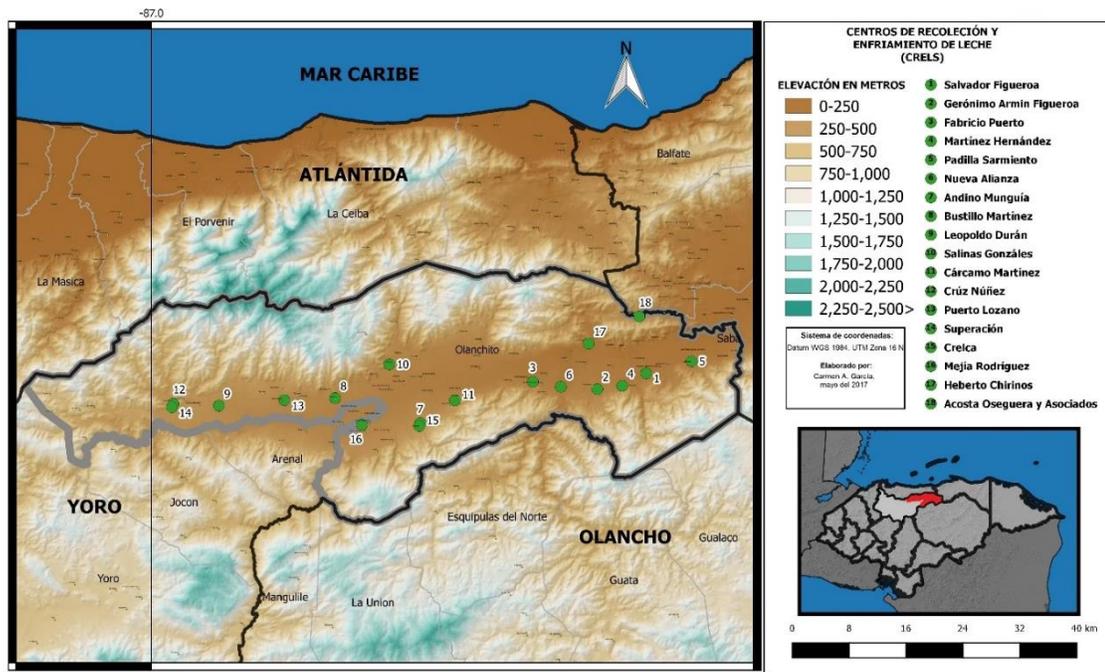


Figura 1: Ubicación geográfica de los 18 CREL activos en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

En términos generales, el desarrollo de la ganadería en el municipio ha pasado de producir artesanalmente a insertarse en la cadena agroindustrial láctea pasteurizadora a nivel nacional, que, en comparación con el sector artesanal, recibe ingresos más altos. Sin embargo, la oferta de leche es marcadamente estacional, lo que quiere decir que experimenta drásticas reducciones en la época seca, pero también cuando los inviernos son copiosos y vienen acompañados de periodos de nubosidad largos, debido a que la oferta forrajera y los ciclos reproductivos son afectados por sequías o excesos de humedad (Barrios 2007).

8.2 Población de estudio

La Sociedad de Agricultores y Ganaderos de Olanchito (SAGO 2017)⁶ cuenta con un total de 342 socios (301 que pertenecen a 16 CREL más 41 productores independientes y tecnificados). Existen 2 centros de recolección que no pertenecen a la SAGO los cuales suman 72 productores. Dado que este estudio es de tipo cualitativo descriptivo, se analizaron los registros de producción y calidad histórica de la leche de todos los productores socios de CREL. Las fincas contabilizadas para el análisis (en su mayoría pequeñas y medianas) sumaron un total de 373 distribuidas en 18 centros de acopio existentes en la zona (Figura 2) con un promedio de 20 productores por CREL.

⁶ Sociedad de Agricultores y Ganaderos de Olanchito 2017. Entrevista personal

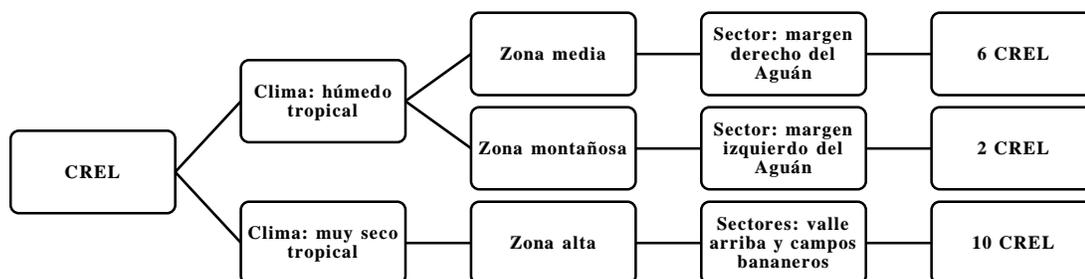


Figura 2: Distribución de CREL de acuerdo con el clima, zona y sector en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

8.3 Recolección y análisis de datos

Con el objetivo es relacionar variables climáticas (precipitación y temperatura) con la producción y calidad de la leche, se partió de varios supuestos:

- El sitio donde se realizaron los análisis es uno de los mayores productores de leche a nivel nacional.
- El clima que predomina en esta región influye en el rendimiento del ganado.
- Por lo tanto, los resultados encontrados por el estudio darán un aporte al sector lácteo de esta zona sobre las variables productivas a nivel nacional.

La muestra utilizada en este estudio está representada por los centros de acopio establecidos y en funcionamiento a lo largo del municipio (n=18). Al inicio de la investigación se consideró la dificultad para la obtención de los datos de producción, lo cual explica la importancia del muestreo seleccionado, ya que la industria almacena la información requerida. La limitante radicó en que los resultados alcanzan exclusivamente a los productores asociados a los CREL considerados en el estudio.

En un inicio se hicieron visitas a cada uno de los centros de acopio distribuidos en la zona alta, media y montañosa del municipio. La información recolectada contribuyó a la elaboración de un mapa con sus respectivas ubicaciones y a la actualización de la información proporcionada, por la SAGO que contenía el número de centros de acopio, así como el número de socios de cada uno. Para ello se utilizó el sistema de posicionamiento global (GPS).

Posteriormente, mediante la aplicación de entrevistas se recopiló la información primaria, datos de producción láctea y porcentaje de grasa como parámetro de calidad de todos los centros de acopio activos en la zona ubicados en las zonas de vida trópico seco y trópico húmedo indicadas anteriormente. La información mensual sobre producción (periodo 2011-2014) y calidad (años 2015 y 2016) fue proporcionada por la empresa industrial LEYDE.

De igual manera se obtuvo información de variables climáticas (precipitación y temperatura) correspondientes a la zona seca del municipio (alta) medidas mensualmente durante el periodo 2011-2014. Los datos concernientes a temperatura fueron proporcionados por la estación meteorológica perteneciente a la empresa bananera Standard Fruit Company de Honduras ubicada

entre las coordenadas 15°44'67" N y 86°67'22" W; los datos de precipitación fueron brindados por la Comisión Permanente de Contingencias (COPECO) a través del Centro Nacional de Estudios Atmosféricos, Oceanográficos y Sísmicos (CENAOS) con las coordenadas 15°28'27" N y 86°34'08" W. Las variables climáticas para caracterizar la zona del trópico húmedo del municipio se obtuvieron a través de una estación virtual ubicada entre las coordenadas 15°45'53" N y 86°25'00" W. La estación pertenece al Centro Nacional de Predicción Ambiental (NCEP) del Laboratorio de Sistemas de Información y Computación en el Centro Nacional de Investigación Atmosférica en Boulder, Colorado.

Con la información de temperatura y humedad relativa se calculó el índice de temperatura y humedad (ITH), indicador utilizado con el objetivo de identificar si los animales se encontraron en condiciones de estrés calórico. Para ello se utilizó la fórmula implementada por el National Research Council (NRC 1971) descrita a continuación:

$$ITH = (1.8T+32) - (0.55-0.0055HR) * (T-26.8) \quad (1)$$

8.4 Análisis estadísticos

La información recopilada sobre producción láctea (Pd), porcentaje de grasa (G), precipitación (Pt), temperatura (T°) y humedad relativa (HR) permitieron describirla y correlacionarla con el objetivo de identificar la influencia que ejercen las variables independientes (Pt, T°, ITH) sobre las dependientes (Pd, G). Para ello se utilizó el coeficiente de Pearson (r), índice utilizado para medir el grado de relación entre dos variables cuantitativas. Se elaboraron gráficos de dispersión que muestran las tendencias. La revisión bibliográfica permitió inferir las causas de dependencia en cada una de las variaciones. Durante la fase de recolección, los datos fueron organizados y almacenados en Microsoft Excel y finalmente procesados, graficados y analizados mediante el programa Infostat-Statistical Software. En la Figura 3 se detalla el esquema metodológico mencionado.

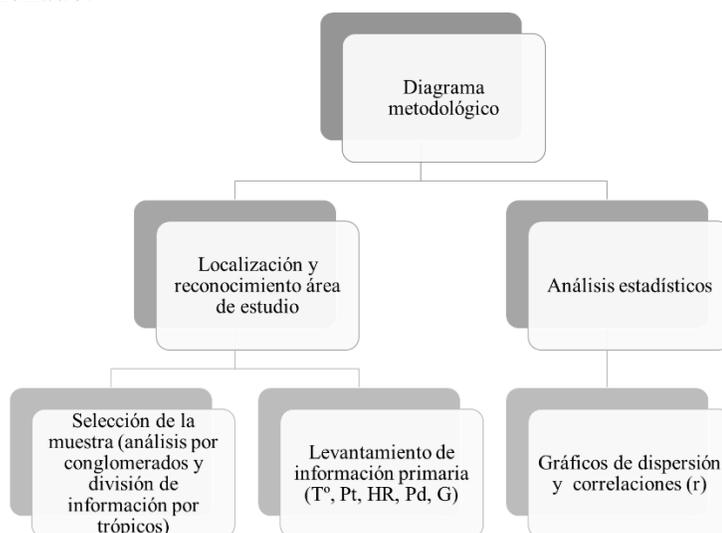


Figura 3: Resumen de la metodología aplicada para relacionar variables climáticas con producción y calidad láctea en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

T°: temperatura, **Pt:** precipitación, **HR:** humedad relativa, **Pd:** producción, **G, r:** coeficiente de Pearson

9. Resultados y discusión

9.1 Relación existente entre las variables producción de leche y temperatura mínima, máxima y promedio en fincas ubicadas en zonas del trópico seco y húmedo del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

De acuerdo con Shearer y Bray (1995) la zona de confort del ganado lechero (razas europeas) se encuentra entre 5 y 18°C, para el ganado de carne (cebú) entre 4 y 27°C (Yousef 1985) y para los cruces de razas europeas x cebuinas dicho límite es intermedio (Cruz 2010), aunque se reportan diferencias entre razas, edad, estado fisiológico, sexo y variaciones individuales de los animales (Johnson 1987). Cuando sobrepasa estos límites, el animal tiene dificultad para expresar su potencial productivo ya que por cada 1°C en la temperatura ambiental por encima de la zona térmica neutral se produce una reducción de 0,85 kg en la ingesta de alimento, lo que causa un descenso del 36% en la producción láctea (Rhoads *et al.* 2009).

Los resultados encontrados indican que la baja producción que ocurre durante los meses más cálidos (enero, febrero, marzo y abril), se asocia con el aumento de temperaturas promedio, que sobrepasan los niveles de confort variando entre 23°C y 29°C. Como resultado la producción láctea se reduce en un 24%, 20% y 21% con respecto a junio y julio donde se reportan los niveles más altos para los años 2011, 2012 y 2013 respectivamente. La tendencia es similar durante los primeros meses en todos los años analizados (2011-2014), por lo que se puede indicar que las diferencias en la producción pueden ser el resultado de efectos directos de la temperatura que provocan un incremento en los requerimientos energéticos del animal que reducen la ingesta de alimento (FAWEC 2015) y/o por efectos indirectos a través de la disponibilidad y calidad de alimento, como se observa en la Figura 4. Esto puede explicar la fuerte disminución en la producción en el mes de abril durante los cuatro años estudiados cuando las temperaturas máximas llegan a alcanzar los 37°C para la zona del trópico seco del municipio.

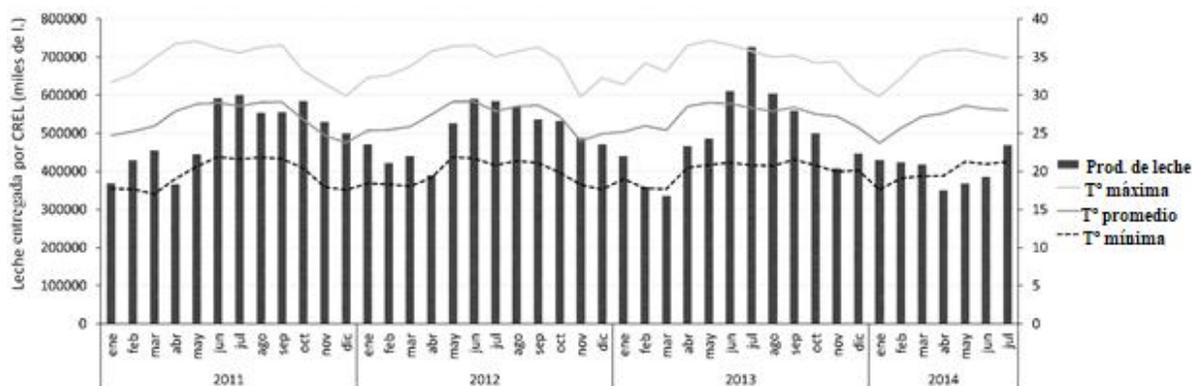


Figura 4: Producción de leche durante el periodo 2011-2014 a) en la zona del trópico seco versus temperatura máxima, promedio y mínima, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

Al respecto Roche *et al.* (2009), demostraron que el clima, la producción de forraje y la época del año explicaron un 22% de la disminución de la producción de leche, con un mayor efecto sobre la ingesta de materia seca entre otros parámetros de producción. De igual manera Anzures *et*

al. (2015), en un estudio realizado en México a una altitud de 14 msnm demostraron que la producción de leche se redujo en más del 50% ($p < \text{valor } 0,05$) en los meses de verano con una temperatura promedio de $36,7^{\circ}\text{C}$. Esto sugiere que, en conjunto con los resultados de otras investigaciones, el nivel de producción de leche disminuye cuando las condiciones de temperatura ambiente aumentan por encima de la zona de comodidad en las que el animal compromete su potencial.

A diferencia de los datos analizados en la zona del trópico seco de Olanchito, la disminución en la producción de leche de la zona del trópico húmedo (Figura 5), puede verse influenciada por un descenso de temperaturas mínimas entre los meses de noviembre y diciembre con valores que oscilan entre 15°C y 16°C . La producción láctea en estos meses llega a representar 20%, 24%, 23% menos en comparación con junio del 2011 y julio del 2012 y 2013 respectivamente, donde se reportan los niveles de producción más altos. Esto puede ser el resultado de olas de frío que provocan un bajo consumo de agua en el animal, pues el ganado consume 1,2 litros de agua por cada grado centígrado de elevación en la temperatura ambiente mínima diaria (Murphy 1992). En este sentido, la temperatura mínima puede llegar a ser un excelente predictor del consumo de agua en los animales, aunque la mayoría de los estudios demuestran una correlación más fuerte con temperaturas máximas. En concordancia con lo anterior, Arias y Mader (2011) encontraron que la temperatura mínima influyó sobre la ingesta diaria de agua del ganado viéndose reducida la producción láctea en un experimento realizado en la Universidad del Centro de Investigación y Extensión del Noreste de Nebraska.

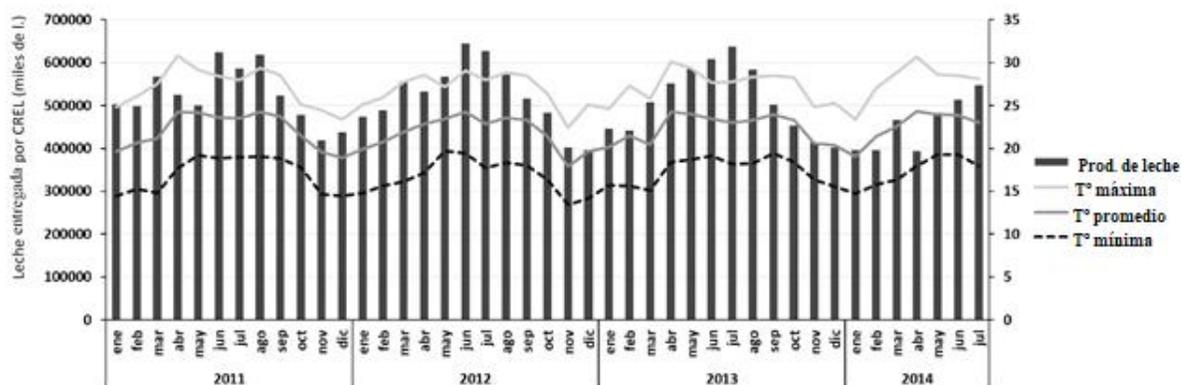


Figura 5: Producción de leche durante el periodo 2011-2014 en la zona del trópico húmedo versus temperatura máxima, promedio y mínima, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.

El análisis descriptivo en ambos sitios de estudio muestra la vulnerabilidad estacional que tiene la producción a pesar de que la estadística indica lo contrario ($p\text{-valor} > 0,05$). No obstante, numerosas investigaciones han reportado el efecto de las temperaturas en la producción bovina (André *et al.* 2011; Rhoads *et al.* 2009, Cerqueira *et al.* 2016; Renaudeau *et al.* 2014; Duguma *et al.* 2012;) indicando pérdidas en la producción. Cabe señalar que existen otros factores que pueden determinar la situación de las lecherías bovinas; por ejemplo, las condiciones topográficas, la ubicación geográfica y la vegetación (Martínez *et al.* 2011). Además, el efecto del clima sobre la producción puede depender de la habilidad de los animales para mantener la temperatura corporal

en un rango óptimo de actividad biológica, así como de los mecanismos de termorregulación, del genotipo (Beerda *et al.* 2007) y de la interacción con el medio ambiente (Tapki y Azahin 2006).

9.2 Relación existente entre las variables producción de leche y precipitación acumulada mensual en fincas ubicadas en zonas del trópico, seco y húmedo del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

A diferencia de la temperatura, la producción láctea muestra una tendencia positiva con respecto a la precipitación. Pese a la distribución irregular de las lluvias, en las representaciones gráficas (figuras 6 y 7) puede observarse en ambas zonas que la mayor producción coincide con las precipitaciones más altas y que el descenso de las lluvias se ve acompañado de una reducción en la misma. En el caso de la zona del trópico seco, la producción menor se da mayormente en los meses de marzo y abril (Figura 6) cuando los montos de precipitación mensuales acumulados oscilan entre 74 mm y 0,3 mm. Abril es el mes más crítico pues la producción se reduce un 24%, 20% y 22% durante los años 2011, 2012 y 2013 respectivamente en comparación con el mes de julio donde la producción supera los 5 mil litros entregados a la industria. Acorde a estos resultados, WingChing-Jones *et al.* (2008), mediante el análisis de un hato en el trópico de Costa Rica encontraron que el aumento en las precipitaciones tuvo efectos positivos sobre la producción de la leche en vacas jersey ($p < 0,002$), reportando incrementos en 1,0 kg/día/animal cuando la precipitación era mayor a 40 mm día⁻¹.

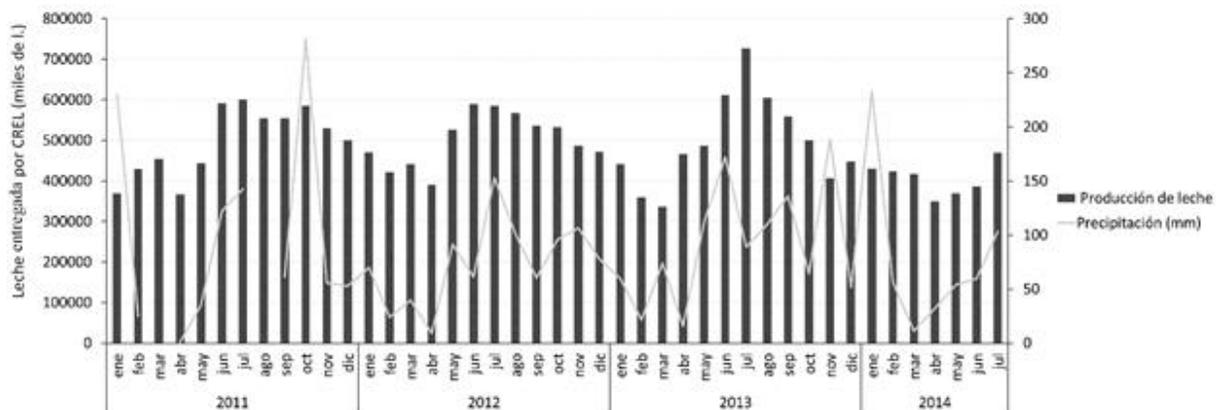


Figura 6: Producción de leche durante el periodo 2011-2014 en la zona del trópico seco versus precipitación acumulada mensual, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

Los datos recopilados para la zona del trópico seco del municipio muestran la dependencia que tiene la producción con respecto al clima. El Banco Mundial (2010) considera que esa dependencia climática de los sectores productivos incrementa costos que oscilan entre el 75% y el 80% en países en vías de desarrollo como Honduras. Además, algunos estudios muestran que la prolongación de sequías y disminución de precipitaciones (severas en algunos años) (Argeñal 2010) en el país, genera que la producción láctea durante la temporada seca apenas llegue a 1,8 millones de litros diarios mientras que en la época lluviosa se incrementa a 2,5 millones (COHEP 2013). Esto podría deberse a problemas de disponibilidad de alimento en épocas críticas puesto que el sistema de producción ganadera predominante en el país es extensivo/tradicional.

En la zona del trópico húmedo de Olanchito, los niveles más bajos de precipitación se observan entre los meses de febrero - abril con acumulados mensuales que varían entre 42 mm y 94 mm (Figura 7). Los meses más lluviosos difieren entre años; así, durante el 2011 octubre la precipitación sumó 821,3 mm, en el 2012 mayo alcanzó 761mm y para el 2013 septiembre 743 mm. Pese a que la mayor producción lechera se observa con el aumento de lluvias, los valores más altos registrados no coinciden con estos meses, si no en junio y julio, por lo que se deduce que pueden existir otros factores que están influyendo en el comportamiento de la producción. En este sentido es importante mencionar que los impactos en la producción podrían no depender únicamente del aumento o disminución de temperaturas y precipitaciones, sino también de la raza, cantidad y calidad de alimento, nivel de producción, hidratación del animal y salud. Es por ello que el conocimiento de las tendencias de las variables climáticas analizadas en este estudio puede contribuir a tomar decisiones que se ajusten a las necesidades de cada zona, de manera que se puedan prever y mitigar efectos adversos en la actividad ganadera consecuencia de la variación en el clima.

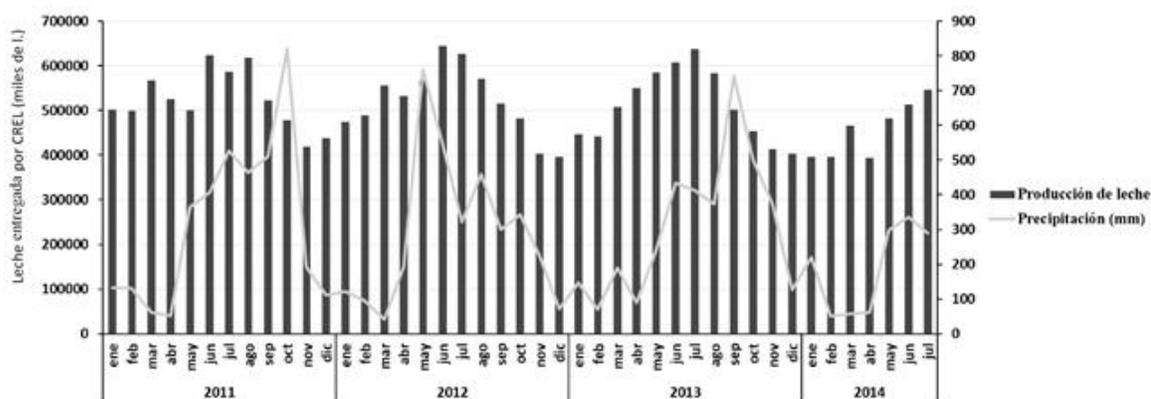


Figura 7: Producción de leche durante el periodo 2011-2014 en la zona del trópico húmedo versus precipitación acumulada mensual, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.

Con el objetivo de analizar la influencia de la precipitación sobre la producción, en la Figura 8 se muestran los gráficos de dispersión de la producción en las dos zonas estudiadas. Como se observa, a medida que las lluvias aumentan la producción lechera también aumenta; no obstante, por la tendencia observada (Figura 8a y 8b) se infiere que llega un momento cuando las lluvias más bien pueden representar un problema disminuyendo la producción.

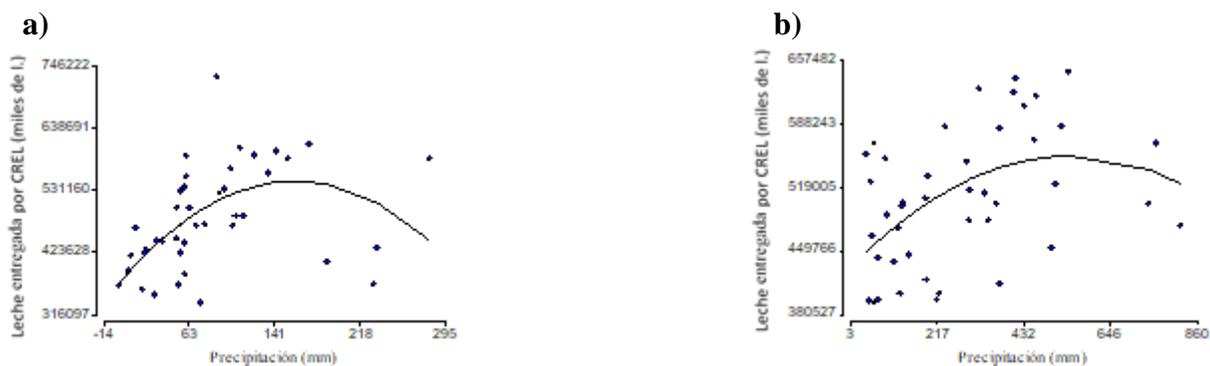


Figura 8: Producción de leche entregada por los CREL durante el periodo 2011-2014 en a) zona del trópico seco, b) zona del trópico húmedo versus la precipitación mensual acumulada, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

El análisis de correlación realizado mediante el coeficiente de Pearson (r), para la zona tropical seca mostró una relación negativa muy fuerte ($r = -1,00$ $p < 0,0248$) entre producción y precipitación en el mes de noviembre (Figura 9). Esto quiere decir que, a partir de cierto momento, un aumento en las lluvias provoca que la producción de leche disminuya. Se infiere que las condiciones topográficas (tierras planas) de esta zona permiten que el exceso de lluvias sature los potreros inundándolos y provocando problemas de disponibilidad de forraje, erosión y compactación de suelos. Circunstancias similares se experimentan en la zona del trópico húmedo (Sepúlveda e Ibrahim 2009), a pesar de que los análisis estadísticos de los datos obtenidos en esta zona de vida por este estudio nos indica lo contrario ($p > 0,05$).

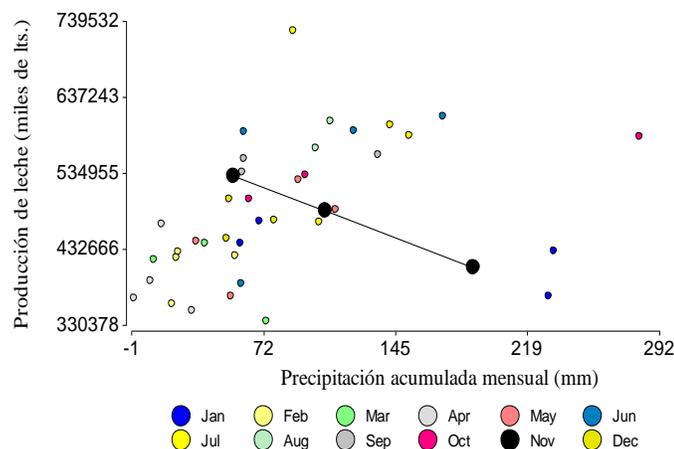


Figura 9: Análisis de correlación entre las variables precipitación acumulada y producción de leche durante el periodo 2011-2014 en fincas ubicadas en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

Puede pensarse que cuando las condiciones son muy lluviosas, el ganado tiene mayor gasto de energía al caminar en condiciones de barro y humedad. La producción de leche se ve afectada porque el ganado que se encuentra sumiso en el lodo (mezcla entre agua y suelo) tiene una tendencia a comer con menos frecuencia (Rojas 2008, citado por Sepúlveda e Ibrahim 2009) hasta el momento en que la capa de barro en su pelaje reduce su capacidad de aislamiento. Cuando esto sucede, los requerimientos energéticos pueden fácilmente duplicarse (Terry 2011). Además, esta situación conlleva a experimentar otros problemas como la disminución de la rumia y menor desempeño reproductivo (Atrian y Shahryar 2012), acortamiento de los periodos de descanso ya que en condiciones lluviosas pasan menos de 4 horas acostadas (Tucker *et al.* 2008) cuando normalmente lo hacen entre 10 y 14 horas (Grant 2012).

Por otra parte, las condiciones meteorológicas que contribuyen a disminuir el desempeño productivo del ganado en verano presentan patrones similares en invierno. Así entonces, un ambiente de condiciones húmedas puede contribuir significativamente al estrés por calor o frío. Cabe señalar que, por lo general, los animales tardan de 2 a 3 semanas para adaptarse a un cambio de 5°C en la temperatura ambiental, por lo que el cambio brusco en las condiciones meteorológicas condiciona al animal a situaciones de estrés (Terry 2011).

9.3 Relación existente entre las variables producción de leche y el índice de temperatura y humedad mensual en fincas ubicadas en diferentes zonas del trópico, seco y húmedo del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

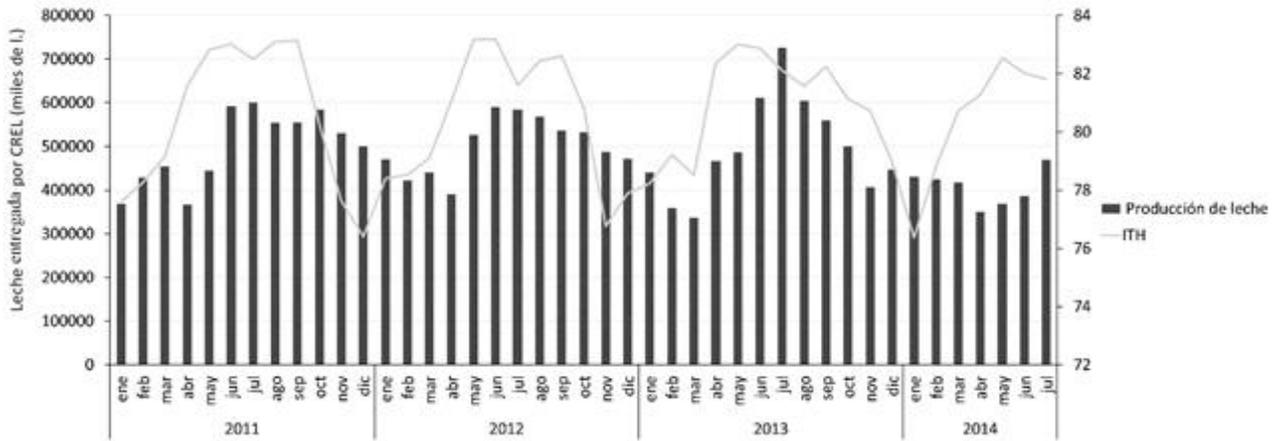
En algunas regiones del trópico con temperaturas promedio entre 25° y 35°C y periodos secos prolongados de 6 a 8 meses, los animales soportan los efectos del estrés calórico (EC) (Cedeño 2011), a expensas de cambios en otras funciones fisiológicas como la producción o reproducción (Jansen *et al.* 2016; Morrill 2011). Para comprender mejor este contexto, debe inducirse que el animal quema energías como producto del consumo de alimentos, parte de estas energías las destina a la producción de leche, crecimiento muscular etc. El calor liberado de estos procesos se pierde en el ambiente, pero, cuando este es muy caluroso, es difícil que las vacas eliminen parte de ese calor interno (CI) y alcancen su potencial productivo (Renna *et al.* 2010).

Con el objetivo de determinar la magnitud del EC que puede afectar a un animal ya sea por calor o frío, algunos investigadores han utilizado el índice de temperatura y humedad (ITH), como una fórmula matemática basada en la temperatura del aire (T) y en la humedad relativa (HR). Existen varios enfoques que se han propuesto para estimar este índice (Kibler, 1964; NRC, 1971, Valtorta y Gallardo 1996; Kendall y Webster 2009, entre otros); la diferencia radica en la ponderación que se le aplica a los diferentes estimadores (T y HR). Análisis previamente realizados indican que cuando la HR supera el 70% se produce una disminución del potencial del animal para disipar el calor y por ende su productividad se ve reducida (Reece 2009). Cuando el ITH es inferior a 72, los animales no sufren de EC, pero superado este valor alcanzan niveles de EC y la producción de leche comienza a declinar (Zimbelman *et al.* 2009). En general los expertos han determinado que, si el ITH se encuentra entre 72 y 78 el EC es moderado, pero si los valores superan 78 el EC es considerado grave (INTA 2013).

Para efectos de este análisis se realizaron varios cálculos; no obstante, la fórmula que se adecuó mejor a las condiciones de la zona de estudio fue la utilizada por el Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (NRC 1971). De acuerdo con los parámetros establecidos por Zimbelman *et al.* (2009), los resultados encontrados indican que los animales ubicados en fincas del trópico seco se enfrentan a situaciones de estrés calórico durante todos los meses del año (Figura 10a) con valores que superan el umbral entre 78 y 83. Sin embargo, hay estudios que evidencian un descenso en la producción a partir de 60 (Gorniak *et al.* 2014) y otros a partir de 78 (Cerqueira *et al.* 2016).

Los resultados obtenidos por el presente estudio indican una estabilidad en la producción lechera de la zona del trópico seco (Figura 10a) a un valor de 77 del ITH; pero conforme este valor aumenta, la producción es variable. Caso contrario sucede en la zona del trópico húmedo (Figura 10b) donde el indicador muestra valores por debajo de 72, por lo que podría pensarse que los animales no se enfrentan a situaciones de EC. No obstante, la producción de leche se mantiene estable con un valor de 66 del ITH. Conforme este valor aumenta se observa variación en la producción. Estos resultados brindan una pauta de las condiciones que tienen ambas zonas para el desarrollo de la ganadería.

a)



b)

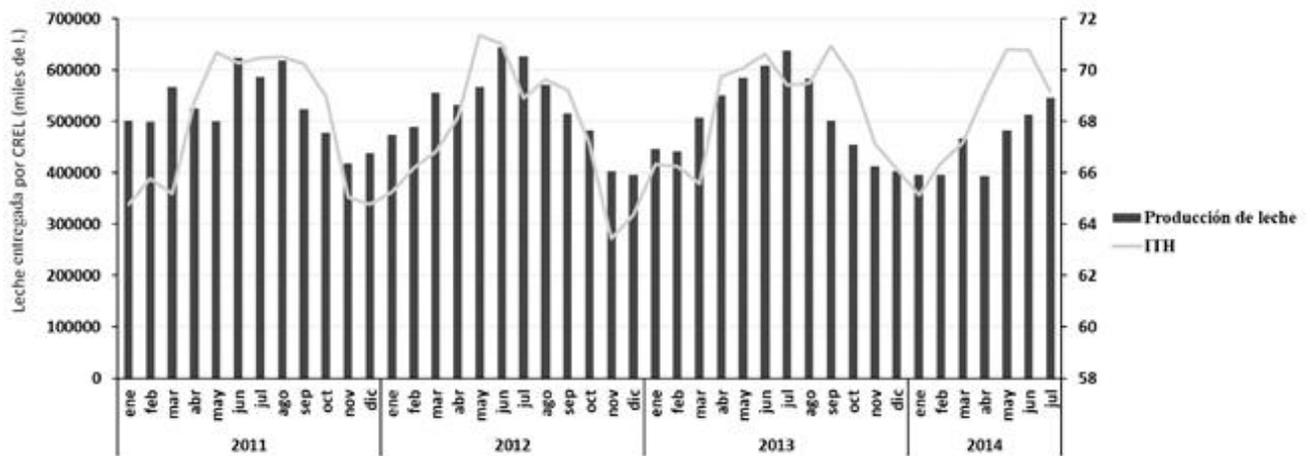


Figura 10: Producción de leche durante el periodo 2011-2014 en a) zonas del trópico seco y b) zonas del trópico húmedas versus el índice de temperatura y humedad (ITH), municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

El análisis de correlación (Figura 11) muestra una relación negativa entre el ITH y la cantidad de leche entregada por los CREL, aunque no tan fuerte, en los meses de octubre y diciembre ($r=-1,00$ $p < 0,0373$; $r=-1,00$ $p < 0,0414$ respectivamente), para la zona del trópico seco. Esto quiere decir que el aumento en la humedad relativa combinado con altas temperaturas durante los últimos meses del año le dificulta al animal perder el calor metabólico que genera y además el consumo de materia seca disminuye lo cual afecta su potencial productivo.

Otras investigaciones concuerdan con estos resultados, aunque en condiciones diferentes. Un estudio realizado por Cerqueira *et al.* (2016) en cuatro explotaciones ganaderas al norte de Portugal, encontró diferencias significativas entre la producción de leche y el ITH ($p < 0,05$), la cual se vio disminuida al sobrepasar un valor de 78 del ITH con variaciones entre 1,4 y 1,8 kg/vaca/día lo que representa una pérdida diaria de 200 kg en un lote de 100 vacas en producción. Igualmente, Santana *et al.* (2016) observaron una pérdida en el rendimiento de 0,23 kg/vaca/día como consecuencia de un aumento en el índice THI por encima de un valor de 66 en un experimento con vacas Holstein en condiciones tropicales de Brasil, con precipitaciones que oscilaron los 1300 mm anuales y a una altura de 679 msnm.

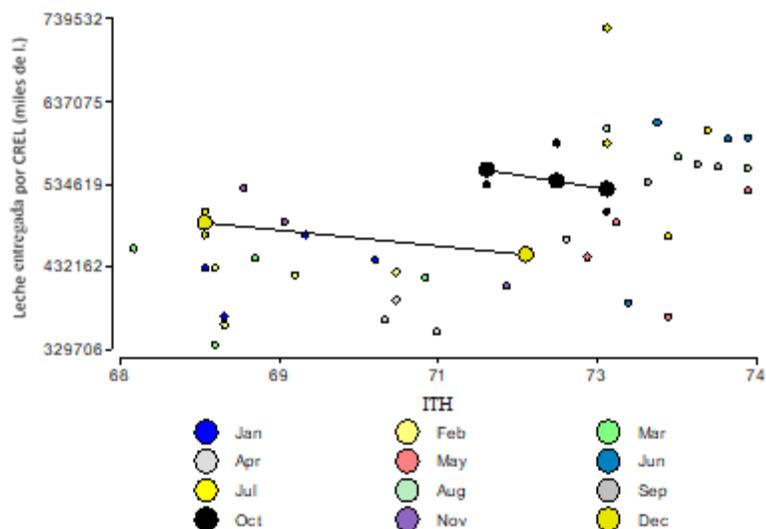


Figura 11: Análisis de la correlación entre las variables índice de temperatura y humedad (ITH) y la producción de leche durante el periodo 2011-2014 en fincas ubicadas en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

Solyosi *et al.* (2010), en una investigación realizada en Hungría mostraron que incluso un solo día de estrés calórico mostró una pérdida promedio de 1,5 a 2 l/vaca/día, o sea de un 5% a 10% de la producción. De igual manera, Gorniak *et al.* (2014) en una estación experimental con vacas lecheras Holstein en un clima templado de Alemania demostraron que la ingesta de materia seca y la producción de leche disminuyó cuando el THI sobrepasó el valor de 60.

Por cada aumento unitario sobre 72 del valor de índice ITH, algunos investigadores han observado una disminución en la producción de leche de 0,2 kg por vaca (Noordhuizen y Bonnefoy 2015). Cabe señalar que los problemas del estrés calórico no solo desequilibran la producción de leche, si no que entre otros efectos puede debilitar el sistema inmune del ganado y eventualmente facilitar la infección de la ubre (Nickerson 2014), debido a que la alta temperatura y la humedad son muy favorables para el crecimiento y multiplicación de patógenos vectores (Das *et al.* 2016) y bacterias causantes de la mastitis como estreptococos y coliformes (Nickerson 2014).

Dadas las condiciones de las zonas del trópico seco del municipio de Olanchito y las que enfrenta la ganadería particularmente en esta zona, la meta de los productores debe ser minimizar la temperatura corporal mediante el uso de buenas prácticas que les permita mejorar el ambiente en el que se encuentran para que las vacas no necesiten realizar ajustes fisiológicos que comprometan su productividad. Por ejemplo, proveer algún tipo de enfriamiento (Moghaddam *et al.* 2009); un buen suministro de sombra en las áreas de pastos, por ejemplo, disminuye los efectos de la radiación solar y contribuye a mejorar el microclima debajo de los árboles. En climas muy cálidos, los sistemas silvopastoriles bien diseñados pueden ayudar a evitar pérdidas de peso, aumentar la producción de leche y mejorar la fertilidad (Jansen *et al.* 2016), especialmente en aquellos sitios donde la temperatura sobrepase los 25°C (Panadero 2010).

9.4 Relación existente entre las variables porcentaje de grasa láctea, temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación acumulada mensual en fincas ubicadas en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

El porcentaje de grasa es el componente más variable de la leche (Calderón *et al.* 2006). Los resultados encontrados por este estudio para las zonas del trópico seco indican valores entre el 3% y 4% con una media de 3,8 para los años 2015 y el 2016 respectivamente (Figura 13). Los datos obtenidos provienen de ganado con cruce de razas cebuinas caracterizadas por bajos niveles de producción, pero con valores mejores en la composición química debido a un menor factor de dilución, por lo que los resultados de este análisis indican una excelente calidad de leche producida en la zona.

El análisis de correlación mediante el coeficiente de Pearson (r) indica que existe una asociación negativa fuerte entre el porcentaje de grasa versus la temperatura promedio para el año 2016 ($r=-0,71$ $p < 0,0096$) (Figura 12). Esto indica que un aumento en la temperatura provoca una disminución en el contenido de grasa de la leche lo que puede ser el resultado de una reducción de agua y forraje que condicionan el ingreso de energía en el animal (Stokes *et al.* 2012). Se observa que la variable dependiente (% de grasa) inicia su ascenso entre 25°C y 26°C, pero declina a partir de 27°C, lo cual puede deberse a que el animal se encuentra desplazado de su zona de confort y comienza a desarrollar sus mecanismos para disipar la temperatura corporal interna y con ello los requerimientos energéticos aumentan.

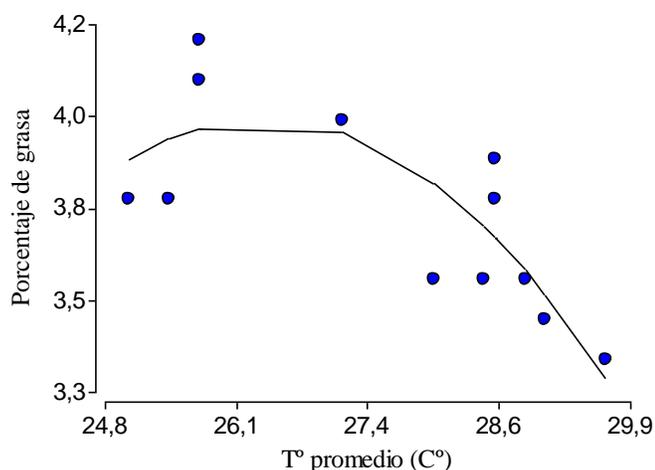


Figura 12: Análisis de correlación entre las variables porcentaje de grasa versus temperatura promedio del año 2016 en fincas ganaderas ubicadas en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.

Otros resultados concuerdan con este análisis, pero en condiciones de clima y altura diferentes. Por ejemplo, un estudio realizado por Val-Arreola *et al.* (2004) en el centro de México a 1 883 msnm, bajo un clima templado demostró que durante el año la productividad de la leche, calidad química y rendimiento de las vacas estaba determinada por la disponibilidad de forraje en la granja y que a su vez la disponibilidad de nutrientes dependía de los cambios en el clima.

Más recientemente, otro estudio realizado por WingChing-Jones y Chaves (2014), en un hato especializado en el trópico húmedo de Costa Rica a una altura de 700 msnm, precipitaciones promedio anual de 2 700 mm y una temperatura promedio anual de 23°C encontró que el contenido de grasa en la leche fue afectado significativamente ($p < 0,05$) por la temperatura.

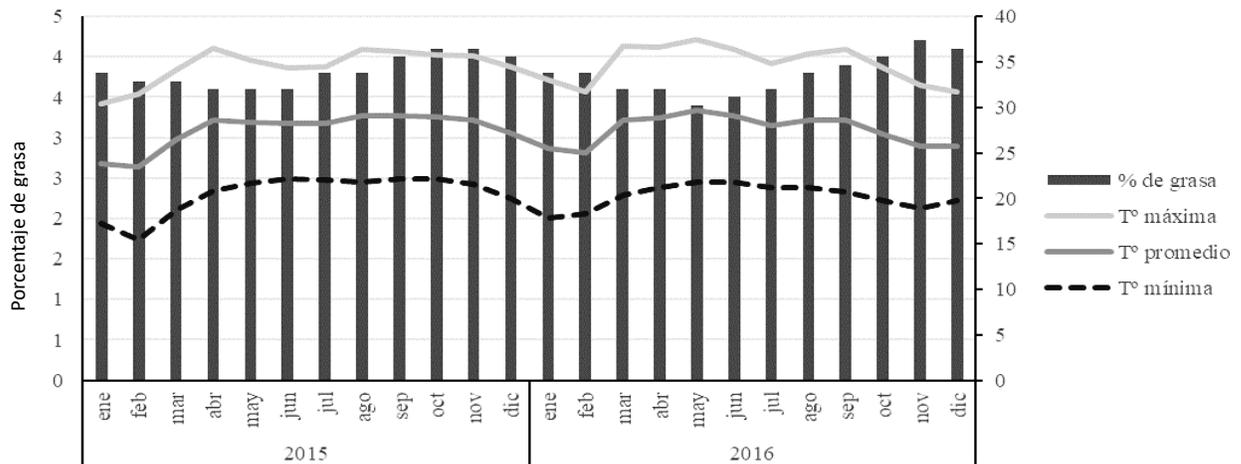


Figura 13: Porcentaje de grasa versus temperaturas máxima, promedio y mínima mensual de los años 2015-2016 en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.

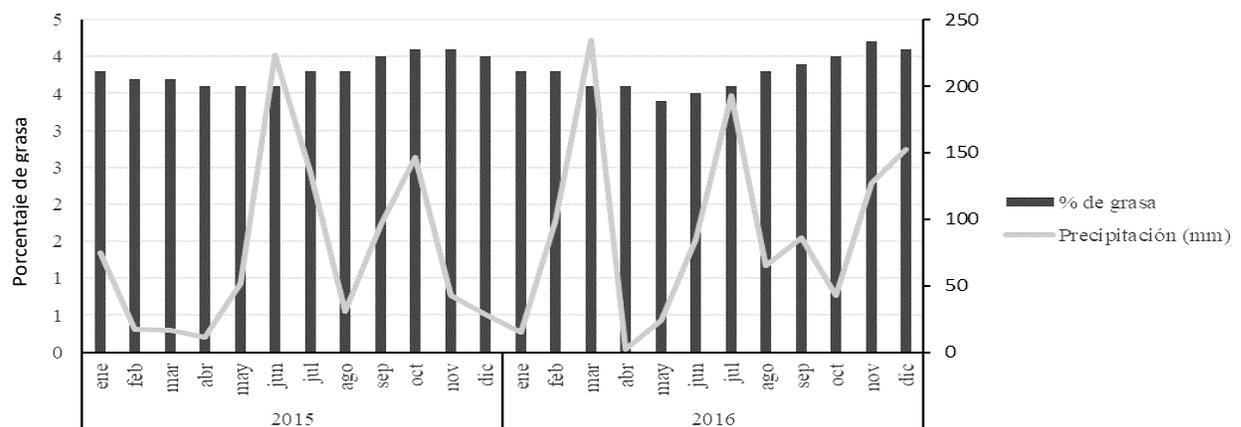


Figura 14: Porcentaje de grasa versus precipitación acumulada mensual de los años 2015-2016 en zonas del trópico seco del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

Con respecto a la precipitación y su relación con el porcentaje de grasa (Figura 14), los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas ($p > 0,05$). Cabe señalar que pueden existir otras causas de dependencia que pueden influir en el comportamiento de la variable dependiente en este análisis. Por ejemplo, Yang y Beauchemin (2007), concluyeron que aumentando el suministro de forraje de 35% a 60% disminuye el riesgo de acidosis ruminal y se da un aumento del 11% de grasa (pasando de 3,2% a 3,7%). Lo anterior quiere decir que raciones demasiado enriquecidas con concentrados desestabilizan las condiciones del rumen (García y Wright, 2007), o bien que el tamaño de las partículas en las raciones puede provocar trastornos digestivos (Stokes *et al.* 2012) y con ello una disminución en el porcentaje de grasa.

Otro aspecto no nutricional muy importante que se debe considerar es la genética. El mejoramiento genético ha producido diferencias que han provocado modificaciones de estos valores creando contrastes significativos entre razas (Cerón y Correa 2005). Por ejemplo, la raza europea Jersey es la que tiene los porcentajes más altos en grasa (5,37%) en comparación a la Holstein cuyo porcentaje (3,40%) es más bajo (Margariños 2001), esta última con mayor presencia en el país.

Por otro lado, factores asociados a la condición sanitaria y fisiológica de las vacas como la mastitis, provocan una disminución en el porcentaje de grasa. La inflamación de la glándula mamaria provoca un cambio en la composición de la grasa aumentando la presencia de las células somáticas que se asocian a pérdidas en el rendimiento industrial, elaboración de productos lácteos y disminución de la vida de anaquel (Heeschen y Reichmuth 1995). Además, otros factores como, el ambiente (Arias *et al.* 2008), el manejo o el estado de la lactancia pueden influir en el porcentaje de grasa. Por ejemplo, al inicio de la lactación mientras la vaca está produciendo calostro, los porcentajes de grasa son altos, posteriormente a los dos meses tiende a disminuir (Bachman 1992).

10. Conclusiones

La producción de leche, analizada según las entregas de los centros de recolección y enfriamiento ubicados en zonas del trópico seco (zona alta del valle) del municipio de Olanchito se vio reducida debido al aumento de la temperatura promedio por encima de zona termoneutral (5-25°C), a precipitaciones bajas (entre 74-0,3 mm) y a valores arriba de 77 del índice de temperatura y humedad.

Parte de la variabilidad en la producción lechera puede ser explicada por la influencia de las lluvias. Para el caso de las zonas ubicadas en el trópico seco el problema se da con mayor énfasis en los meses de marzo y abril donde los acumulados de precipitación mensual oscilan entre 74 mm y 0,3 mm. Abril es el mes más crítico con una reducción en la producción de 24%, 20% y 22% para los años 2011, 2012 y 2013 respectivamente en comparación con el mes de julio donde los niveles de lluvia oscilan entre 200 y 250 mm y la producción supera los 5 mil litros entregados a la industria.

El porcentaje de grasa se vio influenciado negativamente por la temperatura promedio ($r = -0,71$ $p < 0,0096$). Se asume que, como efecto directo, el animal desarrolla sus medios para disipar la temperatura corporal interna y como efecto indirecto el aumento de la temperatura podría reducir la disponibilidad de agua y forraje afectando la calidad de la leche.

11. Literatura citada

Aguilar, A; Cruz, J; Flores, J; Nieuwenhuyse, A; Pezo, D; Piniero, M. 2010. ¿Cómo trabajar con las familias ganaderas y las organizaciones de investigación y desarrollo para lograr una ganadería más sostenible y productiva? Las experiencias del proyecto CATIE-

- Norad/Pasturas Degradadas con procesos de aprendizaje participativo en Centroamérica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 124 p. (Serie técnica. Informe técnico no. 3819).
- André, G; Engel, P. Berentsen, T; Vellinga, and Lansink, O. 2011. Quantifying the effect of heat stress on daily milk yield and monitoring dynamic changes using an adaptive dynamic model. *Journal of Dairy Science* 94(9): 4502-4513.
- Anzures, O; Macías, C; Álvarez, V; Correa, C; Díaz, M; Hernández, R; Avendaño, R. 2015. Efecto de época del año (verano vs. invierno) en variables fisiológicas, producción de leche y capacidad antioxidante de vacas Holstein en una zona árida del noroeste de México. *Archivos de medicina veterinaria* 47(1):15-20. Disponible en <https://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2015000100004>
- Arias, R; Mader, L; y Escobar, P. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche (en línea). *Archivos de medicina veterinaria* 40(1):7-22. Consultado 1 nov. 2016. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301-732X2008000100002&script=sci_arttext
- Arias, R; and Mader, T. 2011. Environmental factors affecting daily water intake on cattle finished in feedlots. *J. Anim. Sci.* 89:245-251.
- Argeñal, F. 2010. Variabilidad climática y cambio climático en Honduras. Honduras, PNUD-SERNA. 84 p.
- Atrian, P; Shahryar, H. 2012. Heat stress in dairy cows (a review). *Research in Zoology* 2:31-37.
- Bachman, K. 1992. Managing milk composition. In Wilcox, CJ; Van Horn, HH (eds.). *Large dairy herd management*. American Dairy Science Assn., Champaign, IL. p. 336-346.
- Banco Mundial. 1010. Informe sobre el desarrollo mundial: Desarrollo y cambio climático, panorama general: un nuevo clima para el desarrollo. Washington, DC. 60 p.
- Barrios, C. 2008. Estudio de mercado de productos pecuarios en tres zonas piloto del Proyecto Desarrollo Participativo de Alternativas de Uso sostenible de la tierra Para Áreas de Pasturas degradadas en América Central (CATIE/NORUEGA-Pasturas Degradadas). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 108 p. Serie técnica. Informe técnico no. 371. Consultado 7 mar. 2016.
- Beerda, B; Ouweltjes W; Ebek L, Windig J; Veerkamp R. 2007. Effects of genotype by environment interactions on milk yield, energy balance, and protein balance. *J. Dairy Sci.* 90:219-228.
- Calderón, A; García, F. y Martínez, G. 2006. Indicadores de calidad de leches crudas en diferentes regiones de Colombia. *Revista MVZ Córdoba* 11(1):725-737. Consultado 5 dic. 2017. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-02682006000100006&lng=en&tlng=es.
- Cerón J; y Correa J. 2005. Factores nutricionales que afectan la composición de la leche. In Pabón Restrepo, M; Londoño, J. *Bioquímica, Nutrición y Alimentación de la Vaca*. p. 229-261.
- Cerqueira, J; Araújo, J; Blanco-Penedo, I; Cantalapiedra, J; Silvestre, A; Silva, S. 2016. Predicción de estrés térmico en vacas lecheras mediante indicadores ambientales y fisiológicos *Archivos de Zootecnia* 65(251):357-364. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/495/49549092012.pdf>
- Cedeño, A. 2011. Efecto del estrés calórico en el bienestar animal, una revisión en tiempo de cambio climático. N° 1. Vol 2. 11p.
- COHEP (Consejo Hondureño de la Empresa Privada). 2013. Situación actual y perspectivas del rubro de la leche y derivados (en línea. Consultado 31 jul. 2017. Disponible en

- http://www.cohep.com/contenido/biblioteca/portaldoc480_3.pdf?3fe9382af3e55967c407e9cb65c3bc61
- COHEP (Consejo Hondureño de la Empresa Privada). 2015. Honduras es el país con mayor aporte del sector agrícola al PIB (en línea). Consultado 29 may. 2018. Disponible en <http://www.cohep.com/noticias-/honduras-es-el-pais-con-mayor-aporte-del-sector-agricola-al-pib-noticia-766.html>
- Craine, J; Elmore, AJ; Olson, KC; Tolleson D. 2010: Climate change and cattle nutritional stress. *Global Change Biology* 16(10):2901-2911.
- Cruz, J. 2010. Efecto de la cobertura arbórea en potreros y el estado de lactancia, sobre el comportamiento diurno de ganado doble propósito manejado bajo pastoreo en el trópico sub-húmedo. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 115 p.
- Das, R; Sailo, N; Verma, P; Bharti, J; Saikia, I; Kumar, R. 2016. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. *Vet. World* 9(3):260-268.
- Duguma, B; Kechero, Y; Janssens J. 2012. Productive and Reproductive Performance of Zebu X Holstein-Friesian Crossbred Dairy Cows in Jimma Town, Oromia, Ethiopia. *Global Veterinaria* 8(1):67-72.
- FAOSTAT. 2007. United Nations Food and Agriculture Organization (en línea). Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/?#search/honduras>.
- FAWEC (Farm Animal Welfare Education Centre). 2015. Efecto del estrés por calor en la producción de las vacas de leche: Una visión práctica (en línea). Consultado 8 ago. 2017. (Ficha Técnica sobre Bienestar de Animales de Granja no. 12). Disponible en https://www.fawec.org/media/com_lazypdf/pdf/fs12-es.pdf
- García, A; Wright, C. 2007. Efectos del Medio Ambiente Sobre los Requerimientos Nutricionales del Ganado en Pastoreo. Extension Extra. Paper 540. Disponible en http://openprairie.sdstate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1539&context=extension_extra
- Gorniak, T; Meyer, U; Südekum, K-H; Dänicke, S. 2014. Impact of mild heat stress on dry matter intake, milk yield and milk composition in mid-lactation Holstein dairy cows in a temperate climate. *Archives of Animal Nutrition* 68(5):358-369. Disponible en <https://doi.org/10.1080/1745039X.2014.950451>
- Grant, R. 2012. Economic benefits of improved cow comfort. s. l. Novus.
- Heeschen, W; Reichmuth J. 1995. Mastitis: influence on qualitative and hygienic properties of milk. In Proceedings of the Third IDF International Mastitis Seminar (3, 1995, Tel-Avid, Israel). Saran, A; Soback, S (eds.). Proceedings. Beit-Dagan, Israel, National Mastitis Reference Center, Kimron Veterinary Institute. Hidalgo, B. 2014. Los impactos del cambio climático en el sector agropecuario hondureño. Perspectivas del desarrollo (en línea). 18 p. Disponible en <https://www.lamjol.info/index.php/RPDD/article/download/1318/1144>
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2013. Censo de XVII población y vivienda 2013. Información del municipio (en línea). Consultado 23 nov. 2016. Disponible en <http://www.redatam.org/binhnd/RpWebEngine.exe/Portal?BASE=MUNDEP18&lang=ESP>
- ICF (Instituto de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas protegidas y vida silvestre); TNC (The Nature Conservancy). 2009. Plan de manejo del área hábitat/Especie del Colibrí

- Esmeralda Hondureño *Amazilia Luciae*. Disponible en <http://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2015/09/AP-Plan-de-Manejo-CEH.pdf>
- INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria). 2013. Monitoreo semanal de estrés calórico. Boletín electrónico del INTA Rafaela1(6). Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_boletin_nro6_22enero13_eea_rafaela.pdf
- Jansen, J; Dikmen, S; Sakatani, M. y Dahl, E. 2016. Cooling Strategies During Heat Stress. (en línea). Disponible en <http://articles.extension.org/pages/64385/estrategias-de-enfriamiento-durante-el-estr-s-por-calor>.
- Johnson, H. 1987. Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production of livestock. *In* Johnson, HD (ed.). *Bioclimatology and Adaptation of Livestock*. Amsterdam, Netherlands, Elsevier Scientific Publication. p. 2-26.
- Kendall, E; Webster, J. 2009. Season and physiological status affects the circadian body temperature rhythm of dairy cows. *Livest. Sci.* 125(2-3):155–160. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2009.04.004>
- Key, N; Sneeringer and Marquardt, D. 2014. Climate change, heat stress and U.S. dairy production. ERR-175, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service.
- Kibler, H. 1964. Environmental physiology and shelter engineering. LXVII. Thermal effects of various temperature-humidity combinations on Holstein cattle as measured by eight physiological responses. Columbia, United States of America, University of Missouri. (Research bulletin Research bulletin (University of Missouri. Agricultural Experiment Station), No 862. Disponible en <https://mospace.umsystem.edu/xmlui/handle/10355/58200>
- Kreft, S; Eckstein, D; Junghans, L; Kerestan C; and Hagen, U. 2015. Global Climate Risk Index. Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2013 and 1994 to 2013. Bonn, Germany, Germanwatch.
- Margariños, H. 2001. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Guatemala, Guatemala, Producción y Servicios Incorporados S.A.
- Martínez, Melo, J; Jordán, H; Torres, V; Guevara, G; Hernández, N; Brunett, L; Fontes, D; Mazorra, C; Lezcano, Y; Cubillas, N., 2011. Classification of dairy units belonging to the basic units of cooperative production in Ciego de Avila, Cuba. *Cuban J. Agr. Sci.*, 45(4):373-380.
- Moghaddam, A; I. Karimi, y M. Pooyanmehr. 2009. Effects of short-term cooling on pregnancy rate of dairy heifers under summer heat stress. *Vet. Res. Commun.* 33(6):567-575.
- Murphy, M. 1992. Water Metabolism of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 75(1):326-333. Consultado 29 nov. 2017. Disponible en [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(92\)77768-6](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)77768-6)
- Nardone, A; Ronchi, B; Lacetera, N; Ranieri, M. S; Bernabucci, U. 2010. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science* 130(1-3):57–69.
- Niang, I; Ruppel, C; Abdrabo, A; Essel, A; Lennard, C; Padgham, J; Urquhart, P. 2014. Africa. *In* Barros, VR; Field, CB; Dokken, DJ; M.D. Mastrandrea, MD; Mach, KJ; Bilir, TE; Chatterjee, M; Ebi, KL; Estrada, YO; Genova, RC; Girma, B; Kissel, ES; Levy, AN; MacCracken, S; Mastrandrea, PR; White, LL(eds.). *Climate change 2014: Impacts, adaptation, and vulnerability. Part B: Regional aspects. Contribution of Working Group*

- II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge (Reino Unido) y Nueva York (EE. UU.), Cambridge University Press.
- Nickerson, C. 2014. Management strategies to reduce heat stress, prevent mastitis and improve milk quality in dairy cows and heifers. UGA Extension Bulletin. Disponible en <http://extension.uga.edu/publications/detail.cfm?number=B1426>.
- NRC (National Research Council). 1971. Nutrients Requirements of goats. Washington DC, United States of America, National Academy Press.
- Noordhuizen, J; Bonnefoy, JM. 2015. Heat stress in dairy cattle: Major effects and practical management measures for prevention and control. *SOJ J. Vet. Sci.* 1(1): 1-7.
- Panadero, A. 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria* N.º 19. 113-122.
- PEDM (Plan Estratégico de Desarrollo Municipal). 2016. Municipalidad de Olanchito, Departamento de Yoro, Honduras, C.A. 2012.
- Suárez, G; Sánchez, WJ. 2012. Desastres, Riesgo y Desarrollo en Honduras. Delineando los Vínculos entre el Desarrollo Humano y la Construcción de Riesgos en Honduras. s. l., PNUD. Disponible en http://www.undp.org/content/dam/honduras/docs/publicaciones/Desastres_Riesgo_y_De_sarrollo_en_Honduras.pdf
- Ravelo, C; Sanz, R; Douriet, C. 2014. Detección, evaluación y pronóstico de las sequías en la región del Organismo de Cuenca Pacífico Norte, México. *Agriscientia* 31(1):11-24.
- Renaudeau, D; Gourdine, J; St-Pierre, N. 2014. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 89:2220-2230.
- Renna, M; Lussiana, C; Malfatto, V; Mimosi A and Battaglini, M. 2010. Effect of exposure to heat stress conditions on milk yield and quality of dairy cows grazing on Alpine pasture. 9th, 2010, Vienna, Austria). *Proceedings. European IFSA* pp: 1338-1348.
- Reece, W. 2009. Body heat and temperature regulation. *In* Reece, WO (ed.). *Functional Anatomy and physiological of domestic animals*. 4th edition. Iowa, United States of America, Wilwy-Blakwell.
- Rejeb, M; T. Najar and M.B. M'Rad, 2012. The effect of heat stress on dairy cow's performance and animal behaviour. *Int. J. Plant Anim. Environ. Sci.* 2(3): 29-34.
- Roche, JR; Turner, LR; Lee, JM; Edmeades, DC; Donaghy, DJ; Macdonald, KA; Penno, JW; Berry, DP. 2009. Weather, herbage quality and milk production in pastoral systems. 4. Effects on dairy cattle production. *Animal Production Science* 49(3):222-232. Disponible en <http://www.publish.csiro.au/paper/EA07310>
- Rust, J; Rust, T. 2013. Climate change and livestock production: A review with emphasis on Africa. *South African Journal of Animal Science* 43(3):256-267. Disponible en http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-15892013000300004&nrm=iso
- Rhoads, L; Rhoads, P; VanBaale, J; Collier, J; Sanders, R; Weber, J; Crooker, A; Baumgard, H. 2009. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of Dairy Science* 92(5):1986-1997. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030209705132>

- Sánchez, B. 2014. Sistemas silvopastoriles en Honduras una Alternativa para mejorar la ganadería. Tegucigalpa, Honduras, FAO. 36 p.
- Santana, Jr. L; Bignardi, B; Pereira, J; Menendez-Buxadera, A; El Faro. L. 2016. Random regression models to account for the effect of genotype by environment interaction due to heat stress on the milk yield of Holstein cows under tropical conditions. *J. Applied Genet.*, 57(1):119-127.
- SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente de Honduras). 2012. Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de Honduras ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (en línea). Tegucigalpa, Honduras. 42 p. Consultado 5 ago. 2016. Disponible en <http://cambioclimaticohn.org/uploaded/content/category/864862627.pdf>
- Sepúlveda, C; Ibrahim, M. 2009. Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. 1 Turrialba, Costa Rica, CATIE. 292 p. (Serie técnica. Informe técnico no.377).
- Solymosi, N; Torma, C; Kern, A; Maróti-Agóts, Á; Barcza, Z; Könyves, L; Berke, O; Reiczigel, J. 2010. Changing climate in Hungary and trends in the annual number of heat stress days. *International Journal of Biometeorology* 54(4):423-431. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0293-5>
- Spiegel, M; Fels-Klerx, J; Marvin, P. 2012. Effects of climate change on food safety hazards in the dairy production chain. *Food Research International* 46(1):201–208.
- Stokes, R; Waldner, N; Jordan, R; Loope L. 2012. Managing Milk Composition: Evaluating Herd Potential (en línea). Disponible en <http://aglifesciences.tamu.edu/animalscience/wp-content/uploads/sites/14/2012/04/dairy-managing-milk-composition.pdf>
- Spiers, E; Spain, N; Sampson, D; Rhoads, P. 2004. Use of physiological parameters to predict milk yield and feed intake in heat-stressed dairy cows. *J. Thermal Biol.* 29(7-8):759-764.
- Shearer, K; Bray, D. 1995. Manteniendo la salud de la ubre y la calidad de la leche durante periodos calurosos. *Hoard's Dairyman (Abstract)* 1(7):643.
- Tapki, I; Azahin A. 2006. Comparison of the thermo regulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. *Applied Animal Behaviour Science* 99(1-2):1-11.
- Terry, L. 2011. Prediction of the productive performance of livestock under conditions of stress due to mud, rain and wind. XXII Conference of Agricultural Extension UC Temuco.
- Tucker, C; Rogers, A; Shutz, K. 2008. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Journal of Applied Animal behaviour science.* 109(2-3):141-154.
- Thornton, K; Jones, G; Alagarswamy, G; Andresen, J. 2009. Spatial variation of crop yield response to climate change in East Africa. *Global Environmental Change* 19(1):54-65.
- Valtorta, S; Gallardo, M. 1996. El estrés por calor en producción lechera. *In* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 173-185. Argentina. (Miscelánea N°81).
- Val-Arreola, D; Kebreab, E; Mills, JAN; Wiggins, SL; France, J. 2004. Forage production and nutrient availability in small-scale dairy systems in central Mexico using linear programming and partial budgeting. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 69(3):191–201.
- Yang, W; Beauchemin, K. 2007. Altering physically effective fiber intake through forage proportion and particle length: chewing and ruminal pH. *J Dairy Sc* 90(6): 2826-2838.

- Yousef, K. 1985. Heat production mechanism and regulation. *In* Yousef, KJ (ed.). Stress physiology in Livestock. Vol 1. Basic Principles. Florida, United States of America, CRC Press. p. 175-194.
- 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.
- WingChing-Jones, R; Chaves, E. 2014. Condiciones ambientales y calidad de la leche cruda de un hato Jersey especializado en el trópico húmedo de Costa Rica. *Cuadernos de Investigación UNED* 7(2):165-171.
- Zimbelman, R.B; Rhoads, RP; Rhoads, ML; Duff, GC; Baumgard, LH; Collier, RJ. 2009. *In* Collier, RJ. A re-evaluation of the impact of temperature humidity index (THI) and black globe humidity index (BGHI) on milk production in high producing dairy cows. *Proceedings of the Southwest Nutrition Conference*. Arizona, United States of America, University of Arizona. p. 158-169.

CAPÍTULO III

Artículo II: Identificar y priorizar conjuntamente con productores de fincas estratificadas, las prácticas que implementan para reducir los efectos de la variabilidad climática y analizar el costo-beneficio para los ganaderos del municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

12. Resumen

Las tendencias del cambio climático y la probabilidad creciente de nuevos cambios hacen que sea urgente adoptar prácticas y/o tecnologías que contribuyan a la resiliencia en las fincas lecheras. Existen medidas con gran potencial para mejorar los aspectos socioeconómicos y ambientales que reflejan beneficios sustanciales bajo variaciones climáticas. Mediante talleres de participación (4) con productores (n=61) asociados a CREL (Centros de recolección y enfriamiento de leche) ubicados en diferentes zonas del municipio de Olanchito (alta, media y baja) se elaboró un catálogo de 22 buenas prácticas (BP) con un tiempo de implementación ≥ 5 años y llevadas a cabo por $\geq 20\%$ de los ganaderos. Se priorizaron y evaluaron el 50% de ellas con base a criterios de productividad, adaptación y mitigación. Las BP priorizadas se clasificaron en buenas prácticas silvopastoriles (SSP), buenas prácticas de manejo (BPM) y buenas prácticas de infraestructura (BPI). De este total de prácticas se seleccionaron las pasturas mejoradas, cercas vivas, pastos de corte, división y rotación de potreros, mejoramiento genético, salas de ordeño y ordeño limpio) para ser analizadas económicamente. Las fincas que implementaban las BP seleccionadas se clasificaron en pequeñas y medianas de acuerdo con el número de cabezas de ganado y hectáreas disponibles para la ganadería. Esto permitió realizar un análisis financiero comparativo entre zonas, tipología de prácticas y tipología de fincas. Utilizando una tasa real de descuento de 4%, los indicadores financieros utilizados (B/C, VAN, TIR) mostraron que las fincas pequeñas tuvieron la tasa de rentabilidad más alta en comparación a las medianas. Fincas ubicadas en la zona media tuvieron el VAN/ha (US\$ 917,6/ha) más alto que las ubicadas en la zona alta y montañosa. Las fincas ubicadas en la zona alta invirtieron 24% más que el resto en piensos para la alimentación al contar con épocas secas prolongadas y reducción de precipitaciones. El conjunto de fincas agrupadas como SSP demostraron tener los márgenes de ganancias (US\$981/ha), el retorno de inversión más alto (1,3) y menores costos (23%) en comparación con aquellos hatos aglomerados en BPM y BPI, debido a la incorporación de recursos endógenos que permiten reducir la compra de insumos externos. Las tecnologías priorizadas y analizadas en este artículo apuntan a mejorar la seguridad alimentaria, adaptación y mitigación de GEI.

Palabras clave: sostenibilidad, impactos climáticos, estrategias, ganancias netas.

13. Introducción

La ganadería es uno de los sistemas productivos más importantes por su contribución a la seguridad alimentaria de más de un billón de personas a nivel mundial (Acosta y Díaz 2014; FAO 2014) y constituye el motor fundamental del desarrollo económico de los países en vía de desarrollo. A lo largo del istmo centroamericano el área de pasturas abarca un área cercana a los 13,2 millones de hectáreas (Pezo 2009), contribuye al 1,3% del producto interno bruto regional (PIB) convirtiéndose desde el punto de vista económico en el sector agropecuario y medio de vida más importante (Acosta y Díaz 2014).

En Honduras, el sector pecuario favorece la generación de más de cuatrocientos mil empleos directos activando la economía y contribuyendo con aproximadamente el 13% del PIB agropecuario (Sánchez 2014). Sin embargo, el sistema ganadero predominante es de tipo extensivo o tradicional implementado por más de 350 mil familias productoras (Aguilar *et al.* 2010). El manejo se caracteriza por ser deficiente que ocasiona la degradación de suelos por efectos del sobrepastoreo y malas prácticas de manejo como quemas, tratamiento inadecuado de los residuos sólidos y líquidos (SERNA 2012; Sánchez 2014), las cuales se acentúan con procesos de deforestación que son recurrentes, lo cual da como resultado una baja rentabilidad en las fincas (Swisscontact 2014) e inestabilidad en la producción.

Los riesgos asociados al clima se encuentran intrínsecamente relacionados con el sistema de producción ganadera (Riera y Pereira 2013). El sector pecuario emite gases de efecto invernadero (metano 14,5% y óxido nitroso 7,2%) (SERNA 2012; Sánchez 2014), pero a su vez, la variabilidad climática repercute en aspectos que tienen que ver con la disponibilidad de alimento (Craine *et al.* 2010, Hatfield *et al.* 2011, Izaurralde *et al.* 2011), agua, peso y salud de los animales y producción (Collier y Zimelman 2007), lo que tiene consecuencias en la calidad de la leche (Nardone *et al.* 2010). Por consiguiente, se estima un aumento en los costos de alimentación, problemas reproductivos y aumento de enfermedades transmitidas por vectores (Rust y Rust 2013).

Según el informe de brecha de adaptación publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNEP 2016), los países en desarrollo necesitarán entre 140 y 300 mil millones de dólares por año hasta el 2030 para adaptarse al cambio climático. Ante este panorama se requiere fomentar el manejo sostenible de la actividad pecuaria con la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP) y buenas prácticas ganaderas (BPG), tecnologías que han sido evidenciadas por los beneficios económicos y ambientales que proveen apoyando en la reducción de riesgos a nivel de finca. El presente artículo presenta la percepción de los ganaderos en cuanto a la variación climática, los impactos generados por la actividad productiva, las prácticas y/o tecnologías utilizadas más importantes para prevenir y mitigar los efectos adversos y los costos y beneficios que estas brindan permitiendo descubrir su contribución a la rentabilidad de los hatos. Así mismo incluye información de la estimación de los beneficios económicos de la implementación de las tecnologías.

14. Materiales y Métodos

14.1 Ubicación y descripción del área de estudio

El estudio fue realizado en Olanchito, el segundo municipio más extenso (2028 km²) (INE 2013) del departamento de Yoro, Honduras. Está ubicado en la región agroindustrial del norte del país, entre las coordenadas 15°29'00" N y 86°35'00" W y rodeado al norte por la cordillera de Nombre de Dios y al sur por la Sierra de la Esperanza, prolongación de la de Sulaco y en el centro la parte alta y media del Valle del río Aguan (PEDM 2012).

En Olanchito se pueden diferenciar dos zonas de vida: la de la margen izquierdo y derecho del Aguán (zona media del valle) que se caracteriza por tener un clima húmedo tropical (PEDM 2012). La humedad relativa (HR) varía entre el 76% y 92% siendo más alta en los meses de octubre y noviembre. La precipitación media mensual oscila entre los 87 mm y 554 mm, alcanzando un acumulado anual de 3533mm. Los meses menos lluviosos son diciembre, enero, febrero y marzo con precipitaciones mensuales entre 86 mm y 155 mm. La temperatura promedio mensual se mantiene agradable la mayor parte del año con variaciones que oscilan entre 19,7°C y 23,9°C. Las temperaturas más bajas corresponden a los meses de diciembre, enero y febrero y las más cálidas se dan entre abril y septiembre.

En la parte alta del valle predomina un ecosistema muy seco tropical, siendo este el ecosistema boscoso de más alta prioridad en términos de conservación a nivel centroamericano gracias al endemismo de su flora, fauna y presiones antrópicas a las que es sometido. La HR varía entre 81% y 95% siendo más baja en abril y más alta en noviembre. La temperatura promedio mensual oscila entre 25°C y 29°C. Los meses más secos son enero, febrero, marzo y abril; los últimos dos meses son los más inclementes (ICF-TNC 2009) con temperaturas máximas que alcanzan los 36°C. Los niveles de precipitación mensual para esta zona fluctúan entre 14 mm y 148 mm alcanzando un acumulado anual de 1050 mm, una diferencia de 54% con respecto al trópico húmedo. Las lluvias ocurren con mayor intensidad en los meses de octubre y noviembre con precipitaciones que oscilan entre 117 mm y 147 mm. La diferencia climática marcada en el municipio con respecto a las dos zonas descritas en este documento se debe a la Sierra Nombre de Dios, que actúa como pared a la humedad proveniente del Litoral Atlántico (ICF-TNC 2009). Debido a esto es que la zona seca tiene un régimen propio del Caribe, pero con pocas precipitaciones.

En la parte alta del valle pese al tipo de clima predominante y la poca precipitación (ICF-TNC 2009), los suelos son fértiles. Contrariamente, en el sur del municipio en dirección a la parte baja del valle, las tierras son húmedas, franco arcillosas y profundas, y se caracterizan por ser inundables. En la zona compuesta por el margen izquierdo y derecho del río Aguán, las tierras son altamente productivas, mantienen humedad y pueden brindar dos cosechas de pasto al año sin problemas (PEDM 2012).

Como actividad económica, la producción ganadera ocupa el primer lugar entre las actividades locales (ICF-TNC 2009), con un promedio de 40 millones de litros de leche producidos anualmente que son vendidos a empresas como Leche y Derivados de Honduras (LEYDE), Lácteos de Honduras S.A. (LACTHOSA) y procesadoras artesanales. Esta actividad genera gran cantidad de empleos en todos los niveles de la cadena productiva, mejorando el nivel de ingreso de las familias. Por otro lado, los productores diversifican su producción con cultivos de granos básicos, hortalizas, palma africana, cítricos, sorgo, pequeñas cantidades arroz y especies como cerdos, gallinas, cabras y ovejas entre otros. La producción de granos básicos (maíz y frijoles) es considerada como la segunda actividad económica más importante, seguida por la producción de banano, plátano, sandía y yuca (PEDM 2012).

Los sistemas de producción ganadera pueden verse diferenciados. Por ejemplo, hay zonas con hatos de doble propósito; en las zonas secas predomina el ganado con más sangre cebú y un poco más orientado a carne, mientras que las vegas del río Aguan tienen más énfasis lechero. La expansión ganadera en el municipio conlleva a que grandes productores compren tierras a otros que producen menos, o bien el establecimiento de la actividad en suelos con uso potencial restringido como zonas donde las pendientes son muy pronunciadas (Barrios 2008).

El desarrollo de la actividad pecuaria permitió el establecimiento de centros de recolección y enfriamiento de leche (CREL) a partir del 2004, cuya función principal es mantener en condiciones de temperatura e higiene aceptables la leche cruda para posteriormente ser entregada a la industria. Además, facilitan la asociatividad y organización de los productores (en su mayoría pequeños y medianos), los cuales se asocian a cada centro de acopio dependiendo de la distancia con las fincas ya que, mejores condiciones de accesibilidad les permite un menor tiempo entre el ordeño y la entrega de la leche (Barrios 2008). En términos generales, el desarrollo de la ganadería en el municipio ha pasado de producir artesanalmente a insertarse en la cadena agroindustrial láctea pasteurizadora a nivel nacional, que, en comparación con el sector artesanal, recibe ingresos más altos. Sin embargo, la oferta de leche es marcadamente estacional, lo que quiere decir que experimenta drásticas reducciones en la época seca, pero también cuando los inviernos son copiosos y viene acompañados de periodos de nubosidad largos, debido a que la oferta forrajera y los ciclos reproductivos son afectados por sequías o excesos de humedad (Barrios 2008).

14.2 Tamaño y selección de la muestra

Al inicio de la investigación se visitaron centros de recolección y enfriamiento de leche activos y distribuidos en diferentes zonas (alta, media y montañosa) del municipio de Olanchito. El objetivo de la visita fue presentar y explicar el trabajo de investigación a realizar, obtener las coordenadas geográficas de cada centro de acopio, el número de socios productores y datos históricos de producción y calidad láctea. Se obtuvo una lista de 18 centros (10 en la parte alta del valle, 6 en la media y 2 en la montañosa), con un promedio de 20 productores por CREL para un total de 364 afiliados. Los datos de producción y calidad no fueron brindados; ante esta limitante se le solicitó permiso al presidente de cada centro de acopio para proceder a pedirla en la industria Leche y Derivados de Honduras (LEYDE). Una vez obtenida la información se identificaron los

centros con mayor producción de acuerdo con la zona. Posteriormente se seleccionaron 4, uno en la montaña, uno en la zona media del valle y dos en la zona alta ya que es donde se concentra la mayoría de los productores para poder implementar talleres de trabajo (Cuadro 2).

De la lista total de productores (130) de los centros seleccionados con mayor producción, se seleccionó una muestra al azar del 50% (65), distribuida proporcionalmente al número de socios de cada centro para participar en los talleres. La muestra seleccionada es considerada suficientemente grande de acuerdo con el teorema central del límite que establece 30 o más (Di Rienzo *et al.* 2011). Sin embargo, se hizo presente el 47% (61) de los productores convocados, por lo cual la muestra varió entre 30 y 20 personas por taller. En cada taller se hizo una presentación donde se profundizó en el trabajo de investigación a realizar, se hizo una nivelación de conceptos y se aplicó una entrevista semiestructurada (Anexo 1) con el objetivo de identificar y priorizar las buenas prácticas que los productores implementan en sus fincas para hacerle frente a la variación climática. De la lista total de buenas prácticas, 11 se consideraron de mayor importancia y de éstas se seleccionó el 64% (7) para ser analizadas económicamente. Esta selección se basó en criterios como tiempo y recursos económicos para llevar a cabo el proceso de análisis.

Cuadro 2: Crel y muestra de productores seleccionados para participar en los talleres de de trabajo, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

CREL	Zona	Nº de productores	Muestra
Salvador Figueroa	Media	22	15
Andino Munguía	Alta	25	13
Bustillo Martínez	Alta	27	13
Acosta Oseguera	Montaña	56	20
Total	4	130	61

De la suma de frecuencias, usos o implementaciones de todas las prácticas seleccionadas para realizar el análisis económico (212), se definió una muestra del 30% (64) que se distribuyó por tipología de fincas (pequeña, mediana y grande) y por zonas (alta, media y montañosa). Esto permitió que las prácticas se encontraran distribuidas de la manera siguiente (Cuadro 3):

- 18 en fincas pequeñas, 43 en fincas medianas y 3 en fincas grandes
- 22 en la zona alta, 22 en la zona media y 20 en la zona montañosa
- 3 prácticas de pastos de corte, 7 de pasturas mejoradas, 8 de cercas vivas, 6 de mejoramiento genético, 13 de ordeño limpio, 13 de división y rotación de potreros y 14 de salas de ordeño.

Cuadro 3: Prácticas distribuidas por tipología de fincas y zonas para la realización del análisis económico (n=64), municipio de Olanchito, Honduras

Tipología	PC			PM			CV			MG			OL			DRP			SO			Total
	Al	Me	Mo	Al	Me	Mo	Al	Me	Mo	Al	Me	Mo										
Pequeña	-	1	-	-	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	18
Mediana	1	-	1	2	2	1	1	1	2	1	2	1	4	3	3	4	1	3	4	4	2	43
Grande	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	3
Total	3			7			8			6			13			13			14			64

Prácticas: PC: pastos de corte, PM: pasturas mejoradas; CV: cercas vivas, MG: mejoramiento genético, OL: ordeño limpio, DRP: división y rotación de potreros, SO: salas de ordeño

Zonas: Al: alta, Me: media, Mo: montañosa

(-): no hay fincas que la implementan.

Tipología de fincas: clasificación realizada según el número de cabezas y el tamaño de la explotación ganadera (INE 2008)

14.3 Metodología

Para la obtención de la información se utilizó una metodología basada en el marco de priorización de inversiones en agricultura sostenibles adaptadas al clima (MPASAC), utilizada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ubicado en Colombia (CCAFS 2015). La herramienta comprende cuatro fases que involucran procesos participativos e integración de actores claves: i) identifica una lista larga de prácticas implementadas, ii) prioriza las más importantes, iii) analiza el costo beneficio de opciones priorizadas y iv) desarrolla portafolios visualizando las oportunidades y las limitaciones de las prácticas analizadas. De acuerdo con la metodología, primeramente, se elaboró una lista larga de buenas prácticas ganaderas y silvopastoriles que estaban siendo utilizadas por los productores en la zona; luego se priorizaron las más importantes y se evaluaron según su aporte a la productividad de las fincas, adaptación a las variaciones del clima y mitigación de los efectos adversos provocados por esta. Posteriormente se elaboró una línea de tiempo en conjunto con los ganaderos para conocer los principales eventos climáticos y los impactos generados por estos en la producción ganadera durante la década 2007-2016 y, finalmente, se realizó un análisis financiero para evaluar la rentabilidad de las fincas según las prácticas priorizadas. Cada fase de la metodología se explica con detalle a continuación.

14.4 Recolección de datos

Fase I: Identificación preliminar de buenas prácticas implementadas

Se diseñó preliminarmente una encuesta semiestructurada (Anexo 1), que fue socializada con diferentes expertos de la actividad ganadera en la región de estudio. La encuesta semiestructurada se caracteriza por basar las respuestas en preguntas abiertas y otras cerradas (Hernández *et al.* 2010). El contenido enfatizó aspectos como la conservación de suelos, protección de las fuentes de agua, prácticas de ordeño, manejo del estiércol, alimentación y aspectos medioambientales, instalaciones pecuarias, bienestar animal, almacenamiento de insumos pecuarios y/o agrícolas e implementación de sistemas silvopastoriles.

Fase II: Identificación y priorización de buenas prácticas implementadas

Se realizaron talleres con participación de los productores ganaderos en las instalaciones de cada centro de acopio seleccionado de acuerdo con la zona y niveles de producción más altos. El taller permitió obtener información de un grupo de personas que comparten ciertas condiciones mediante una encuesta grupal que se desarrolla alrededor de una temática en específico (Escobar y Bonilla-Jiménez 2009). La encuesta utilizada permitió obtener información acerca de las características socioeconómicas del productor, información biofísica de la finca (topografía, número de cabezas por ható, número de litros producidos al mes, área total de la propiedad y área dedicada a la ganadería), percepción de la variabilidad climática y medidas prácticas y/o tecnologías que los productores están implementando para mejorar la resiliencia frente al cambio climático. Se priorizaron las prácticas que son utilizadas por al menos un 20% de los productores

durante un periodo mayor o igual a 5 años, que es el lapso requerido para recuperar la inversión que se realiza en las fincas (Villanueva *et al.* 2010).

Fase III: Identificación de eventos climáticos e impactos en la producción láctea

En cada taller de trabajo (Fase II) se organizaron grupos conformados por 4 o 5 personas para elaborar una línea de tiempo sencilla (Anexo 2). La construcción de esta línea permite identificar una lista de eventos claves tal cual los participantes los recuerden en el periodo de tiempo que se haya seleccionado, comenzando desde el más antiguo hasta el más nuevo (Geilfus 1997). Esto permitió conocer las variaciones en la producción lechera durante la década 2007-2016, así como los eventos climáticos extremos. Para esto se contó con el apoyo de una asistente quien fue ordenando y clasificando toda la información proporcionada por los productores.

Fase IV: Evaluación de las buenas prácticas priorizadas

A los mismos grupos de productores formados en la fase III, se les aplicó la encuesta estructurada que contenía la lista corta de prácticas priorizadas para ser evaluadas cualitativamente por ellos, con el fin de conocer su aporte a la productividad de las fincas, a la adaptación a la variabilidad climática y a prevenir o mitigar los efectos adversos del clima. Las preguntas que dieron respuesta a estos tres aspectos se plantearon utilizando un lenguaje claro de acuerdo con la realidad del sector ganadero y su relación con el clima. En el Cuadro 4 se muestra la lista de preguntas utilizadas y una escala de valoración que oscila entre 0 y 10 (10 es el máximo valor y el mayor aporte; 0 es el menor valor y el menor aporte) para medir el efecto de la práctica sobre los tres aspectos considerados.

Cuadro 4: Preguntas utilizadas para la evaluación de las prácticas priorizadas por los productores para medir su aporte a la productividad de sus fincas, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras.

Aspecto evaluado	Preguntas	Evaluación
Productividad	¿Tiene efecto sobre el aumento o reducción de la producción de leche?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	¿Contribuye a mejorar los ingresos de la familia?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Adaptación	¿Los insumos o recursos para implementarla son de fácil acceso?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	¿Contribuye a enfrentar sequías, altas temperaturas y/o inundaciones?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	¿Contribuye con el uso eficiente del agua?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	¿Considera que promueve la diversidad de animales y plantas en la finca?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	¿Tiene impacto sobre el control de plagas y enfermedades?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	¿Tiene efecto sobre la calidad y protección del suelo?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
Mitigación	¿Tiene impacto sobre la reducción de gases que contaminan la atmósfera?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
	¿Contribuye con el uso eficiente de agroquímicos?	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Fase V: Análisis económico de prácticas priorizadas

Para el análisis económico se identificaron fincas que implementaron algunas de las prácticas priorizadas. Se levantó información de costos (fijos y variables) e ingresos derivados de la actividad ganadera. Para ello se diseñó y aplicó una encuesta semiestructurada (Anexo 3).

Los ingresos por finca fueron calculados tomando en cuenta dos factores: la producción de leche anual y venta de animales. El primero es el resultado de multiplicar la cantidad de litros de leche producidos diariamente por el precio pagado por litro. Los ingresos por venta de animales se calcularon multiplicando cada cabeza de ganado vendida por el precio correspondiente al tipo de animal. La venta de ganado por lo general corresponde a animales de descarte (animales con deficiencias) y terneros destetados entre los 3 y 18 meses. Los ingresos o beneficios monetarios de las buenas prácticas de mitigación y adaptación seleccionadas para este análisis no fueron valorados en forma separada debido a limitaciones de información a nivel de fincas, se dieron por incluidos en la valoración de los ingresos generados por la producción de leche en cada finca y en la apreciación bibliográfica del conjunto de beneficios ambientales atribuidos al manejo sostenible de los sistemas de producción lechera.

Los costos de producción involucran los costos variables y fijos que se generan en cada finca. Los costos fijos son los que no varían independientemente de los niveles de producción porque se derivan de inversiones que tienen una vida útil de varios años, tal es el caso de maquinarias y equipos, inversiones fijas en infraestructura (cosechas de agua, galeras, corrales, bodegas, salas de ordeño, salas de espera, división de potreros, cercas vivas, pasturas mejoradas etc.). Además, involucra gastos permanentes como la mano de obra fija en la finca, gastos administrativos y el pago de impuestos por bienes e inmuebles (Gómez *et al.* 2001). Los costos variables varían de acuerdo con los niveles de producción (Horngren *et ál.* 2007). Por ejemplo, los gastos en manejo zoonosanitario, medicamentos, mano de obra eventual y el mantenimiento de cada una de las prácticas silvopastoriles (fertilizantes, herbicidas, etc.).

14.5 Análisis *ex ante*

El tipo de análisis utilizado en esta investigación (*ex ante*) se basa en las proyecciones futuras de costos e ingresos. Las evaluaciones económicas son una forma de comprender mejor el impacto que puede generar una práctica, así como su adopción bajo condiciones cambiantes, por ejemplo, el efecto del cambio climático (Daigneault *et al.* 2016). Este análisis sirve para que los tomadores de decisión evalúen las medidas de inversión (Birol *et al.* 2010) y para que los productores mejoren la resiliencia de su actividad (Dittrich *et al.* 2016).

Para la construcción del análisis se elaboró un desarrollo biométrico o una proyección de los hatos en la que se cuantifica las compras, ventas, muertes de animales, entradas y salidas por concepto de venta de carne y leche, gastos en mantenimiento, alimentación, medicinas, etc. La proyección, para un periodo de seis años, se realizó partiendo de la información proporcionada por el encargado de cada finca encuestada, sin ampliar el área de pastoreo y manteniendo parámetros específicos de cada finca relacionados a tasas de descarte, índices de mortalidad, natalidad y

reemplazo para asegurar un crecimiento adecuado de acuerdo con los recursos con los que cuenta el productor. Las dietas y el manejo zootécnico se desarrollaron en función de la proyección; la inversión fija partió del supuesto de que fue realizada en el año uno, tomando en cuenta los patrones de manejo adoptados por cada productor en cada finca.

Finalmente, se evaluó la rentabilidad financiera mediante flujos de caja los cuales son un resumen de las entradas y salidas de efectivo durante la ejecución de la actividad ganadera (Horngren *et ál.* 2007), Se basaron en tres análisis comparativos: tipología de finca, zona climática y tipología de prácticas (SSP, BPM y BPI) utilizando los parámetros costos totales de producción e ingresos percibidos por la actividad pecuaria. La viabilidad de los análisis fue determinada por indicadores financieros como el valor actual neto (VAN), la relación beneficio/costo (B/C) y la tasa interna de retorno (TIR), utilizados por diferentes autores para determinar la rentabilidad en tecnologías alternativas de producción y conservación (Balana *et al.* 2012; Bizoza y De Graaff, 2012; Prabuddh y Suresh, 2014). La tasa de cambio utilizada fue de Lps 23,48 frente a 1US\$ de acuerdo con el Banco Central de Honduras (BCH 2017). Se trabajó con una tasa de descuento real del 4%, ya que las proyecciones y flujos de caja se trabajaron utilizando precios actuales netos de inflación; para su cálculo se utilizó la fórmula sugerida por Rose *et al.* (1989): $[(1+\text{tasa nominal}) / (1+\text{tasa de inflación})-1]$. En el Cuadro 5 se indican las fórmulas utilizadas para el análisis financiero.

Cuadro 5: Fórmulas de cálculo de los indicadores económicos para valorar la rentabilidad de la actividad ganadera de las fincas consideradas, municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

INDICADORES	Valor actual neto (VAN)	Relación beneficio/costo (B/C)	Tasa interna de retorno (TIR)
FÓRMULAS	$\text{VAN} = \frac{\sum (B_n - C_n)}{(1+i)^n}$	$\text{B/C} = \frac{\sum B_n / (1+i)^n}{\sum C_n / (1+i)^n}$	$\text{TIR} = \frac{B_n - C_n}{\sum \dots} = 0$ $(1+i)^n$

$B_n / (1+i)^n$ = Beneficios actualizados

$C_n / (1+i)^n$ = Costos actualizados

$(1+i)^n$ = Factor de actualización

i = Tasa de descuento anual

n = Años de proyección del flujo de caja

15. Resultados y discusión

15.1 Características de los Centros de recolección y enfriamiento de leche (CREL)

La industria de la leche en Honduras generalmente acopia el producto a través de los CREL; estos centros son intermediarios entre el productor y las plantas industriales. La industria fija precios de compra por cada litro de leche dependiendo del mercado, de la distancia de donde se encuentren los centros de acopio, del volumen de entrega y calidad de la misma (PYMERURAL y PRONAGRO 2010).

Tasa de descarte; Índice de mortalidad; natalidad y reemplazo; indicativos de manejo sanitario y/o reproductivo

B/C: índice para evaluar la rentabilidad de las inversiones

VAN: flujo incremental de beneficios netos generados por las alternativas que se comparan a lo largo de su ciclo de vida

TIR: tasa de descuento que hace que el VAN sea igual a 0

En el municipio de Olanchito, el 100% de los CREL conformados y en funcionamiento se encuentran en las zonas rurales, los productores llevan la leche cruda utilizando la tracción animal o vehículo y es almacenada en tanques de refrigeración. Dado que la leche es un producto altamente perecedero (Castillo 2015), las fincas de los productores asociados se encuentran relativamente cerca a cada centro, esto explica la cantidad de CREL (18) en la zona. El tamaño, así como el tipo de infraestructura varía de acuerdo con las condiciones de producción. Por ejemplo, sitios donde existe un gran número de productores organizados permiten que puedan ofrecer otros servicios como la venta de productos agropecuarios y heno a bajos costos en comparación con precios de mercado.

Como parte del control de higiene y calidad de la leche, cada CREL cuenta con un funcionario que hace las veces de receptor y administrador; es quien realiza al menos dos pruebas básicas y sencillas: de sedimentación y de alcohol. Para la primera utiliza un sedimentador que mediante discos de algodón detecta la presencia de impurezas en la leche. La segunda es positiva si al mezclar alcohol con la leche se observan partículas coaguladas de caseína (proteína de la leche), lo cual determina si se acepta o no el producto. Las razones de rechazo, por lo general, se asocian a problemas de higiene en el ordeño y al tiempo transcurrido entre este y la entrega de la leche al centro de acopio (Guerra *et al.* 2011). A mayor tiempo transcurrido, ocurre una mayor proliferación de bacterias causantes de la acidez (Nardone *et al.* 2010). Algunos centros de acopio cuentan con plantas de procesamiento para transformar la leche cruda que no cumple con las exigencias de la industria en subproductos como queso y mantequilla.

La conformación de los CREL en la zona ha traído beneficios al sector lechero del municipio. Por ejemplo, los técnicos de campo de LEYDE, empresa con mayor captación de leche en la zona, participan en un programa de asistencia técnica e imparten capacitaciones a los productores sobre buenas prácticas enfocadas en la calidad e higiene de la leche. Una buena calidad les asegura mejores ingresos, debido a que la empresa establece una diferenciación de precios entre la leche tipo “A”, que básicamente es de excelente calidad y se destina a productos con una mayor vida de anaquel y la leche tipo “B”, con menor vida de anaquel y por ende menor precio. Además, los productores tienen un mercado asegurado bajo contratos previamente establecidos, lo cual representa una situación ventajosa ya que por lo general las procesadoras artesanales no garantizan estabilidad en cuanto a compras o precios a lo largo del año y especialmente en la época de invierno (o mayor producción de leche).

15.2 Características socioeconómicas de los productores asociados a los centros de acopio

De acuerdo con las encuestas, el 97% de los asociados son pequeños y medianos productores con respecto a la muestra analizada (n=61). Estos productores se caracterizan porque generalmente tienen limitadas condiciones como lo son tamaño de la explotación, volúmenes de producción diaria, capacidad para invertir en tecnologías que resultan ser muy costosas y acceso (PYMERURAL y PRONAGRO 2010). El 3% restante lo integran productores grandes. Se infiere que la baja participación de estos en los centros de acopio se debe a la poca o nula necesidad de

intermediarios para comercializar la leche a la industria puesto que cuentan con el capital y capacidad instalada para realizar esta labor directamente.

Los pequeños y medianos productores que, como ya se mencionó, representan la mayoría, son los que menos producen, por lo que vale la pena promover tecnologías que contribuyan económicamente al reducir costos y aumentar los ingresos. En este sentido los SSP representan una excelente opción. Una contribución importante de estos al consumo familiar son los productos provenientes de los árboles (leña, madera, postes, frutos, etc.), destinados al autoconsumo y que generan ingresos no en efectivo generalmente no analizados por su difícil medición y, en muchos casos suele menospreciarse su rol dentro de la finca. Por ejemplo, un estudio realizado en la subcuenca del río Copán, Honduras, encontró que dentro de los principales usos de la cobertura arbórea en diferentes tipologías de fincas ganaderas (pequeñas, medianas y grandes) sobresale el uso de la leña con un consumo de 17 m³/año por finca, de los cuales un 70% provenía de los SSP. Otro uso importante fue el consumo de postes muertos, con alrededor de 256 postes/año, equivalentes a 28,5m³ de los cuales el 80% provenía de los SSP (Pérez *et al.* 2011). Cabe destacar que los beneficios dependerán del conocimiento y el acompañamiento técnico que tengan los productores ya que la selección de las buenas prácticas debe ser compatible con el sistema de producción ya sea de leche o carne (Braun *et al.* 2016), del tipo de sistema silvopastoril implementado, del tamaño, la intensidad, la inversión necesaria y de los costos de implementación del manejo y mantenimiento que se les brinde (Trujillo y Sepúlveda 2011).

15.3 Características de las fincas

El 56% de las fincas dedicadas a la producción ganadera son planas representando, en comparación con la muestra (n=61), lo cual podría explicar la vulnerabilidad de los terrenos con respecto a las inundaciones. Un 34% (21) es de topografía ondulada con elevaciones y depresiones de poca importancia (Conceptos topográficos 2007), y un 5% (3) se encuentra en laderas con vertientes de gran pendiente (Conceptos topográficos 2007). El sistema predominante se basa en monocultivos; un 29% utiliza un sistema semi-estabulado durante todo el año y un 12% hace una transición de pastoreo puro a semiestabulado en la época seca. De acuerdo con la genética, el 65% de los hatos tiene inclinación doble propósito (carne y leche), con un encaste variado (Brahmán-Pardo-Holstein) y con mayor presencia en la zona alta del valle donde el clima es muy seco. El 35% restante son fincas orientadas a la producción de leche (Jersey-Gyr), están distribuidas entre la zona media y montañosa, lo que concuerda con Barrios (2008) quien identificó que, la orientación de los hatos puede verse diferenciada al predominar en las zonas secas ganado con más sangre cebú y un poco más orientado a carne, mientras que en las vegas del río Aguán tienen más énfasis lechero.

El hecho de que la mayoría de las fincas se encuentran en tierras planas y con un manejo extensivo, podría ser el causante de la degradación de suelos presente en la zona, reflejada en la pérdida de su productividad debido a la compactación por el pisoteo del animal que impide la aireación y disminuye su porosidad (Rodríguez y García 2009). A esto se suma la implementación

de prácticas inadecuadas como las quemas las cuales destruyen la materia orgánica favoreciendo la erosión (Spain y Gualdrón 1991). El suelo erosionado tiene menos capacidad de retener agua incapacitándolo para sustentar la vegetación, con lo que el rendimiento de las pasturas se ve afectado. Estudios en Honduras han evidenciado este problema, estimando pérdidas en la producción de leche y carne a causa de la degradación de los potreros de US\$130,9/ha y de 95 millones/año respectivamente (Holmann *et al.* 2004).

15.4 Percepciones de los ganaderos con respecto a la variabilidad climática

Los ganaderos tienen conocimiento de la variabilidad en el clima, los problemas que acarrea en la actividad y sus consecuencias. El 61% menciona que han experimentado un retraso en la llegada del invierno, lluvias intensas y un aumento en las temperaturas acompañada de veranos largos (Figura 15). Los resultados son concordantes con los encontrados en otras investigaciones sobre cambio climático realizados en América Central. En este sentido Sepúlveda *et al.* (2008) encontraron que un número significativo de productores en Nicaragua (24%) (n=60) y Costa Rica (34%) (n=50) han observado cambios en la temperatura y alteraciones con respecto a la duración de la estación seca y lluviosa.

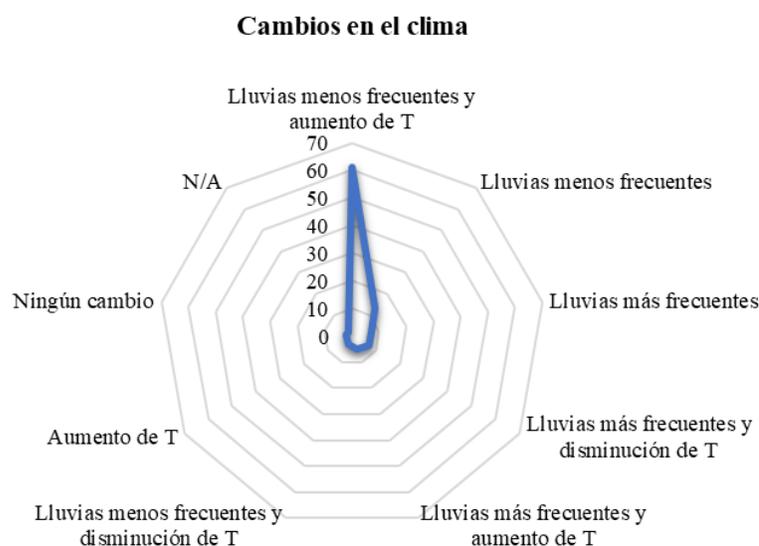


Figura 15: Percepción de los productores con respecto a los cambios en el clima en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras. T: temperatura

Con respecto al resto de la muestra analizada, un 13% de los productores manifiesta experimentar únicamente disminución en la frecuencia de las lluvias y por el contrario, un 7% un aumento. Un 7% considera que además de tener lluvias más frecuentes se ha experimentado una baja en las temperaturas y solo un 5% ha experimentado un aumento en ambas variables. La percepción por un pequeño grupo de la muestra encuestada señala que la variabilidad climática durante la década analizada se traduce en lluvias menos frecuentes y disminución de temperaturas (3%), solamente un aumento de temperaturas (2%) y solo un 2% de los productores menciona que no habido ningún cambio en el clima. Independientemente de los cambios experimentados, la mayoría de los productores confirma que existe una variación en el clima (Figura 15), que

relacionan con un incremento o disminución de calor o lluvias. Sin embargo, existen variables que pueden influir en cómo los productores perciben esos cambios. Por ejemplo, la ubicación de las fincas con respecto a las ciudades, la educación de los productores, los niveles de ingresos (Andrade 2012), la edad y la experiencia (Hartter *et al.* 2012), entre otros.

15.5 Impactos en la producción láctea percibidos por cambios en el clima

La percepción de los productores con respecto al clima se relaciona intrínsecamente con los acontecimientos o impactos en la producción láctea, debido a que el sistema productivo que predomina en el país es de tipo extensivo/tradicional y, por consiguiente, dependiente de las estaciones climáticas. La Figura del Anexo 18.2 muestra los eventos climáticos que han impactado la producción láctea y que han generado inestabilidad en el sector.

En la zona montañosa los productores indican que deslizamientos provocados por lluvias extremas han obstaculizado los caminos impidiendo el paso a las cisternas que recolectan la leche y con ello han provocado la pérdida de ingresos pues la leche cruda no llega a su destino final. Así mismo se han experimentado olas de frío y lluvias intensas acompañadas de inundaciones, veranos prolongados con aumentos de temperatura severos, variaciones que estimulan la incidencia de plagas y enfermedades, reducen el pastoreo y el peso animal y en algunos casos, causan la muerte de animales. Efectos idénticos se han observado en otras de zonas de Centroamérica. Por ejemplo, productores ganaderos de Nicaragua y Costa Rica señalan un incremento en el daño de las pasturas causado por diversas plagas (Sepúlveda *et al.* 2008).

En la zona media, el problema de mayor afectación es la duración de la época lluviosa. Los productores manifiestan que los veranos son muy cortos lo que conduce a bajas en la producción, deterioro en la calidad de los pastos, pérdida de animales y por ende de las ganancias. Los animales hacen frente a los periodos desfavorables a través de modificaciones fisiológicas y de comportamiento. Así, en la mayoría de los casos al encontrarse fuera de la denominada zona termoneutral (zona de confort donde los animales pueden expresar su máximo potencial productivo), su respuesta se manifiesta en cambios en los requerimientos nutricionales lo que provoca una reducción en su desempeño productivo (Escobar *et al.* 2008).

En la parte alta del valle, donde predomina un clima muy seco, se da una desventaja para los productores pues el principal problema radica en la escasez de agua provocada por las sequías o por la prolongación de la época seca con alzas extremas de temperaturas. Este es un factor crítico ya que el agua es indispensable para el desarrollo de las pasturas y, por ende, la sostenibilidad de los niveles de producción. Los principales impactos, según la opinión de los productores, incluyen la disminución del rendimiento de pastos, la propagación de plagas, pérdida de peso y retraso de ciclos productivos en las vacas. Los efectos son similares a los obtenidos en otros estudios que demuestran el efecto que tiene la variabilidad climática sobre la ganadería que incide en factores como la reproducción, el crecimiento y rendimiento del animal, la cantidad y calidad de alimentos

como pastos, forrajes, granos y la incidencia de plagas, parásitos y enfermedades en el ganado (Seo *et al.* 2010).

15.6 Medidas y prácticas que están siendo implementadas para mejorar la resiliencia frente a la variabilidad climática

15.6.1 Prácticas silvopastoriles

Según los resultados de las encuestas de la muestra analizada (≥ 5 años), las principales prácticas implementadas en sistemas silvopastoriles (SSP) (Figura 16), corresponden a los árboles dispersos en potreros que están presentes en la mayoría (62%) de las fincas, las cercas vivas en el 46% (la especie predominante es *Gliricidia sepium*), las pasturas mejoradas en el 39% y la reforestación de árboles en el 39%. Según algunos estudios (Villanueva *et al.* 2010), la implementación de estas prácticas de manera adecuada y conjuntamente, contribuyen a una mayor producción de leche sostenible y resiliente a cambios en el clima. Ecológicamente hablando, una buena combinación de cobertura arbórea con pasturas reduce la escorrentía superficial (Ríos *et al.* 2007), incrementa la biodiversidad (Sáenz *et al.* 2007) y logra un mayor secuestro de carbono (Ibrahim *et al.* 2007) que en pasturas degradadas o con ausencia de árboles.

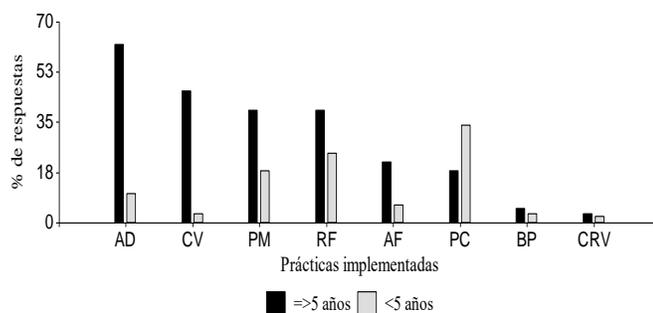


Figura 16: Prácticas identificadas e implementadas en sistemas silvopastoriles según la antigüedad de uso en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

AD: árboles dispersos, **CV:** cercas vivas, **PM:** pasturas mejoradas, **RF:** reforestación, **AF:** árboles frutales, **PC:** pastos de corte, **BP:** bancos de proteína, **CRV:** cortinas rompevientos

Del conjunto de prácticas identificadas dentro de los SSP, un 36% de los productores consideró la implementación de pastos de corte y un 28% las pasturas mejoradas como dos de las medidas de mayor importancia para sus fincas ya que de acuerdo con sus criterios, estas contribuyen, entre otros beneficios, a mejorar las condiciones y la alimentación del ganado durante todo el año, aumento de la capacidad de carga, incremento en la producción de leche y aumento de los ingresos. Según Villanueva *et al.* (2010), a los beneficios anteriores hay que sumar el hecho de que se evita la degradación en periodos críticos (sequías y lluvias prolongadas) reduciendo la presión en los pastos. Las cercas vivas establecidas en el 8% de las fincas, conllevan, según los productores, beneficios que radican en brindar sombra al ganado lo cual contribuye al confort animal y disminuyendo el estrés térmico, función apreciada por productores ganaderos en otros estudios (Mosquera 2010). Además, los productores consideran que su implementación les permite reducir costos futuros puesto que no se tienen que estar reemplazando postes todos los años. En

este sentido, Villanueva *et al.* (2008a) manifiestan que el establecimiento de cercas vivas representa un ahorro del 16% en comparación con el uso de cercas muertas.

15.6.2 Buenas prácticas de manejo (BPM)

Según los resultados de las entrevistas, un 50% de las BPM mencionadas por los productores y con un uso \geq a 5 años son las más utilizadas (Figura 17). En orden descendente, el ordeño limpio es la práctica más implementada (72%), seguida de la división y rotación de potreros (69%), la cual según Banegas *et al.* (2013), en es una de las BP aplicada con mayor frecuencia en las fincas ganaderas de Honduras. De acuerdo con Villanueva *et al.* (2008b), esta es una práctica de fácil adopción en algunos lugares del país como Copán por el impacto visible en la productividad de las fincas.

Las prácticas que cuentan con niveles bajos de implementación son el buen manejo del estiércol, los bloques nutricionales, el ensilaje, la henificación y prácticas que promueven la protección del suelo. Podría pensarse que una de las principales razones de la baja implementación de estas prácticas se debe a la falta de asistencia técnica y conocimiento que tienen los productores (preparación, costos y beneficios). En el caso de la henificación, la limitación más importante puede ser los altos costos de inversión que requiere para poder ser implementada, mayor requerimiento de mano de obra, acceso al crédito, entre otras (Calle *et al.* 2009).

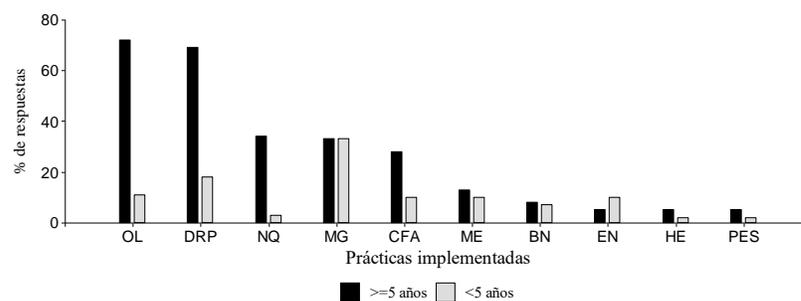


Figura 17: Buenas prácticas de manejo identificadas e implementadas de acuerdo con la antigüedad de uso en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

OL: ordeño limpio, **DRP:** división y rotación de potreros, **NQ:** no quemar, **MG:** mejoramiento genético, **CFA:** cercado de las fuentes de agua, **ME:** manejo del estiércol, **BN:** bloques nutricionales, **EN:** ensilaje, **HE:** henificación, **PES:** prevención erosión del suelo

En la Figura 17, se observa que el mejoramiento genético ha tenido el mismo desarrollo en los últimos 5 años que mucho tiempo atrás, lo que nos indica que se ha vuelto una práctica necesaria para los productores, quienes en un 77% la considera como la medida de mayor importancia. De acuerdo con sus fundamentos, su implementación mejora la producción y/o productividad, y, por ende, los ingresos. Otras prácticas consideradas son el ordeño limpio (33%) que, al controlar la higiene y la calidad, contribuye a mejorar los ingresos pues el pago por la leche cruda depende de cuán nítido se lleva a cabo el proceso de extracción. La división y rotación de potreros (20%) no maltrata y promueve la recuperación de los pastos aumentando el rendimiento del hato. Por último, el ensilaje considerado por el 13% de los productores, permite aprovechar el pasto en épocas de abundancia para ser utilizado por el ganado durante la época crítica, lo cual evita pérdidas en la

producción. Complementario a lo anterior, Reyes *et al.* (2009), agregan su contribución al aumento de la capacidad de carga promedio, a la disminución en la presión sobre las pasturas permitiendo su pronta recuperación y a la reducción en los costos de producción comparado con el alquiler de pastos fuera de la finca.

Algunas de las prácticas descritas (pasturas mejoradas, árboles dispersos, pastos de corte, cercas vivas, ensilaje) en los dos apartados anteriores (SSP y BPM), fueron identificadas y priorizadas también por su aporte para enfrentar las variaciones del clima en otras fincas de Honduras y Nicaragua mediante procesos participativos (Hernández *et al.* 2014). Esto demuestra que la experiencia de los productores contribuye al conocimiento y a reducir la vulnerabilidad de los sistemas productivos ante el cambio climático.

15.6.3 Buenas prácticas en infraestructura (BPI)

El tercer grupo de prácticas analizado corresponde a las BPI. Los resultados obtenidos indican que las salas de ordeño son el componente principal ya que el 74% de los productores indicó que las tenía desde hace más de 5 años. Por otro lado, el 18% de los productores encuestados tiene un espacio adecuado para almacenar productos agropecuarios, un 16% implementa las cosechas de agua y un 3% de los productores cuenta con un espacio o equipo adecuado para el personal de trabajo (Figura 18).

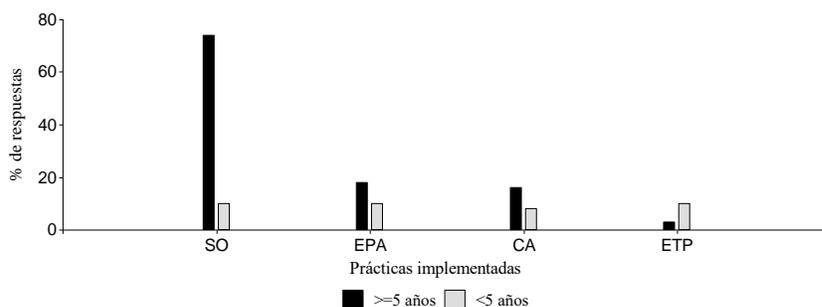


Figura 18: Buenas prácticas en infraestructura identificadas e implementadas de acuerdo con la antigüedad de uso en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

SO: salas de ordeño, **EPA:** espacio para productos agropecuarios, **CA:** cosechas de agua, **ETP:** espacio para equipo de trabajo del personal

Del conjunto de prácticas anteriormente indicadas, el 41% de los productores considera que la más importante es tener un espacio adecuado en la finca para almacenar productos agropecuarios ya que su implementación permite mantener orden y control, además se evitan daños y contaminación al encontrarse seguros y protegidos. Un 18% considera importantes las salas de ordeño porque al trabajar directamente con la industria les obliga a cumplir con las exigencias establecidas que involucran controlar la higiene con el objetivo de mejorar la calidad de la leche y obtener un buen producto para la venta. Un 16% indica que es importante tener un espacio o equipo adecuado para el personal de trabajo ya que además de poder tener un buen control y evitar daños le brinda mayor comodidad y bienestar al trabajador. Solamente un 2% menciona las cosechas de

agua como la práctica de mayor importancia ya que con ellas se mejoran las condiciones de la alimentación del ganado durante épocas críticas.

15.7 Evaluación de prácticas priorizadas mediante los pilares de productividad, adaptación y mitigación

En la Figura 19 se muestran los resultados de la evaluación cualitativa que los productores realizaron a cada una de las prácticas priorizadas. En esta se refleja el impacto que puede tener la implementación de la práctica sobre la productividad, la adaptación y la mitigación, que se consideraron con la finalidad de promover prácticas ambiental y económicamente rentables.

Los resultados indican un mayor aporte de cada una de ellas en aspectos de productividad, representada por valores que oscilan entre 6,9 y 9,6. Claramente esto se ve reflejado en la importancia que les fue atribuida y que se expuso en el apartado de priorización presentado anteriormente.

Con respecto a la contribución que estas prácticas pueden generar a la adaptación y la mitigación ante el cambio climático, los productores asignaron una valoración intermedia otorgando los valores más bajos a prácticas como el mejoramiento genético (2), un ordeño limpio (3,2), el ensilaje (2,5) y a las salas de ordeño (2,5). Las medidas que suman el aporte más alto a los tres pilares son las cercas vivas, la división y la rotación de potreros, un espacio adecuado para el equipo de trabajo del personal y las cosechas de agua con valores entre 7 y 7,1.

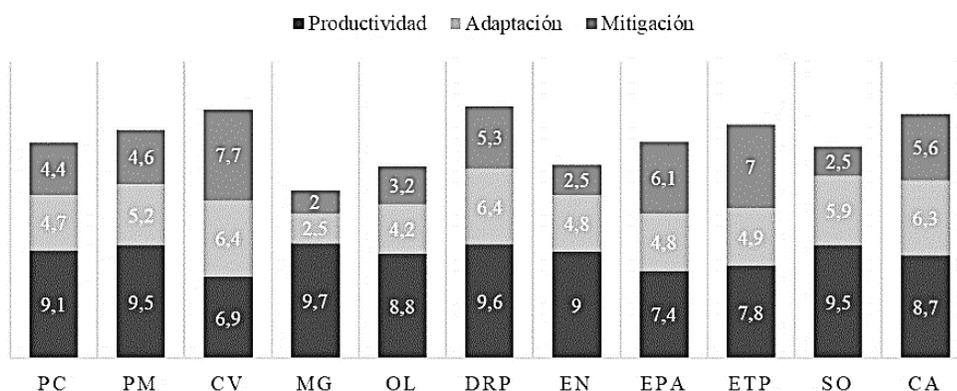


Figura 19: Evaluación cualitativa efectuada a cada una de las prácticas priorizadas a través de los indicadores de productividad, adaptación y mitigación en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

PC: pastos de corte, **PM:** pasturas mejoradas, **CV:** cercas vivas, **MG:** mejoramiento genético, **DRP:** división y rotación de potreros, **EN:** ensilaje, **EPA:** espacio para productos agropecuarios, **ETP:** espacio para equipo de trabajo del personal, **SO:** salas de ordeño, **CA:** cosechas de agua.

De acuerdo con el análisis realizado, los productores seleccionan las medidas a implementar considerando en un inicio los costos y beneficios que estas acarrearán en sus fincas. Según los escenarios climáticos futuros, esta situación representa una oportunidad para identificar y posteriormente promover buenas prácticas de fácil implementación que mejoren las condiciones socioeconómicas de las fincas fomentando la sostenibilidad ambiental ya que, a diferencia de otros sectores productivos, el sector pecuario emite GEI, pero cuenta con el potencial para reducir las emisiones (Gerber *et al.* 2013).

15.8 Rentabilidad financiera de fincas que implementan buenas prácticas

La rentabilidad financiera, definida como la capacidad de las inversiones para generar ganancias (Orozco 2010), se determina a través de un conjunto de indicadores que se interpretan en el presente estudio de la siguiente manera: si la relación beneficio-costos (B/C) es >1 , el grupo de fincas **involucradas** en los diferentes análisis son rentables. Mientras más alto sea ese valor, mejor será la rentabilidad. Si el $VAN > 0$ a una tasa de descuento dada (4% para efectos de este estudio), la inversión es justificable y atractiva desde el punto de vista financiero. Mientras más positivo sea ese valor (más lejos del cero), mayores serán los beneficios generados a esa tasa de descuento. La **TIR**, es la tasa de descuento que hace que el VAN de una inversión sea igual a cero ($VAN=0$); en este caso una inversión es justificable si la TIR es igual o superior a la tasa exigida por el inversionista (p.ej. tasa de interés que podría pagar el banco). Mientras más alto sea su valor más atractivo resultará la inversión.

15.9 Análisis por conglomerados/tipología de fincas

Las variables que se utilizaron para formar las tipologías de fincas seleccionadas ($n=16$) para los distintos análisis económicos fueron el número de cabezas bovinas, así como de hectáreas usadas para la ganadería.

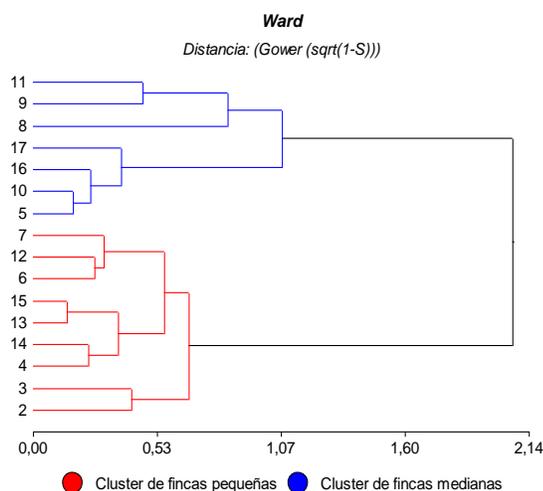


Figura 20: Dendrograma con tipología de fincas ganaderas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

La Figura 20 muestra el análisis por conglomerados donde se observan dos tipologías de fincas. El agrupamiento de fincas pequeñas ($n=9$, 56%) tiene un área dedicada a la ganadería total entre 22,4 y 87,4 ha con un promedio de 37,2 ha. En las fincas medianas ($n=7$, 44%), el área total dedicada a la ganadería varió entre 31,4 y 139,7 ha con un promedio de 79 ha. En cuanto al número de animales, en las fincas medianas varía entre 103 y 208 cabezas, contrario a las pequeñas en donde oscila entre 43 y 89. En las fincas pequeñas la producción de leche diaria varía entre 60 y 250 litros en la época lluviosa y entre 26 y 220 en la época seca. Para las fincas medianas, el rango de producción diaria se encuentra entre 110 y 350 litros en la época lluviosa y entre 120 y 200 en la época seca. El grupo de fincas pequeñas tienen un porcentaje de pasturas mejoradas menor (202,4 ha, 32%) en comparación a las medianas (434 ha, 68,2%). El área dedicada a los pastos de corte (bancos forrajeros) es menor en las fincas pequeñas (5,6 ha, 29%) que en las fincas medianas (14 ha, 71%).

15.10 Análisis financiero por tipología de fincas

Análisis de ingresos y costos

Las principales fuentes de ingresos de fincas ganaderas en el municipio de Olanchito es la venta de leche y animales. Los rubros que más ingresos genera es la venta de leche para las fincas pequeñas (72%) y medianas (65%), seguido de la venta de ganado con 28 y 35% respectivamente (Figura 21a). Estos resultados son similares a los encontrados por Suárez (2009) en Matagalpa, Nicaragua, donde en fincas con sistemas productivos de doble propósito, la venta de leche fue el rubro con mayor generación de ingresos (70,4%), seguido de la venta de ganado (29,6%).

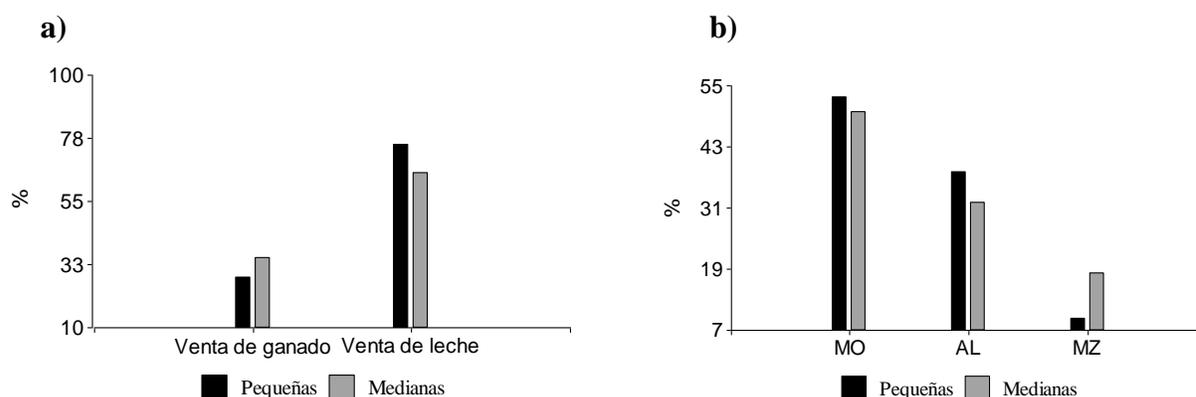


Figura 21: Fuentes principales de a) ingresos y b) costos/ha por tipología de fincas ganaderas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras
MO: Mano de obra, AL: Alimentación, MZ: Manejo zoonosanitario

En el presente estudio, los gastos por hectárea mayores tanto en fincas pequeñas como medianas son los de mano de obra y alimentación (Figura 21b). El costo de la mano de obra es mayor en las fincas pequeñas, con un promedio de US\$278/ha, en comparación a las medianas (US\$181/ha). Las fincas pequeñas gastan 6% más en la compra de piensos para la alimentación del ganado (concentrados, suplementos externos y minerales) (US\$198/ha/año, 38%) que las medianas (US\$115/ha/año, 32%). La menor área dedicada a pasturas mejoradas y pastos de corte en las fincas pequeñas puede ser la causa probable de tener costos mayores de alimentación. Por último, los costos incurridos en el manejo zoonosanitario de los animales es 9% mayor en las fincas medianas (US\$63/ha/año, 18%) que en las pequeñas (US\$50/ha/año, 9%) con relación al total de gastos. En concordancia con estos resultados, Alvarado (2005) indica que los pequeños y medianos productores en la región nororiental de Honduras, destinan la mayor parte de sus costos (57 y 27% respectivamente) a mano de obra y un 18 y 16% a la alimentación de las reses. Suárez (2009), al contrario, indica que en Nicaragua el principal gasto de las fincas pequeñas es destinado a la alimentación y suplementación de los animales, seguido de gastos en sanidad animal.

Evaluación financiera

El Cuadro 6 presenta los resultados del análisis financiero aplicado en este estudio. Los resultados obtenidos, considerando una tasa de descuento del 4%, indican que los conjuntos de

fincas pequeñas tienen los márgenes de ganancias (US\$ 977,1/ha), la tasa de rentabilidad (21,6%) y el retorno de inversión (B/C=1,5) más elevados en comparación con las fincas medianas. Se infiere que estos datos son el resultado de una excelente combinación entre buenas prácticas de SSP, BPM, BPI y de la suplementación. Lo anterior concuerda con lo afirmado por Holguín e Ibrahim 2005. quienes indican que el mejoramiento del sistema de alimentación mediante la inversión en pasturas, bancos forrajeros y suplementación incide positivamente en la obtención de beneficios financieros.

Las fincas medianas, tienen gastos mayores en mano de obra y alimentación, lo cual podría deberse a que carecen de conocimiento agropecuario y, por ende, las buenas prácticas que implementan no son bien aprovechadas afectando la rentabilidad de las fincas, al igual que lo indicado por Tito (2004) en ganaderías nicaragüenses.

Cuadro 6: Evaluación financiera por tipología de fincas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

Tipología de fincas	\$/HA	Años						Indicadores económicos		
		1	2	3	4	5	6	VAN/HA (\$)	TIR%	B/C
Pequeñas	Ingresos	803,9	652,0	944,2	1.149,5	1.361,3	1.956,1	977,1	21,58	1,46
	Egresos	1.934,3	729,6	722,9	672,3	683,8	710,0			
	Flujo neto	-1.130,4	-77,6	221,3	477,2	677,6	1.246,1			
Medianas	Ingresos	656,1	476,6	698,0	905,0	1.066,9	1.298,9	728,2	20,71	1,23
	Egresos	1.779,2	460,5	441,5	402,8	413,7	426,6			
	Flujo neto	-1.123,1	16,1	256,5	502,2	653,2	872,3			

VAN/HA: Valor actual neto por hectárea, TIR: Tasa interna de retorno, B/C: beneficio/costo.

Los resultados de este estudio son superiores y difieren con los reportados por Chavarría *et al.* (2011), en la subcuenca del río Copán, Honduras, quienes encontraron que las fincas medianas generaron una mayor contribución con un VAN de US\$384,8/ha y las pequeñas de US\$269,7/ha. No obstante, el análisis realizado permite afirmar que independientemente del número de cabezas y hectáreas disponibles, las actividades de las dos tipologías de fincas son rentables dado que todos los indicadores muestran valores positivos que superan los niveles críticos de decisión. Las fincas pequeñas presentan la mayor capacidad de multiplicar la inversión, mayor ganancia neta/ha, el mayor rendimiento financiero y una capacidad alta para multiplicar la inversión, lo que implica que son más atractivas desde el punto de vista financiero en comparación con las fincas medianas.

15.11 Análisis financiero por zonas

El grupo de fincas analizadas en la zona media del valle es el que cuenta con el índice de rentabilidad más alto al obtener ganancias por más de US\$900/ha. Cuentan con un clima tropical húmedo, la época lluviosa es más extensa y por ende las pasturas permanecen verdes la mayor parte del año, reduciendo el déficit en el alimento base del ganado, situación ventajosa cuando predominan los sistemas extensivos. Este beneficio de las condiciones climáticas hace que estas fincas inviertan 20% menos en la compra de piensos en comparación con las de la zona alta.

Las fincas ubicadas en la zona alta del valle tienen ganancias que sobrepasan los US\$700/ha; sin embargo, el retorno de la inversión es más alto (B/C=1,3) que las fincas ubicadas en la zona media (1,2) e igual que las de la zona montañosa (1,3). Los hatos ubicados en la zona alta del valle cuentan con un clima muy seco, con veranos prolongados y pocos meses de lluvia, que pueden ser la causa probable de las ganancias netas obtenidas ya que es el grupo que invierte más en la compra de insumos externos para la nutrición bovina (un 22% más que la zona media y 25% más que las fincas ubicadas en la zona montañosa). Adicionalmente a la problemática que presenta la zona alta, algunas medidas que ayudarían a contrarrestar los efectos negativos e incrementar las ganancias, como el aumento en la producción láctea y disminución del estrés térmico, no son implementadas; un 33% no utiliza pastos de corte y un 24% no tiene cercas vivas. En este sentido, las pasturas basadas únicamente en monocultivos y sin cobertura arbórea tienden a degradarse antes de los 10 años. Betancourth *et al.* (2007) señalan que, como consecuencia los ingresos pueden verse reducidos en un número superior al 50%, sin considerar los impactos ambientales y sociales relacionados al problema.

Cuadro 7: Evaluación financiera por zonas agroclimáticas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

n	Zonas	\$/HA	Años						Indicadores económicos		
			1	2	3	4	5	6	VAN/HA (\$)	TIR %	B/C
5	Alta	Ingresos	474.0	539.8	773.3	908.2	1118.6	1668.7	776	22.1	1.3
		Egresos	1601.8	503.4	533.0	490.2	489.0	517.1			
		Flujo neto	-1127.7	36.3	240.3	417.9	629.6	1151.6			
6	Media	Ingresos	940.9	537.5	819.8	1088.6	1330.5	1709.5	917.6	13.5	1.2
		Egresos	2031.3	710.8	615.8	571.3	587.6	600.7			
		Flujo neto	-1090.4	-173.3	204.0	517.3	742.9	1108.8			
5	Montaña	Ingresos	586.6	556.5	757.1	938.4	958.9	1355.1	735.5	15.2	1.3
		Egresos	1779.3	349.5	433.0	391.8	409.5	301.6			
		Flujo neto	-1192.7	207.0	324.1	546.6	549.3	1053.5			

Es necesario promover el uso de buenas prácticas SSP y ganaderas que han sido evidenciadas en el estudio por los múltiples beneficios económicos y ambientales que proveen y que ayudan a contrarrestar los efectos adversos del clima (Mahecha 2009). Estudios han comprobado las bondades de los SSP en otros lugares que cuentan con similares condiciones climáticas a la zona alta. Por ejemplo, en el municipio de Apatzingán, México, ubicado a 255 msnm y con un trópico seco, se demostró valores positivos de inversión (VAN, TIR y B/C) en la producción de carne bajo SSP frente a un sistema tradicional que resultó ser negativo (González Pérez 2015). Estudios realizados en Costa Rica demuestran que el ganado pastoreado en potreros con alta densidad arbórea (27%) ganó un peso promedio de 10,4 kg más que aquellos con baja cobertura (7%) (Restrepo 2002). De igual manera en Nicaragua, las vacas produjeron en promedio 1lt/vaca/día más que aquellas en potreros con baja densidad de árboles (Betancourt *et al.* 2003). Como se observa, es importante que los productores valoren el efecto de la sombra sobre los rendimientos productivos de la finca.

De acuerdo con los resultados de este estudio, se puede decir que independientemente de la zona o el clima donde se encuentran las fincas analizadas, son rentables puesto que los indicadores económicos utilizados para su evaluación arrojaron valores positivos indicando que los beneficios

son mayores que los costos. Las fincas ubicadas en la zona alta y montañosa demostraron mayor capacidad de multiplicar la inversión en comparación con las fincas analizadas de la zona media; no obstante, fueron estas las que generaron mayor ganancia neta/ha y una capacidad intermedia para multiplicar la inversión, lo que convierte a las fincas de esta zona en las más atractivas desde el punto de vista financiero.

15.12 Análisis financiero por tipología de prácticas

El grupo de fincas agrupadas en SSP presentan los márgenes de dividendos más altos de acuerdo con la proyección realizada (6 años), con ganancias de US\$981/ha, en comparación con aquellas con buenas prácticas de manejo (US\$949.3/ha) e infraestructura (US\$821.6/ha). Estos valores se aproximan a los encontrados por Chuncho *et al.* (2012) (VAN US\$ 845,85) en fincas nicaragüenses que utilizaron tecnologías SSP, y en Petén Guatemala donde Turcios *et al.* (2008) reportó un VAN US\$ 508,27 (Cuadro 8).

De acuerdo con Chuncho *et al.* (2012), esto podría deberse a que la implementación de pastos de corte, pasturas mejoradas y cercas vivas permiten que haya mejores condiciones para la explotación y suplementación de animales. También son un indicador del papel que desempeña el asocio de las tres prácticas. Según Villanueva *et al.* (2009), los bancos forrajeros contribuyen a la alimentación del animal en épocas críticas donde la disponibilidad y calidad de las pasturas se reduce, los árboles ayudan a reducir el estrés calórico incrementando la producción de leche y carne y las pasturas mejoradas permiten aumentar la carga animal permitiendo obtener mayores ganancias por hectárea (Holmann *et al.* 2008). Estos beneficios fueron identificados por Murgueitio (2009) en algunos países de latinoamérica. Por ejemplo, este autor observó que al transformar las fincas explotadas con monocultivos a SSP se incrementó el ingreso de los productores desde US\$111 a \$180 en Nicaragua, de US\$162 a US\$252 en Costa Rica, y de US\$440 a US\$1597 en Colombia, todos por hectárea por año.

Cuadro 8: Evaluación financiera por conjunto de buenas prácticas en el municipio de Olanchito, Yoro, Honduras

n	Tipología de práctica	\$/HA	AÑOS						Indicadores económicos		
			1	2	3	4	5	6	VANHA (\$)	TIR%	B/C
9	BPM	Ingresos	876.3	556.7	869.2	1149.5	1426.5	1784.7	949.3	21.0	1.2
		Egresos	2103.0	711.2	625.4	563.3	575.8	1197.4			
		Flujo neto	-1226.7	-154.5	243.8	586.2	850.6	587.3			
7	SSP	Ingresos	717.0	599.7	915.8	1172.7	1451.8	2064.8	980.9	20.1	1.3
		Egresos	2088.5	685.0	665.8	624.3	636.2	661.4			
		Flujo neto	-1371.5	-85.3	249.9	548.4	815.6	1403.4			
16	BPI	Ingresos	711.7	542.6	728.4	997.0	1177.7	1614.6	821.6	21.8	1.2
		Egresos	1837.6	561.8	547.4	504.2	515.3	533.2			
		Flujo neto	-1125.8	-19.2	181.0	492.8	662.4	1081.3			

VAN/ha: valor actual neto por hectárea, TIR: tasa interna de retorno, B/C: beneficio/costo, SSP: sistemas silvopastoriles, BPM: buenas prácticas de manejo, BPI: buenas prácticas en infraestructura

Es importante mencionar que la rentabilidad está asociada con la carga animal. En este sentido los resultados indicaron que los sistemas de producción que incorporaron SSP, BPM y BPI tienen en promedio 2,3, 1,8 y 1,7 UA/ha respectivamente. En este sentido, otros estudios han

demostrado resultados similares; por ejemplo, Chunchu *et al.* (2012) encontró que las fincas ganaderas que implementaron SSP tenían un promedio de 1,08 UA/ha frente a sistemas convencionales donde fue de 0,82. Suárez (2009) mediante un estudio realizado en Matagalpa, Nicaragua, demostró un efecto positivo ($p < 0,01$) entre los bancos forrajeros, pasturas mejoradas ($p < 0,04$) y la capacidad de carga. La existencia de estos bancos permitió mantener o aumentar la capacidad por unidad de área y/o vaca que le generaron al productor mayores ingresos.

Resaltando las bondades de las prácticas analizadas en este estudio, otros investigadores han demostrado que los SSP ofrecen una serie de beneficios económicos sociales y ambientales. Por ejemplo, además del incremento en la producción de leche (10% y 20%) (Ibrahim *et al.* 2001), con los pastos de corte se promueve la generación de empleo rural al involucrar actividades como corte, acarreo, picado y ofrecimiento al ganado (Sánchez 2007), conservación del suelo (Ríos *et al.* 2007) e incremento de la materia orgánica, fijación de nitrógeno atmosférico, reducción de la emisión de CH₄ y NH₄, mejora de las condiciones microclimáticas (Bacab *et al.* 2013), fijación de carbono (Ibrahim *et al.* 2007) y biodiversidad (López *et al.* 2012), entre otros.

Los resultados indicados por este estudio permiten comentar que las tres tipologías de buenas prácticas (SSP, BPM y BPI) analizadas fueron rentables puesto que los indicadores económicos utilizados mostraron valores positivos. Las fincas con buenas prácticas de manejo y de infraestructura, presentan la menor capacidad de multiplicar la inversión, mientras que aquellas que implementaron tecnologías silvopastoriles generaron mayor ganancia neta/ha, mayor rendimiento financiero y una capacidad alta de multiplicar las inversiones realizadas, lo que quiere decir que las ganaderías con buenas prácticas SSP son las que generan mayores beneficios financieramente hablando.

16. Conclusiones

Los productores han percibido cambios en el clima durante la última década que los relacionan con el aumento o disminución de calor y lluvias y a su vez con los eventos climáticos e impactos generados directamente en la producción ganadera. Los efectos negativos conllevan aumento de enfermedades y plagas en los pastos y animales, disminución de pastoreo, escasez de agua y pastos, bajos rendimientos en la producción, problemas reproductivos y problemas de acceso con respecto a las carreteras, entre otros.

Para enfrentar los eventos climáticos e impactos experimentados en las ganaderías, más de la mitad de los productores (57%) han recurrido a la implementación de algunas buenas prácticas silvopastoriles y ganaderas. Es así que se encontró un catálogo de 22 tecnologías con una antigüedad de uso \geq a 5 años y con frecuencias de implementación \geq a 20%, de las cuales un 50% fueron consideradas de mayor importancia. Como prácticas SSP, los productores priorizaron el establecimiento de pastos de corte, pasturas mejoradas y las cercas vivas. Como buenas prácticas de manejo consideraron el mejoramiento genético, ordeño limpio, división y rotación de potreros y el ensilaje. Como buenas prácticas en la infraestructura de las fincas priorizaron un espacio

adecuado para guardar productos agropecuarios, así como el equipo del personal de trabajo, la construcción de salas de ordeño y cosecha de agua.

El análisis financiero realizado por tipología de fincas, zonas y tipología de prácticas demostró que todas las inversiones podrían ser rentables puesto que los indicadores económicos utilizados arrojaron valores positivos. Sin embargo, las fincas analizadas con buenas prácticas SSP generaron mayor ganancia neta/ha, mayor rendimiento financiero y una capacidad alta de multiplicar las inversiones realizadas, lo que quiere decir que las ganaderías con buenas prácticas SSP son las que generan mayores beneficios económicos al contribuir con la incorporación de recursos endógenos que contribuyen a reducir la compra de insumos externos.

17. Literatura citada

- Acosta, A; Díaz, T (ed.). 2014. Lineamientos de política para el desarrollo sostenible del sector ganadero. Ciudad de Panamá, Panamá, FAO. 73 p.
- Andrade, L. 2012. Evaluación de la percepción y los factores determinantes en la implementación de medidas de adaptación al cambio y variabilidad climática por los productores de leche de la cuenca del río La Villa, Panamá. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 42 p.
- Alvarado, I. 2005. Modelo de optimización económica para el análisis y simulación de la innovación tecnológica en sistemas de producción de ganado de doble propósito de la región nororiental de Honduras. Thesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 149 p.
- Bacab, M; Madera, B; Solorio, J; Vera, F. y Marrufo, F. 2013. Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical. Avances en Investigación Agropecuaria 17(3):67-81.
- Balana, B; Muys, M; Haregeweyn, N; Descheemaeker, K; Deckers, J; Poesen, J; Nyssen, J; Mathijs E. 2012. Cost-benefit analysis of soil and water conservation measure: the case of enclosures in northern Ethiopia. For. Pol. Econ. 15:27–36. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.forpol.2011.09.008>
- Banegas, K; Moscoso, C; Ibrahim, M; Nieuwenhyse, A; Gutiérrez, I. 2013. Principales cambios en las fincas ganaderas de productores que participaron en escuelas de campo de la región Trifinio, Centroamérica. p. 822-827. (Ponencia presentada en el VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a Producao Pecuária Sustentável).
- Betancourt, K; Ibrahim, M; Harvey, C; Vargas, B. 2003. Efecto de la cobertura arbórea, sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 10(39-40):47-51.
- Betancourth, H; Pezo, D; Cruz, J; Beer, J. 2007. Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en el Chal, Petén, Guatemala. Pastos y forrajes 30(1):169-177.
- Birol, E; Koundouri, P; Kountouris Y. 2010. Assessing the economic viability of alternative water resources in water-scarce regions: combining economic valuation, cost-benefit analysis and

- discounting. *Ecol. Econ.* 69(4):839–847. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.10.008>
- Bizoza, R; De Graaff J. 2012. Financial cost-benefit analysis of bench terraces in Rwanda. *Land Degrad. Dev.* 23(2):103–115. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1002/ldr.1051>
- Braun, A; Van D; Grulke, M. y Solymosi K. 2016. Land use-Environmental Aspects-South America. Division of Environment, Rural Development and Risk Management for Disasters of the Inter-American Development Bank. SAW. (Series. IDB-MG-461).
- Castillo, E. 2015. Influencia del tratamiento térmico de la leche en la elaboración de productos lácteos. Trujillo, Perú, Universidad Nacional de Trujillo.
- Calle, A; Montagnini, F; Zuluaga, F. 2009. Farmer's perceptions of silvopastoral system promotion in Quindío, Colombia. *Bois et Forêts des Tropiques. Focus: Silvopastoral Systems* 300(2):79-94
- Collier, RJ; Zimbelman, RB., 2007. Heat stress effects on cattle: what we know and what we don't know. *In Proc. of the Southwest Nutrition and Management Conference (22, 2007, Tempo, Arizona, United States of America). The University of Arizona, Tucson, February 23rd*
- Conceptos topográficos. 2007. Curso de exploraciones subterráneas. Apuntes técnicos (en línea). Disponible en <http://www.espeleomalaga.com/ges-de-la-sem/articulos-tecnicos/conceptos-topograficos/224>
- Chuncho, C; Sepúlveda, C; Ibrahim, M; Chacón, A; Benjamín, T; Tobar D. 2012. Percepción y medidas de adaptación al cambio climático implementadas en época seca para ganaderos en río Blanco y Paiwas, Nicaragua. *Revista CEDAMAZ* 2(1):78-91.
- Chavarría, A; Detlefsen, G; Ibrahim, M; Galloway, G; de Camino, R. 2011. Análisis de la productividad y la contribución financiera del componente arbóreo en pequeñas y medianas fincas ganaderas de la subcuenca del río Copán, Honduras. *Agroforestería en las Américas* N° 48:146-156.
- CCAFS (Climate Change, Agriculture and Food Security). 2015. Marco para la priorización de inversiones en agricultura sostenible adaptada al clima. Disponible en <https://ccafs.cgiar.org/es/publications/marco-para-la-priorizaci%C3%B3n-de-inversiones-en-agricultura-sostenible-adaptada-al-clima-0#.Wg49jkribIV>
- Daigneault, A; Brown, P. y Gawith, D. 2016. Dredging versus hedging: Comparing hard infrastructure to ecosystem-based adaptation to flooding. *Ecol. Econ.* 122:25–35. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.11.019>
- Dittrich, R; Wreford, A; Moran, D. 2016. A survey of decision-making approaches for climate change adaptation: are robust methods the way forward. *Ecol. Econ.* 122:79–89. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.12.006>
- Di Rienzo, J; Casanoves, F; Balzarini, M; González, L; Tablada, M; Robledo, C. 2011. InfoStat versión 2011 Grupo InfoStat, FCA, Córdoba, Argentina, Universidad Nacional de Córdoba. Consultado 16 nov. 2017. Disponible en <http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=34>.
- Escobar, P; Mader, T. y Arias, R. 2008. Climatic factors affecting cattle performance in dairy and beef farms (en línea). *Arch Med Vet* 40(7-22). Disponible en

http://repositoriodigital.uct.cl:8080/bitstream/handle/10925/687/FACTORES_CLIMATICOS_ARIAS.pdf?sequence=3

- Escobar, J; Bonilla-Jiménez, FI. 2009. Grupos focales: una guía conceptual y metodológica. Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología 9(1):51-67.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2014. Anuario Estadístico de la FAO: La Alimentación y la Agricultura en América Latina y el Caribe. Roma, Italia. 178 p.
- Geilfus, F. 1997. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, participación, monitoreo, evaluación. San Salvador, El Salvador, IICA-GTZ. 208 p.
- Guerra, K; Villanueva, C; Soriano, M. y Moya, E. 2011. Recolección y comercialización de leche en la subcuenca del río Copán, Honduras: La experiencia de los ganaderos en la conformación del centro de recolección y enfriamiento de leche “Jorge Bueso Arias”. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 35 p. (Serie técnica. Boletín técnico no.45).
- Hartter, J; Stampone, MD; Ryan, SJ; Kirner, K; Chapman, CA; Goldman, A. 2012. Patterns and Perceptions of Climate Change in a Biodiversity Conservation. Hotspot. PloS one 7(2).
- Hernández, G; Villanueva, C; Medina, J; Tobar, D; Louman, B. 2014. Buenas prácticas para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas de Honduras. Managua, Nicaragua, CATIE. (Serie técnica. Material de extensión no. 13).
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 2010. Metodología de la investigación. Quinta edición Ciudad, País, Mc Graw Hill. 601 p.
- Holmann, F; Argel, P; Rivas, L; White, D; Estrada, R; Burgos, C; Pérez, E; Ramírez, G; Medina, A. 2004. ¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. Ciudad, país, Editor. (Documento de trabajo: 196).
- Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega, P; Casasola, F; Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa aérea en sistemas de uso de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. Agroforestería en las Américas 45:27–36.
- Ibrahim, M; Franco, M; Pezo, D; Camero, A; Araya, J. 2001. Promoting intake of *Cratylia Argentea* as a dry season suplement for cattle grazing *hyparrhenia ruffa* in the subhumids tropics of Costa Rica. Agroforestry systems no.51:167-175.
- López, E; Solorío, F. Chay, A. González, A; Ku-Vera, J. y Ramírez, L. 2012. Indicadores ambientales y biodiversidad de fauna en sistemas silvopastoriles intensivos en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán. Morelia, México, Fundación Produce Michoacán (IV Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos).
- Mahecha, L. 2009. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 15(2):226-231.
- Mosquera, D. 2010. Conocimiento local sobre bienes y servicios de especies arbóreas y arbustivas en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 146 p.

- Murgueitio, E. 2009. Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina. *Avances en Investigación Agropecuaria* 13(1):3-19.
- Orozco, M. 2010. Evaluación financiera de proyectos. (en línea). 22 p. Disponible en <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2017/04/Evaluaci%C3%B3n-financiera-de-proyectos-4ta-Edici%C3%B3n.pdf>.
- Pérez, E; Benjamin, T. Gobbi, J; Casanoves, F. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica en productores ganaderos de Copán, Honduras. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 115 p.
- González Pérez, JM. 2015. Evaluación económica de una engorda de toretes en dos sistemas de alimentación. *CIENCIA* 23(2):154-162.
- Pezo, D. 2009. Los pastizales seminaturales de América Central. Un recurso forrajero poco estudiado. *Agroforestería en las Américas* 47 p.
- PYMERURAL (Pequeña y Mediana Empresa del Sector Rural); PRONAGRO (programa nacional de desarrollo agroalimentario). 2010. Análisis de la cadena de valor láctea de Honduras (en línea). 52 p. Disponible en <http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/139/lactea.pdf?sequence=1>
- Prabuddh, K. y Suresh, C. 2014. A cost–benefit analysis of indigenous soil and water conservation measures in Sikkim Himalaya India. *Mt. Res. Dev.* 34(1):27–35. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-12-00013.1>
- Reyes, N; Mendieta, B; Fariñas, T; Mena, M; Cardona, J; y Pezo, D. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Managua, Nicaragua, CATIE. 100 p. (Serie técnica. Manual técnico N° 91).
- Restrepo, C. 2002. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en el trópico seco, Cañas, Costa Rica. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 102 p.
- Riera, C; Pereira S. 2013. Between climate risk and productive changes: irrigated agriculture as a form of adaptation in Río Segundo, Córdoba, Argentina. *Investigaciones Geográficas: Boletín – Instituto de Geografía, Universidad nacional Autónoma de México* (82):52-65. Disponible en <https://doi.org/10.14350/rig.33718>.
- Rodríguez, J; García J. 2009. Erosion y escorrentía: indicadores de respuesta temprana del suelo a distintas coberturas en la zona cafetera de Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente* 58:25-31.
- Rose, D; Blinn, C. y Brand, G. 1989. A guide to forestry investment analysis. United States of America, USDA. 23 p. (Research paper NC-284).
- Sánchez, L. 2007. Caracterización de la mano de obra en fincas ganaderas y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 97 p.
- Sáenz, JC; Villatoro, F; Ibrahim, M; Fajardo, D; Pérez, M. 2007. Relación entre las comunidades de aves y la vegetación en agro paisajes dominados por la ganadería en Costa Rica, Nicaragua y Colombia. *Agroforestería en las Américas* 45:37–48.
- Seo, SN; McCarl, BA; Mendelsohn, R. 2010. From beef cattle to sheep under global warming? An analysis of adaptation by livestock species choice in South America. *Ecological Economics* 69(12):2486-2494.

- Sepúlveda, C; Marín, Y; Ibrahim, M. 2008. Adaptación al cambio climático y percepción de ganaderos en Costa Rica y Nicaragua.
- Suárez, J. 2009. Análisis de rentabilidad en los sistemas tradicionales de producción y la incorporación de los sistemas silvopastoriles en fincas de doble propósito Matagalpa-Nicaragua. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 102 p.
- Swisscontact. 2014. Análisis de la cadena de valor bovino láctea en el golfo de Fonseca, Honduras. Tegucigalpa, Honduras. 22 p.
- Spain, J; Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pasturas. Establecimiento y renovación de pasturas. Conceptos, Experiencias y Enfoque de la Investigación. Cali, Colombia, RIEPT (6ta Reunión Comité Asesor. CIAT).
- Tito, M. 2004. Efectos de la incorporación de tecnologías silvopastoriles sobre la demanda de mano de obra y la rentabilidad de las fincas ganaderas de Muy, Nicaragua. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 120 p.
- Turcios Samoya, H. 2008. Evaluación del proceso de toma de decisiones para adopción de bancos de proteína de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y su efecto como suplemento nutricional para vacas lactantes en sistemas doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 p.
- Trujillo, J; Sepúlveda, C. 2011. Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca. México. 39 p.
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2016. The Adaptation Finance Gap Report 2016 (In line). Nairobi, Kenya, UNEP. Disponible en <http://web.unep.org/adaptationgapreport/sites/unep.org.adaptationgapreport/files/documents/agr2016.pdf>
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F. 2008a. Valor económico y ecológico de las cercas vivas en fincas y paisajes ganaderos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 36 p. (Serie técnica. Informe técnico no 372).
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Torres, K; Torres, M. 2008b. Planificación agroecológica de fincas ganaderas: La experiencia de la subcuenca Copán, Honduras (en línea). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 36 p. (Serie técnica. Informe técnico no. 365). Disponible en <http://www.sidalc.net/reprodoc/A2984E/A2984E.PDF>
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Haensel, G. 2010. Producción y rentabilidad de sistemas silvopastoriles. Estudios de caso en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 78 p. (Serie técnica. Manual técnico No. 95).

18. Anexos

18.1 Encuesta semiestructurada: Identificación de buenas prácticas implementadas



Protocolo de Encuesta aplicable en Grupos focales
Entidad: Productores de Leche (CRELs)



Lugar de encuesta _____ Fecha: ____/____/____
Buen día. Mi nombre es Carmen García, estudiante de CATIE y estoy aquí con el objetivo de encuestarle para conocer su opinión y recibir sus comentarios sobre las prácticas que implementa para mejorar la producción de leche y hacerle frente a la variabilidad climática. su participación es voluntaria, si existe alguna pregunta que no desea contestar puede decirme sin ningún problema. Si en algún momento es incómoda y no quiere continuar por favor me lo hace saber. Su respuesta será estudiada en conjunto. En caso de que mi pregunta no sea clara o desee una explicación adicional no dude en preguntarme. Solicito su autorización para poder tomar notas y fotografías en la aplicación de la encuesta con el objetivo de no perder la información y analizarla posteriormente.

1.) DATOS GENERALES

Nombre del productor: _____ Socio del CREL: _____
Dirección exacta / ubicación de la finca: _____
Nombre de la finca: _____ Número de Teléfono: _____
Altitud donde se encuentra la finca: _____ msnm. Topografía de la finca: (1) Plana (2) Ondulado (3) Ladera
Número total de animales: _____ Número de litros de leche que produce al mes _____
Área total de la propiedad (mz): _____ Área dedicada a la ganadería (mz): _____

2.) VARIABILIDAD CLIMATICA Y BUENAS PRACTICAS

Instrucciones: Marque con una X sobre el cuadro para responder las preguntas que se le hacen a continuación y en números los años de implementación

¿Qué opina sobre el clima en los últimos diez años? Considera que ha habido cambios como:

(1) Lluvias más frecuentes (2) Lluvias menos frecuentes (3) Aumento de temperaturas (4) Disminución de temperaturas (5) Ningún cambio

¿Ha realizado alguna práctica para para enfrentar cualquiera de esos cambios mencionados anteriormente? SI NO

Si su respuesta es SI pase a la siguiente pregunta...

¿Qué prácticas ha implementado para mejorar la producción como resultado de la variabilidad climática? y ¿Cuántos años tiene de implementarla?

Prácticas Ambientales:

	Años		Años
(1) Restauración ecológica o liberación de áreas	<input type="checkbox"/> _____	(5) Árboles dispersos en potreros	<input type="checkbox"/> _____
(2) Reforestación	<input type="checkbox"/> _____	(6) Manejo del estiércol ¿Cuál?	<input type="checkbox"/> _____
(3) Cercado de fuentes de agua	<input type="checkbox"/> _____	(7) Prácticas que evitan la erosión del suelo, ¿Cuál?	<input type="checkbox"/> _____
(4) No quema y manejo de rastrojos	<input type="checkbox"/> _____	(8) Otras, mencione:	<input type="checkbox"/> _____

¿Cuál de estas prácticas considera usted que es más importante?, Escriba el número _____ ¿Por qué? _____

Prácticas en la alimentación:

	Años		Años
(1) Bancos de Proteína	<input type="checkbox"/> _____	(6) Ensilaje	<input type="checkbox"/> _____
(2) Bancos Energéticos	<input type="checkbox"/> _____	(7) Cosechas de agua	<input type="checkbox"/> _____
(3) Bloques Multinutricionales	<input type="checkbox"/> _____	(8) Pasturas Mejoradas	<input type="checkbox"/> _____
(4) Establecimiento de pastos de corte	<input type="checkbox"/> _____	(9) Pasturas en Callejones	<input type="checkbox"/> _____
(5) Siembra de Árboles Frutales	<input type="checkbox"/> _____	(10) Otras, mencione:	<input type="checkbox"/> _____

¿Cuál de estas prácticas considera usted que es más importante?, Escriba el número _____ ¿Por qué? _____

Prácticas en las instalaciones:

	Años		Años
(1) Cercas vivas y/o terrazas	<input type="checkbox"/> _____	(4) Ordeño Limpio	<input type="checkbox"/> _____
(2) División y Rotación de Potreros	<input type="checkbox"/> _____	(5) Salas de Ordeño	<input type="checkbox"/> _____
(3) Cortinas Rompe Vientos	<input type="checkbox"/> _____	(6) Otras, Mencione:	<input type="checkbox"/> _____

¿Cuál de estas prácticas considera usted que es más importante?, Escriba el número _____ ¿Por qué? _____

Seguridad y bienestar laboral:

	Años
(1) Espacio adecuado para almacenar productos agropecuarios	<input type="checkbox"/> _____
(2) Espacio adecuado y equipo para personal de trabajo	<input type="checkbox"/> _____
(3) Otras, Mencione:	<input type="checkbox"/> _____

¿Cuál de estas prácticas considera usted que es más importante?, Escriba el número _____ ¿Por qué? _____

Otras Prácticas

	Años
(1) Mejoramiento Genético	<input type="checkbox"/> _____
(2) Biodigestores	<input type="checkbox"/> _____
(3) Otras, Mencione:	<input type="checkbox"/> _____

¿Cuál de estas prácticas considera usted que es más importante?, Escriba el número _____ ¿Por qué? _____

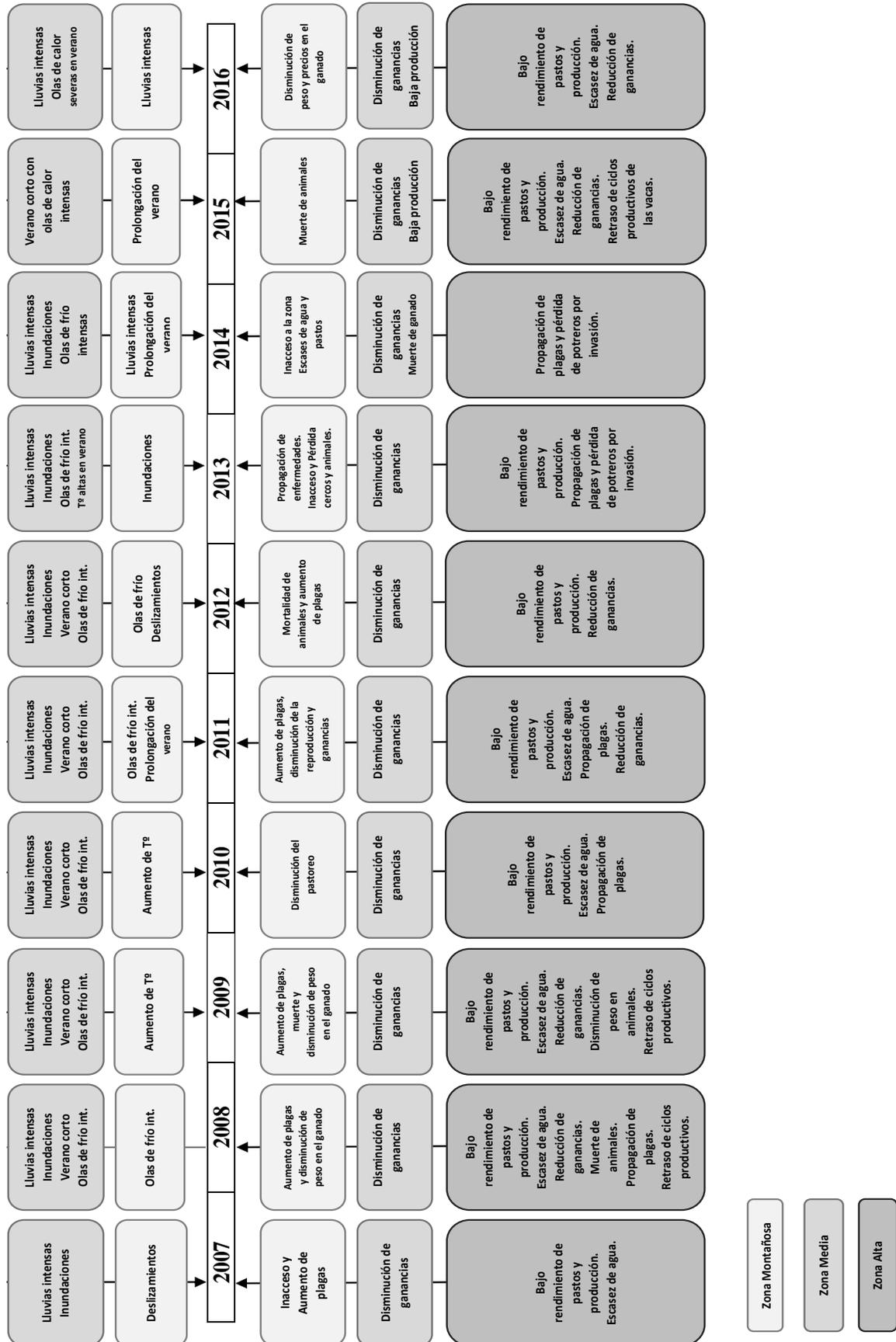
¿Cuál (es) de todas las prácticas mencionadas anteriormente ha implementado y ha abandonado? ¿Cuáles fueron las razones de abandono?

Práctica abandonada:	Razones:	Práctica Abandonada:	Razones:
_____	_____	_____	_____
(1) Costo	<input type="checkbox"/> _____	(1) Costo	<input type="checkbox"/> _____
(2) No es efectiva	<input type="checkbox"/> _____	(2) No es efectiva	<input type="checkbox"/> _____
(3) Otras razones, Mencione:	<input type="checkbox"/> _____	(3) Otras razones, Mencione:	<input type="checkbox"/> _____

Agradezco mucho su colaboración y atención, ha sido parte de un proceso de formación de conocimiento de gran utilidad para mí como estudiante y como investigador.

Observaciones:

18.2 Línea de tiempo: eventos climáticos e impactos en la producción láctea



18.3 Entrevista semiestructurada: análisis económico de buenas prácticas ganaderas implementadas



Protocolo de Entrevista
Entidad: **Productores de Leche pertenecientes a CRELS**

Nº de entrevista: _____
Lat.: _____ Long.: _____
Altitud (msnm): _____

Lugar de entrevista: _____ Fecha: ____ / ____ /2017
Buen día. Mi nombre es Carmen García, estudiante de CATIE y estoy aquí con el objetivo de encuestarle para conocer su opinión y recibir sus comentarios sobre los costos que incurren en la producción de leche. su participación es voluntaria, si no desea participar, o si existe alguna pregunta que no desea contestar puede decírmelo sin ningún problema. Si en algún momento es incómoda y no quiere continuar por favor me lo hace saber. Su respuesta es anónima. Esta será estudiada en conjunto y no se analizará en particular. En caso de que mi pregunta no sea clara o desee una explicación adicional no dude en preguntarme. Solicito su autorización para poder tomar notas y fotografías de la entrevista con el objetivo de no perder la información y analizarla posteriormente.

1.) DATOS GENERALES Y PERFIL DE LA FINCA

Nombre del Hato: _____ Socio del CREL: _____ Propietario: _____ # de Tel. _____
Nivel de Educación: Primaria completa Primaria incompleta Secundaria completa secundaria incompleta U. completa U. incompleta
Número de lotes: _____ Área por lotes (mz.): _____ Área total del hato (mz): _____ Área dedicada a la ganadería (mz): _____
Antigüedad de la finca en años: _____ Topografía de la finca: plana ondulada ladera

Distribución aproximada del área de la finca:
Material / Cantidad sembrada
Cultivo permanente: _____ mz.
Pastoreo: _____ mz.
Pastizal natural: _____ mz.
Pastizal mejorado: _____ mz.
Cultivo agrícola: _____ mz.
Área forestal: _____ mz.
Pasto de corte: _____ mz.
Otro: _____ mz.

Ganado Bovino			
	Cantidad	Edad	Raza
Vacas en ordeño:	____/____	____/____	____/____
Vacas horras:	____/____	____/____	____/____
Terneras o vaquillas:	____/____	____/____	____/____
Terneras amamantando:	____/____	____/____	____/____
Terneros amamantando:	____/____	____/____	____/____
Semental/Padrón:	____/____	____/____	____/____
Bueyes:	____/____	____/____	____/____
Toretas:	____/____	____/____	____/____
Otros:	____/____	____/____	____/____
Animales de descarte:	____/____	____/____	____/____

Proporción de la genética: _____
Nº de nacimientos al año: _____
Mortalidad al año: _____
Causas: Infec. intestinales: respiratorias: Otras:
Mencione cuales: _____

Área de Reforestación sin intervención del ganado (mz): _____
¿Desde cuándo reforesta? _____ Número de árboles por mz.: _____
Frutales maderables ambos Especies sembradas: _____

¿Cuántos potreros tiene y cuánto miden cada uno?

¿Cuál es el tipo de cerca utilizado en las áreas de pastoreo?
Alambre de púas Eléctrica Ambas Ninguna
Periodo de ocupación (días) por potrero en verano: _____, l' en invierno: _____
Horas de ocupación por día en verano: _____, l' en invierno: _____
Periodo de descanso en verano (días): _____, l' en invierno: _____
Capacidad de carga en verano: _____, l' en invierno: _____

¿Arrenda tierras adicionalmente a las de su propiedad? Sí No
Cuántas manzanas en alquiler y costo por mz. (l.p/mz.): _____
¿Nos podría decir cuál es el uso que le da a esas tierras?

Tipo de manejo
En época de lluvia: l' en época seca:
Estabulado: Estabulado:
Semi estabulado: Semi estabulado:
Pastoreo puro: Pastoreo puro:
Otro, ¿Cuál?: _____ Otro, ¿Cuál?: _____

2.) PARAMETROS ECONOMICOS (Tomando como referencia el último año)

La época de verano dura desde _____ hasta _____ y la época de invierno dura desde _____ hasta _____.

INGRESOS TOTALES

Producción de Leche Invierno			Producción de Leche en Verano		
Número de ordeños al día		Lts.	Número de ordeños al día		Lts.
Producción diaria de leche /hato		Lts.	Producción diaria de leche /hato		Lts.
Producción de leche para autoconsumo diario		Lts.	Producción de leche para autoconsumo mensual		Lts.
Cantidad de leche que consume el ternero diario		Lts.	Cantidad de leche que consume el ternero mensual		Lts.
Cantidad rechazada en promedio mensual por el CREL		Lts.	Cantidad rechazada en promedio mensual por el CREL		Lts.
Producción de leche para la venta diario		Lts. / Lps/Lt	Producción de leche para la venta diario		Lts. / Lps/Lt
Cantidad de Leche producida Tipo A mensual		Lts. / Lps/Lt	Cantidad de Leche producida Tipo A mensual		Lts. / Lps/Lt
Cantidad de Leche producida Tipo B mensual		Lts. / Lps/Lt	Cantidad de Leche producida Tipo B mensual		Lts. / Lps/Lt

¿En el caso de que le hayan rechazado leche, por qué? Problemas de calidad e higiene sobreproducción otras ¿Cuáles?, Mencione: _____

¿Procesa leche? Sí No Si su respuesta es sí, esta es para autoconsumo o para comercializar ; si es para comercializar, entonces llenar el sig. Cuadro:

Invierno		
Tipo de procesamiento	Libras al día	Precio por Libra
Queso		
Mantequilla		
Cuajada		
Quesillo		

Verano		
Tipo de procesamiento	Libras al día	Precio por Libra
Queso		
Mantequilla		
Cuajada		
Quesillo		

Ingresos por Venta de Animales (Tomando como referencia el último año)
Invierno **Verano**

	Cantidad	Precio/animal	Precio/libra		Cantidad	Precio/animal	Precio/libra
Vacas para descarte/año				Vacas para descarte/año			
Terneros para descarte/año				Terneros para descarte/año			
Terneras para descarte/año				Terneras para descarte/año			
Novillos (as) para engorde/año				Novillos (as) para engorde/año			
Machos adultos				Machos adultos			

GASTOS EN ALIMENTACION POR CABEZA (Lps.)

¿Les brinda el alimento de manera diferenciada? Sí No Si su respuesta es Sí, entonces llenar el sig. Apartado.

Vacas en producción					Vacas Secas				
	Kg /vaca/ al día	Presentación (quintal, bolsa)	Cantidad / mes	Precio por presentación		Kg /vaca/ al día	Presentación (quintal, bolsa)	Cantidad / mes	Precio por presentación
Alimento base (balanceado)					Alimento base (pre parto)				
Ciclotrom					Minerales (vaca seca)				
Minerales					Minerales (pre parto)				
Concentrado					Concentrado				
Melaza					Melaza				
Pasto de Corte					Pasto de Corte				
Otros					Otros				

Terneras de 0 a 12 meses					Novillas de 12 a 24 meses				
	Kg/día/ ternera	Presentación (quintal, bolsa)	Cantidad / mes	Precio por presentación		Kg/ novilla/ día	Presentación (quintal, bolsa)	Cantidad / mes	Precio por presentación
Reemplazador lácteo					Alimento pro fase				
Iniciador para terneras					Mantenimiento de novillas				
Desarrollo para terneras					Minerales				
Minerales					Otros				
Otros									

Si no hay diferenciación de alimento entonces llenar el sig. Apartado:

Invierno

	(mz sembradas)	Material	Lbs/cabeza/día
Heno			
Ensilaje			
Caña de azúcar			
Pasto de Corte			
Pasto Mejorado			
Pasto natural			
Otros:			

Verano

	(mz sembradas)	Material	Lbs/cabeza/día
Heno			
Ensilaje			
Caña de azúcar			
Pasto de Corte			
Pasto Mejorado			
Pasto natural			
Otros:			

Invierno

	Kg al día	Presentación (quintal, bolsa)	Precio por presentación
Sales y Minerales			
Concentrado			
Melaza			
Otros productos:			

Verano

	Kg al día	Presentación (quintal, bolsa)	Precio por presentación
Sales y Minerales			
Concentrado			
Melaza			
Otros productos:			

EQUIPO SANIDAD ANIMAL

Descripción	Precio/Unidad	Cantidad/año
Jeringas		
Pomadas		
Yodo		
Otros, Mencione:		

MANTENIMIENTO DE EQUIPO Y SANIDAD A.

Descripción	Precio/Unidad	Cantidad/año

INSUMOS PARA SANIDAD ANIMAL Y REPRODUCCION

	Material que aplica	Indicado para:	Nº de aplicaciones al año	Cantidad/cabeza	Costo por presentación
Vitaminas (vacas en reproducción)					
Vitaminas (terneras)					
Vitaminas (novillas)					
Vacunas (vacas en reproducción)					
Vacunas (terneras)					
Vacunas (novillas)					
Desparasitantes externos (vacas en reproducción)					
Desparasitantes externos (terneras)					
Desparasitantes externos (novillas)					
Desparasitantes internos (vacas en reproducción)					
Desparasitantes internos (terneras)					
Desparasitantes internos (novillas)					
Control de mastitis					

Mejoramiento Genético: lo realiza por inseminación artificial o con la compra de padrón

COSTOS FINANCIEROS

¿Ha realizado algún préstamo? Si No . Si su respuesta es Sí, Por favor Contestar lo siguiente:

¿Cuál ha sido la finalidad del préstamo? Compra de tierras Compra de insumos agrícolas Compra de animales
Gastos Personales Mejoras de infraestructura Otros, Especifique: _____

¿En qué año adquirió el préstamo? _____ ¿De cuánto es la cuota? _____ ¿Cuál es el % de interés? _____ Forma de pago: _____

GASTOS GENERALES (Lps.)

	Costo mensual		Cantidad al año	Costo/ actividad		Descripción	Cantidad Utilizada al año	Costo por unidad
Energía		Mantenimiento de vehículos			Equipo de Recolección y Materiales de Limpieza			
Agua		Reparación de equipos						
Combustible		Otros:						

La venta de leche, ¿la realiza en las instalaciones de la finca o la lleva al Crel ?,

Si es llevada al Crel, ¿Qué medio utiliza? * ¿Carro propio? ¿Cuánto gasta de combustible diario en Lps.? _____

* ¿Alguien la recoge? ¿Cuánto paga diario en Lps. para que la recojan? _____

* ¿Tracción animal?

¿Que otros gastos incurre para movilizarla? _____

MANO DE OBRA

M.O. Permanente			M.O. Ocasional				M. O. Familiar			
Actividad	Nº de empleados	Pago Mensual/ empleado	Actividad	Nº de empleados	Días /semanas que trabaja al año	Pago/día/ semana que trabaja al año	Actividad	Nº de empleados	Días/ semanas que trabaja al año	Pago/día/ semana/ mes que trabaja al año
Administrador										
Ordeñadores										
Peones										
Otros:										

¿Recibe visitas de técnicos? Sí No ¿Cuántas visitas al año? _____ ¿Cuál es el costo por cada visita en Lps.? _____

¿Qué actividad realizan? _____

FERTILIZANTES Y HERBICIDAS

Descripción	Costo por presentación	¿A cuántas mz. Le aplica el producto?	¿Qué cantidad aplica por mz.? (ml; gr.)	¿Cuántas aplicaciones por mz. al año?
Fertilizante				
Glifosato				
Gasto en 2-4D + Picloram (litro)				
Adherente				
Enmiendas anuales				
Otros, Especifique:				

INVERSIONES
INVERSIONES EN
INFRAESTRUCTURA

A.) COSECHAS DE AGUA

¿Cuál es el tipo de cosechadora que implementa?	¿Cuánto mide?	¿En qué año implementó este sistema?	¿Cuál es la vida útil del sistema (años)?	¿Cuál es la capacidad de agua que retiene, Litros?
Pila				
Tanque				
Lagunas artificiales				
Otro, ¿Cuál?				

MATERIALES NECESARIOS PARA SU IMPLEMENTACIÓN		
Descripción	Cantidad	Precio

MANO DE OBRA NECESARIA		
Labor realizada	Cantidad de Obreros	Costo por obrero

B.) GALERONES

Cantidad de galerones: Cuanto mide:	
¿Fecha de creación?	¿Cuál es la vida útil de la galera (años)?

C.) CORRALES

Cantidad de corrales: Cuanto mide:	
¿Fecha de creación?	¿Cuál es la vida útil del corral (años)?

D.) BODEGAS

Cantidad de bodegas: Cuanto mide:	
¿Fecha de creación?	¿Cuál es la vida útil de la bodega (años)?

E.) SALA DE ORDEÑO

Cantidad de salas de ordeño: Cuanto mide:	
¿Fecha de creación?	¿Cuál es la vida útil de la sala (años)?

MATERIALES	Precio	Cantidad
MANO DE O.	Costo	Cantidad

MATERIALES	Precio	Cantidad
MANO DE O.	Costo	Cantidad

MATERIALES	Precio	Cantidad
MANO DE O.	Costo	Cantidad

MATERIALES	Precio	Cantidad
MANO DE O.	Costo	Cantidad

F.) DIVISION DE POTREROS

¿Cuándo comenzó a dividir?	
¿Cuál es la vida útil de cada división (años)?	
¿Cuál es la distancia que tiene cercada con postes u otro material?	

Para una distancia de: _____ metros ¿Cuáles son los costos necesarios para realizarlo?		
MATERIALES	Precio	Cantidad
Alambre de pías		
Postes muertos		
Grapas		
Otros Especifique		
MANO DE O.	Costo	Cantidad
Corte de postes		
Siembra de postes y estacas		
Otros Labores Especifique		

G.) INVERSIONES EN EQUIPO

Tipo de Ordeño: Manual: _____
Mecánico: _____

EQUIPO DE ORDEÑO	Precio	Cantidad	Antigüedad/años
Máquina de ordeño			
Otros (Especifique)			
OTRO EQUIPO			
Picadora			
Bomba para fumigar			
Bomba y sistema para riego			
Tractor o implementos			
Otros (Especificar)			

BUENAS PRACTICAS

H.) ESTABLECIMIENTO DE BANCO FORRAJERO

PROTEINICO **ENERGETICO**

Año de implementación del sistema	¿Cuál es el total, en m ² ?	¿Qué especie tiene sembrada?	¿Cuál es la vida útil del sistema (años)?	¿Cuánto cosecha al año en kg?	¿Cuál es el precio de forraje por kg en la zona

¿Si tuviera que comprar este producto, hasta cuánto pagaría por kg de forraje? _____

INSUMOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								
Semilla										
Estacas										
Herbicida										
Fertilizante										
Otros insumos (Especificar)										

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros
Chapia										
Siembra										
Fertilización										
Re Siembra										
Control de malezas										
Corte										
Cercado										
Otras Labores (Especificar)										

¿Qué beneficios monetarios obtiene con la siembra del banco forrajero?

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

I.) CERCAS VIVAS

Año de implementación del sistema	¿Qué especies tiene sembradas?			¿Cuál es la vida útil del sistema (años)?	¿Cuál es la distancia entre cada poste vivo?	¿Cuál es la distancia que tiene cercada total?
	Maderables	Frutales	Otras			

Para una distancia de: _____ metros.

¿Cuál es la inversión necesaria para su implementación?

INSUMOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								
Postes vivos										
Alambre de Púas										
Grapas										
Cuerda										
Insecticida										
Socadores										
Otros insumos (Especificar)										

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /jornal	Cantidad /jornales								
Implementación										
Jornales										
Poda										
Mantenimiento										
Reparaciones										
Otras Labores (Especificar)										

¿Qué beneficios monetarios obtiene con la implementación de Cercas vivas?

BENEFICIOS		Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
Autoconsumo	Venta	Precio	Cantidad								
Frutas											
Leña											
Madera											
Otros:											

J.) BLOQUES MULTINUTRICIONALES

Año de implementación del sistema	¿Cuál es la vida útil del sistema (años)?	¿Cuál es la cantidad que prepara al año?	¿A cuántas cabezas alimenta con esa cantidad?	¿Cuántos bloques por cabeza y cada cuánto?	¿Existe algún precio por bloque?

INSUMOS/Presentación	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								
Harina de maíz										
cemento										
melaza										
Pasto (afrecho)										
Sal común										
Cal viva										
Urea										
Pecutrín										
Otros insumos (Especificar)										
EQUIPO										
Tubos										
barril										
Otros (Especificar)										

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /jornal	Cantidad /jornales								
Elaboración										
Soldadura										
Otras Labores (Especificar)										

¿Qué beneficios monetarios obtiene con la implementación de bloques nutricionales? ¿Los vende? Si No

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

K. ESTABLECIMIENTO DE PASTOS DE CORTE

Año de implementación del sistema	¿Qué material tiene sembrado?	¿Cuál es el total, en m ² o m?	¿Cuántos cortes realiza al año?	¿Cada cuánto se realizan esos cortes?	¿Cuál es la vida útil del sistema (años)?

INSUMOS/MATERIALES	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								
Semilla										
Estacas										
Herbicida										
Fertilizante										
Otros: especificar										

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros
Chapia										
Siembra										
Fertilización										
Re Siembra										
Control de malezas										
Corte										
Cercado										
Otras especificar:										

¿Qué beneficios monetarios obtiene con la implementación de esta práctica?

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

L. ENSILAJE

Año de implementación del sistema	¿Cuál es el total, en m ² o m ³ de pasto de corte?	¿Cuál es el material base para el ensilaje, pasto, maíz, alfalfa, sorgo, avena?	¿Cuál es la vida útil del sistema (años)?	¿Cuánto ensila al año en kg?

ADITIVOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								
Melaza										
Urea										
Bacterias										
Otros aditivos (Especificar)										
TIPO DE ENSILAJE										
Plástico										
Trincheras										
Tanques										
Otro (especificar)										

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros
Limpieza del terreno										
Siembra										
Corte y acarreo del material										
Picado, llenado y compactación										
Otras Labores (Especificar)										

¿Qué beneficios monetarios obtiene con el ensilaje de forraje?

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

M. PASTOREO BAJO SIEMBRA DE ARBOLES FRUTALES/MADERABLES

Año de implementación del sistema	¿Cuál es el total, en m ² que tiene sembrado?	¿Qué especies tiene sembrada?	¿Cantidad de árboles por manzana?	¿Cantidad de cosechas (madera/frutas) al año?

Considerando un área de _____
¿Cuáles son los costos para su implementación?

INSUMOS/MATERIALES	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								
Semillas/plántulas										
fertilizantes										
Herbicidas										
Otras especificar:										

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros
Chapia										
Siembra										
Fertilización										
Control de malezas										
Otras especificar:										

¿Qué beneficios obtiene con la implementación de esta práctica?

¿Autoconsumo? Sí No ¿Los vende? Sí No

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

L. PASTURAS MEJORADAS

Año de implementación del sistema	¿Cuál es el total, en mz que tiene sembrado?	¿Qué especies tiene sembrada?
-----------------------------------	--	-------------------------------

Considerando un área de _____
 ¿Cuáles son los costos para su implementación?

INSUMOS/MATERIALES	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								
Semillas/plántulas										
fertilizantes										
Herbicidas										
Otras especificar:										

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros
Siembra										
Fertilización										
Control de malezas										
Otras especificar:										

¿Qué beneficios obtiene con la implementación de esta práctica?

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

M. REFORESTACIÓN RESTAURACIÓN ECOLÓGICA O LIBERACIÓN DE ARE

Año de implementación del sistema	¿Total, en mz que tiene sembrado?	¿Qué especies tiene sembrada?	¿Cantidad de árboles por manzana?
-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------

Considerando un área de _____
 ¿Cuáles son los costos para su implementación?

INSUMOS/MATERIALES	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								
Semillas/plántulas										
fertilizantes										
Herbicidas										
Otras especificar:										

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros
Chapia										
Siembra										
Fertilización										
Control de malezas										
Otras especificar:										

¿Qué beneficios obtiene con la implementación de esta práctica?

¿Autoconsumo? Sí No ¿Los vende? Sí No

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

N. ARBOLES DISPERSOS EN POTREROS

¿Existen por regeneración natural? o ¿son plantados?

¿En qué año comenzó a plantar? _____ ¿Cuántos árboles por manzana hay? _____

INSUMOS/MATERIALES	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								
Semillas/plántulas										
fertilizantes										
Herbicidas										
Otras especificar:										

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros

¿Qué beneficios monetarios obtiene con la implementación de esta práctica?

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

L. CERCADO DE LAS FUENTES DE AGUA

Año de implementación del sistema	¿Cuál es la vida útil del sistema (años)?	¿Qué material utiliza para cercar?	¿Cuál es el total, en m ² o m ³ que tiene cercado?

INSUMOS/MATERIALES	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros

¿Qué beneficios monetarios obtiene con la implementación de esta práctica?

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

M.HENIFICACIÓN

¿Cuándo comenzó a elaborar pacas?	¿Cuál es el total sembrado, en m ² o m ³ ?	¿Cuál es la vida útil del sistema (años)?

INSUMOS/MATERIALES	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

MANO DE OBRA	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo /obrero	Cantidad /obreros	Costo/ obrero	Cantidad /obreros

¿Qué beneficios monetarios obtiene con la implementación de esta práctica?

BENEFICIOS	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Precio	Cantidad								

S. ORDEÑO LIMPIO

¿Desde cuándo realiza un ordeño limpio? _____

¿Cuáles son las actividades que realiza antes, durante, después y los insumos necesarios para realizar un ordeño limpio? **MARQUE CON UN CHEQUE LAS QUE SÍ.**

ANTES DEL ORDEÑO	INSUMOS	CANTIDAD UTILIZADA
Planificar el orden de ordeño (primero novillas, luego vacas paridas, luego el resto)		
Despunte (Eliminación y examinación de los primeros chorros)		
Limpia y seca pezones		
Vestimenta adecuada para el ordeñador		
Limpieza y desinfección del equipo de ordeño		
DURANTE EL ORDEÑO	INSUMOS	CANTIDAD UTILIZADA
Manos limpias, secas y desinfectadas del ordeñador		
DESPUES DEL ORDEÑO	INSUMOS	CANTIDAD UTILIZADA
Desinfección y sellado de los pezones		
Limpia y desinfecta el equipo utilizado en el ordeño		
Limpia y desinfecta las instalaciones de ordeño		
Controla el tiempo que la leche permanece sin refrigeración antes de llegar al CREL		
Provee hechaderos limpios y confortables que eviten contaminar las ubres		

Agradecemos mucho su colaboración y atención, ha sido parte de un proceso de formación de conocimiento de gran utilidad para mí como estudiante y como investigador.

OBSERVACIONES:
