



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA**

**ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA EN TRES SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN DE BECERRO EN EL ESTADO DE
VERACRUZ**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

PRESENTA:

MARIANA GEFFROY LÓPEZ

ASESOR:

MVZ PhD Rafael Olea Pérez



Ciudad Universitaria. Cd. Mx.

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatoria

A mi padre, Enrique que siempre me inculcó el amor por la ciencia y por los seres vivos, y que siempre me ha impulsado a ser una mejor persona manteniendo los pies sobre la tierra.

A mi madre Teresa porque es la mujer más fuerte que conozco y tiene el corazón más grande del mundo. Durante toda mi vida ha sido la más cariñosa y ha estado presente en todas las situaciones con los consejos más certeros y justos, mismos que me han dado el impulso necesario para conseguir mis metas.

A mi abuelita Luz, que me enseñó a sonreír hasta en las situaciones más adversas y a dar todo por las personas que quiero.

A mi familia, todos mis tíos y primos que siempre tienen un buen consejo para que las cosas funcionen.

A Enrique M, por ser una luz en los momentos más difíciles, por llenar de risas todo el camino y porque nunca me dejaste caer. Gracias por tu compañía, tu cariño y por nunca perder la fe en mí.

A Itzel y a Frida, porque siempre me inspiran a seguir mis sueños, sin importar lo locos que sean y porque me ayudan a siempre verle el lado bueno a todo lo que pasa. Gracias por darle un significado a la palabra amistad.

A Ari, porque de cierta forma tomamos este camino juntas y sus palabras de aliento siempre eran justo las que necesitaba.

A Diego, Raul, Lucía, Caro, Sandra, Paulo, Paw, Lauro, Aline, Axel, Karen, Jael, Julian, Adrián, Kory, Cynthia, Jaz, Dino, Morton, Aldo, Po y Yessy y a mis demás amigos por acompañarme en este camino y dejarme pedacitos de ustedes que llevo conmigo a donde sea que voy. También a mis amigos del Green, que a pesar de la distancia siempre me brindan su amistad incondicionalmente.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y a la Universidad Nacional Autónoma de México por ser mi casa estos últimos años y por haberme permitido ser parte de su gran comunidad. A los maestros y trabajadores que a lo largo de la carrera me dejaron tantas enseñanzas.

Agradezco al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT clave IV200715) por la beca otorgada y por el apoyo que fue brindado en todo momento para hacer este trabajo de investigación.

Gracias al Dr. Olea por invitarme a formar parte del proyecto y tenerme paciencia al momento de hacer este trabajo, también agradezco todos los consejos, regaños y lecciones que me ayudaron a darme cuenta de lo que en realidad es importante.

Al Dr. Vásquez por ayudarme con el análisis estadístico de este trabajo y explicarme paso a paso lo que se tenía que hacer.

A mis sinodales el Dr. Fernando Livas, Dr. Jesus Jarillo, Dr. Carlos Rebeles Islas y al Dr. Eduardo Santurtún por el tiempo que invirtieron en la revisión del manuscrito y en las correcciones que mejoraron el mismo.

Al Dr. Galina por darme la oportunidad de trabajar con ganado tropical y brindarme los conocimientos y experiencia para entender y querer el campo mexicano.

Gracias también al Dr. Miguel Ángel Alonso por abrirnos las puertas en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensionismo en Ganadería Tropical (CEIEGT). También gracias al Dr. Epigmenio Castillo, al Dr. Jesús Jarillo y a la Dra. Leticia Galindo por la información y ayuda proporcionada.

También gracias al Dr. Felipe Montiel y la Mtra. Cecilia Gómez por la ayuda proporcionada en los municipios de Ursulo Galván y San Andrés Tuxtla.

Finalmente, gracias a todos los productores, ganaderos y trabajadores del estado de Veracruz por dejarnos entrar a sus ranchos y casas. Gracias por compartir su experiencia y la forma en la que ven al mundo.

Contenido

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1 Contexto mundial y nacional de la producción de ganado bovino	3
1.2 Sistemas productivos vaca/becerro en trópico	7
1.2.1 Sistema Monocultivo	9
1.2.2 Sistema silvopastoril	13
1.2.3 Sistema de Acahual	16
1.3 Análisis de Ciclo de Vida enfocado a la producción pecuaria	19
2. JUSTIFICACIÓN	30
3. HIPÓTESIS	31
4. OBJETIVOS	31
4.1 Objetivo general	31
4.2 Objetivo específico	31
5. MATERIAL Y MÉTODOS	32
5.1 Descripción del área de estudio: Veracruz	32
5.1.1 Región Nautla: Martínez de la Torre y Tlapacoyan	34
5.1.2 Región Sotavento: Úrsulo Galván y Paso de Ovejas	36
5.1.3 Región Tuxtlas: San Andrés Tuxtla	37
5.2 Sistemas de estudio	39
5.3 Metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV)	39
5.3.1 Definición de objetivos y alcance	41
• Objetivo del ACV	41
• Alcance	41

• Categorías de impacto	44
6. RESULTADOS	47
6.1 Descripción de las unidades de producción pecuaria (UPP) estudiadas.....	47
6.1.2 Unidades de producción dentro de la región Nautla: municipios de Martínez de la Torre-Tlapacoyan (Región 1)	49
UPP SMO 1:	49
UPP SPP 1	51
UPP SAc 1:.....	53
6.1.3 Unidades de producción dentro de la región Sotavento: Municipios de Úrsulo Galván y Paso de Ovejas	54
UPP SMO 2	54
UPP SPP 2	56
UPP SAc 2:.....	58
6.1.4 Unidades de producción dentro del municipio de San Andrés Tuxtla ...	59
UPP SMO 3a:	59
UPP SMO 3 b	61
UPP SAc3.....	62
6.2 Parámetros productivos del hato	64
6.3 Productividad de las UPP	65
6.4 Parámetros reproductivos.....	67
6.5 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	67
7. DISCUSIÓN	71
8. CONCLUSIÓN	78
9. REFERENCIAS.....	80
Anexo 1.....	96

Índice de figuras

Figura 1. Etapas de un ACV (Tomado de: ISO, 2007)	23
Figura 2. Mapa de la región Nautla (Tomado de SEFIPLAN, 2015)	35
Figura 3. Mapa de la región Sotavento (Tomado de SEFIPLAN, 2015).....	37
Figura 4. Mapa región de Los Tuxtlas (Tomado de SEFIPLAN, 2015)	39
Figura 5. Límites de los sistemas estudiados.....	44
Figura 6. Causas y consecuencias del cambio climático (Traducido de Fuglesdvedt, 2003).....	45
Figura 7. Porcentaje de los principales gases de efecto invernadero emitidos en cada sistema productivo.	68
Figura 8. Emisión de gases de efecto invernadero por etapa productiva.....	69
Figura 9. GEI emitidos en las unidades de producción pecuaria del sistema de monocultivo	70
Figura 10. Producción de leche dentro de las unidades de producción pecuaria con sistema de monocultivo.....	71

Índice de cuadros

Cuadro 1. Principales características productivas de los sistemas monocultivo, silvopastoril y acahual de producción de becerros en trópico.	18
Cuadro 2. Principales categorías de impacto evaluadas en el ACV (Traducido de ISO, 2007).....	26
Cuadro 3. Principales estudios de ACV realizados en el trópico.....	28
Cuadro 4. Principales características de las UPP evaluadas, por región de estudio.	48
Cuadro 5. Parámetros productivos del hato productivo. Peso y ganancias diarias de peso.	64
Cuadro 6. Producción de los predios de los sistemas productivos.	65
Cuadro 7. Alimentación de los animales de cada uno de los sistemas productivos. Alimento ofrecidos e inclusión de alimentos en la dieta.	66
Cuadro 8. Estimado de aporte de proteína cruda por etapa productiva.	66
Cuadro 9. Parámetros reproductivos de los tres sistemas de producción de becerro.	67
Cuadro 10. Distribución de las emisiones de GEI en los diferentes sistemas de producción de becerros en Veracruz, KgCO ₂ eq /Kgpv-1.	68

Abreviaturas

ACV: Análisis de Ciclo de Vida

CA: Carga Animal

CH₄: Metano

EM: Energía metabolizable

EICV: Evaluación de Inventario de Ciclo de Vida

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

GDP: Ganancia Diaria de Peso

GEI: Gases con Efecto Invernadero

ICV: Inventario de Ciclo de Vida

IPCC: Panel intergubernamental sobre cambio climático

MEMSIS: Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales
Incorporando Indicadores de Sustentabilidad

MS: Materia Seca

N: Nitrógeno

P: Fósforo

PC: Proteína Cruda

PA: Potencial de Acidificación

PCG: Potencial de Calentamiento Global

PE: Potencial de Eutrofización

SAC: Sistema acahual

SAFA: Evaluación de Sostenibilidad para la Agricultura y la Alimentación

SMo: Sistema monocultivo

SSP: Sistema silvopastoril

UF: Unidad funcional

UPP: Unidad de producción pecuaria

RESUMEN

GEFFROY LÓPEZ MARIANA. Análisis de Ciclo de Vida en Tres Sistemas de Producción de Becerro en el Estado de Veracruz (Bajo la dirección de: MVZ PhD Rafael Olea Pérez).

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una herramienta que evalúa el impacto ambiental de un producto o proceso a través de todo su ciclo de vida. Una de las categorías que mide el ACV es el potencial de calentamiento global que estima los gases de efecto invernadero (GEI). Según la FAO, la producción bovina es uno de los principales emisores de GEI en el sector agropecuario por lo que la caracterización y evaluación de los sistemas productivos es de vital importancia para mitigar el cambio climático.

El estado de Veracruz es uno de los principales productores de ganado bovino del país, y esta actividad comúnmente se lleva a cabo en sistemas de monocultivo (SMo) con gramíneas introducidas o nativas, aunque persisten también unidades de producción pecuaria (UPP) que realizan la ganadería en vegetación selvática secundaria o acahual (SAc) o con asociaciones de leguminosas forrajeras y otros componentes como lo sería el sistema silvopastoril (SPP).

En este trabajo se implementó el ACV en tres regiones del estado de Veracruz, evaluando las UPP de producción de becerro de cada región. Dentro de cada región se contó con UPP de cada sistema productivo, siendo evaluadas nueve en total. Se siguió la metodología del ACV por lo que se consideraron todos los insumos que entraron y salieron de la cadena productiva para así armar el inventario de ciclo de vida y para estimar los GEI se tomó como unidad funcional 1 kg de becerro en pie para poder estimar los Kg de CO₂ equivalente producidos por cada uno de los sistemas productivos. En la evaluación también se incluyeron los parámetros productivos de hato, reproductivos y producción del predio de cada una de las nueve UPP que fueron evaluadas.

Al finalizar la evaluación y comparar estos sistemas productivos, estos resultaron tener una gran dispersión a pesar de estar dentro de la misma categoría y se demostró que existieran diferencias significativas entre los sistemas. Esto se debe a que a pesar de que la alimentación de los animales era distinta entre sistemas productivos, la inclusión de los ingredientes ofrecidos no era la suficiente para ocasionar cambios en los parámetros productivos y en la producción de emisiones.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto mundial y nacional de la producción de ganado bovino

Hoy en día el crecimiento de la población mundial ejerce presión sobre los sectores dedicados a la obtención de alimentos. Mientras la población crece, la necesidad sobre la producción, comercialización y distribución de alimentos y proteína de origen animal, como lo son la carne de bovino, pollo y cerdo, aumenta. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), anualmente se producen 332 millones de toneladas de carne en todo el mundo, sin distinción entre las especies domésticas y se ha observado un crecimiento del 3% anual. Dentro de este grupo, la producción mundial de carne de res representa un 21% de la producción total de carne (FAO, 2017). Los principales productores de ganado bovino son los Estados Unidos de América (EUA), Brasil, China y la India, produciendo aproximadamente 62% de la producción mundial de carne de bovino, seguido de países como Argentina, México, Australia y Turquía (FIRA, 2017). A pesar de no estar dentro de los 5 primeros lugares en producción de carne de bovino, nuestro país ocupa el sexto lugar.

La carne de bovino es uno de los principales productos que se pueden obtener de la cría de becerros. En años recientes tanto en el mundo como en nuestro país se ha observado una tendencia en el aumento del consumo de carne debido a que la población de los países en desarrollo tiene un mayor poder adquisitivo, por ende la demanda de proteína de mejor calidad crece (FIRA, 2017; SAGARPA, 2012). Sin embargo, el consumo de carne de bovino no se ha modificado sustancialmente ya que en el año 2016 se consumieron 6.5 kg per cápita mundialmente, siendo que 10 años antes el consumo era de 6.7 kg per cápita (FIRA, 2017). Lo que quiere decir que, pese a cambios en la preferencia del tipo de carne, la carne de res sigue siendo importante en la dieta, porque su consumo per cápita no se ha visto reducido. En contraste, México tiene un mayor consumo per cápita que el promedio mundial, ya que anualmente un mexicano consume 15.4 kg de carne de res (Consejo Mexicano de la Carne, 2017).

El precio de la carne y del ganado en pie siempre ha estado ligado al precio de los granos y a otros insumos importantes para su producción, como lo son los combustibles y los fertilizantes. Los altos precios de estos insumos y el desabasto de animales para engorda en el periodo que va del año 2006 al 2017, ocasionaron que el precio de la carne de bovino se incrementara, razón por la que el consumo de ésta solo creció un 0.1% mundialmente en once años y como consecuencia las personas optaron por consumir proteína animal más económica como es el caso de la carne de pollo y cerdo (FIRA, 2017). Por lo tanto, el sector dedicado a la producción de carne de bovino debe de tener alternativas para el reemplazo de estos insumos, o si no tiene que hacer más eficiente el uso de estos, para poder competir en el mercado con las carnes de otras especies que son ofertadas al consumidor.

Pese a que la carne de res es de las más caras dentro del mercado nacional en México, la cría de bovinos de carne es una de las actividades del sector agropecuario con mayor importancia económica y social y es de las más difundidas en el medio rural practicándose en todas las regiones del país. Alrededor del 58% del territorio nacional es utilizado para esta actividad (110 millones de hectáreas) con un aproximado de 553 mil unidades de producción pecuaria (UPP) dedicadas a la cría y engorda de ganado bovino (Román *et al.*, 2012).

Debido a esta actividad existen alrededor de un millón de empleos directos y tres millones de empleos indirectos, convirtiéndolo en una de las principales actividades económicas del sector rural en nuestro país, incluyendo así a ganaderos, empresarios, proveedores de insumos, médicos veterinarios e ingenieros agrónomos (Secretaría de Economía, 2007). Al ser una de las actividades más importantes dentro del campo mexicano esta tiene la capacidad para ser un medio que actúe en contra de la pobreza y el abandono de las zonas rurales de nuestro país, ayudando así a la formación de economías locales fuertes.

En el año 2016, México se posicionó como el sexto productor mundial de carne de bovino, el primer lugar de las exportaciones de ganado en pie y el décimo lugar en

exportación de carne (Mexican Beef, 2017). En números, esto se traduce a que en nuestro país se producen 1.9 millones de toneladas de carne al año y se exportan 1.13 millones de cabezas de ganado bovino a los EUA. La participación de este producto en la producción pecuaria nacional es del 9.1% (SIAP, 2017). Se ha visto que desde el 2012 la producción de becerros y de carne ha ido en aumento, debido a la recuperación del hato ganadero y a condiciones climáticas que favorecen la cría de ganado (FIRA, 2017).

Pese a su precio, la carne de bovino es de gran importancia en el mercado nacional, ya que los consumidores la prefieren por su sabor, textura y porcentaje de grasa (Rubio-Lozano *et al.*, 2013). Además, es un producto que puede obtenerse en cualquier época del año, por lo que en la República Mexicana su disponibilidad lo hace un producto predilecto (SIAP, 2017) y en un país con más de 123 millones de habitantes, es de vital importancia aumentar la producción para así poder alimentar a la población con proteína de origen animal inocua y de calidad (SAGARPA, 2012; World Bank Group, 2018).

Aunado a que existe un buen mercado nacional, la producción bovina mexicana también desempeña un papel importante en el ámbito internacional. El mercado mexicano tiene una estrecha relación con nuestro país vecino: Estados Unidos de América. Desde que se creó el Comité Binacional México-Estados Unidos para la erradicación de la tuberculosis bovina en 1993, con la implementación de medidas para mejorar la sanidad y el control de enfermedades, cada vez más estados pueden exportar carne o ganado en pie del otro lado de la frontera (Gobierno del Estado de Veracruz y SAGARPA, 2009). Por estas razones el ganado en pie ha sido uno de los principales productos del sector agropecuario que exporta nuestro país de los cuales los EUA recibe la mayor parte; en el 2016 recibieron 1.13 millones de cabezas de ganado bovino (FIRA, 2017). También en el año 2016, al ser nuestro principal socio comercial, México le vendió 168 mil toneladas y adquirió 109 mil toneladas de carne de res. Otros importantes socios comerciales a los que se exporta carne de bovino o ganado en pie son: Canadá, Chile, Japón, Tailandia y Hong Kong (USDA, 2017). Por cuarto año consecutivo, México tuvo un índice

superavitario en la balanza económica correspondiente a la producción de carne de res y al ganado en pie, esto quiere decir que en el año 2017 el sector produjo más carne de la que se consumió dentro de nuestro país, en el cual el saldo fue de 52 mil toneladas de carne y 598.1 millones de dólares (SAGARPA y SIAP, 2017). En estos momentos el intercambio económico entre estos países se ve amenazado por la cancelación del TLCAN, por lo que el sector pecuario se mantiene a la espera de noticias por parte del gobierno (USDA, 2017). A pesar de esto el gobierno mexicano se ha dado a la tarea de incrementar el número de socios comerciales, a su vez elevando los estándares de calidad e inocuidad de sus productos, así como el bienestar animal dentro de las UPP (SIAP, 2017). En el año 2016 se impulsó la certificación “halal” en nuestro país con lo que se pretende empezar la exportación de carne de bovino a Medio Oriente y también en 2017 se exportó por primera vez ganado en pie a Indonesia (USDA, 2017;FIRA, 2017).

En cuanto a la distribución de las UPP en la República Mexicana el 62.5% de la producción nacional se concentra en 10 estados que son: Jalisco, Chiapas, San Luis Potosí, Baja California, Durango, Michoacán, Chihuahua, Sonora, Sinaloa y Veracruz, siendo este último el que registra la mayor producción en el país con el 13.4% (FIRA, 2017).

Veracruz es el principal productor de ganado bovino de la República, en el cual los sistemas de producción de ganado doble propósito son los predominantes, de los cuales obtenemos leche y becerros, y en la mayor parte del estado ésta es de tipo extensivo (Román, 2012). En este estado se tiene el 13% del inventario nacional de bovinos con un total de 4,213,809 cabezas y para la producción de carne y leche se destina el 50.4% de la superficie estatal (SIAP, 2014;SAGARPA, 2009). Solamente en Veracruz se produce el 13.4% de la carne que se consume y exporta a nivel nacional. La cría de bovinos es de las actividades más importantes de este estado, generando alrededor de 35 mil empleos remunerados (Román, Aguilera y Patraca, 2012), siendo el principal ingreso y en la mayoría de los casos el único ingreso del 71.87% (SAGARPA, 2009) de los ganaderos que participan en esta actividad (FIRA, 2017). Además, existen 116 mil UPP que se dedican a esta actividad y es el

principal emisor de ingreso en el sector pecuario, contribuyendo con casi dos quintos del valor total. (Román, 2012). En el año 2016, se produjeron 469, 665 miles de toneladas de ganado en pie, a un precio de \$30.6 pesos el kg, por lo que el ingreso total que dejó este rubro en Veracruz fue de 14 mil millones de pesos. En ese mismo año en lo que se refiere a carne de bovino en canal, se sacrificaron 1.07 millones de cabezas de ganado, produciendo así 252,402 toneladas de carne con un precio de \$58.82 por kilogramo, por lo que en total la producción de carne dejó una derrama económica de casi 15 millones de pesos en el estado (SIAP, 2016). La parte norte del estado de Veracruz se dedica principalmente a la cría de becerros para su exportación a los Estados Unidos, y las partes centro y sur del estado se dedican a la cría de ganado para el autoconsumo y proveen de carne a la zona metropolitana y a los estados del centro del país (Román, 2012).

En resumen, la producción de carne de bovino mundial, nacional y en el estado de Veracruz es una actividad pecuaria que tiene una gran importancia en todos los ámbitos tanto sociales como económicos. Por lo tanto, la promoción de esta actividad y la investigación para mejorar la productividad, eficiencia y la calidad de los productos que provienen de la cría de becerros es una actividad necesaria tanto en México como en el mundo. Debido a que Veracruz se encuentra en una región tropical será importante revisar los diferentes sistemas productivos que se tienen en el trópico.

1.2 Sistemas productivos vaca/becerro en trópico

Las regiones tropicales del mundo se encuentran entre las líneas que delimitan el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio. Como características generales en el trópico húmedo puede encontrarse una temperatura media entre los 20 a 28°C y una precipitación anual entre los 1500 a 2500 milímetros. En estas regiones vive un tercio de la población mundial y se ha observado crecimiento demográfico en los últimos años, que conlleva a la necesidad de producir los alimentos de forma local (Osborne, 2000). Por lo tanto, en los países tropicales, que generalmente son los

países en vías de desarrollo, los sistemas de producción de ganado han cobrado importancia como medio en los que se puede disminuir la pobreza, mejorar la seguridad alimentaria y disminuir el impacto ambiental (Oosting, 2014).

Además, es importante mencionar que la producción de alimentos de origen animal en el trópico húmedo se ve beneficiada por diversos factores. El principal de estos es la disponibilidad de agua para la producción de forraje y para el consumo de los animales, al igual que una extensa superficie dedicada a esta actividad (Magaña y Martínez, 2006). El costo por alimentación de los animales es bajo, ya que en la mayoría de las UPP solo se les provee a los animales con el forraje de los potreros y en muy pocos casos se llegan a ofrecer suplementos que consisten en subproductos agrícolas producidos en zonas aledañas como la caña, el plátano y los cítricos (Román, 1981).

Las zonas tropicales en México ocupan aproximadamente 25% del territorio nacional y tienen los recursos suficientes para la producción de diversos productos pecuarios, en cuanto a la carne de res, tiene una población animal abundante que podría manejarse mediante distintas estrategias para incrementar su producción (Magaña y Martínez, 2006). Actualmente en el trópico mexicano se produce el 44% de la carne de res que se consume en México (Rojo-Rubio *et al.*, 2009) bajo una gran variedad de sistemas agropecuarios.

El tipo de sistema productivo que se utiliza en cada lugar depende de varios factores, donde el clima, tipo de ganado y la superficie de tierra en la cual se desempeña la cría de los animales son los factores de mayor importancia (Jahnke, 1982). La principal característica de los sistemas pecuarios en el trópico húmedo mexicano es que los animales son criados en grandes extensiones de tierra, es decir en sistemas extensivos (Quero *et al.*, 2015).

Según Conway (1987) los agroecosistemas, que son los ecosistemas modificados por el hombre para obtener alimento, están ordenados jerárquicamente y dentro de la UPP están formados por cuatro componentes: el primero de ellos, el cual se

localiza en el nivel más bajo, es el microambiente, también conocido como el suelo, el segundo es la planta o cultivo que se nutre de este, seguido del denominado sistema pecuario, que son los animales, y por último la persona encargada de cuidar al sistema productivo o en otras palabras el productor o familia responsable del ganado (López-Santiago *et al.*, 2014). El componente cultivo, que en este caso sería el forraje producido dentro del sistema puede provenir de diferentes estratos que son el herbáceo, al nivel del suelo, el arbustivo que ocupa el nivel intermedio y el arbóreo, cuyo dosel forma parte del nivel superior (Flores, 2012).

Estos cuatro componentes son favorecidos o usados en exceso dependiendo del tipo de sistema de producción.

1.2.1 Sistema Monocultivo

En el estado de Veracruz, el componente más favorecido es el cultivo, así debido a las características medioambientales y su gran superficie la mayor parte de la producción se realiza de manera extensiva en praderas con pastos nativos y en algunos casos con praderas mejoradas, pero sin gran diversidad forrajera comúnmente denominados como monocultivos forrajero (Huerta Crespo y Cruz Rosales, 2016), en cuyo caso se favorece el crecimiento de forraje a expensas de los otros tres componentes del agroecosistema. En el sistema de monocultivo (SMo) el componente suelo generalmente es ácido ($\text{pH} < 7$), por lo tanto, tiene un efecto inhibitor sobre la fijación de nitrógeno (N) y puede llegar a tener también deficiencias en otros elementos importantes como lo son el calcio (Ca), magnesio (Mg) y fósforo (P) (Quero *et al.*, 2015).

Partiendo del suelo, en el SMo encontramos al componente cultivo, del cual en este sistema se hace el aprovechamiento de sólo uno de los estratos, que es el herbáceo y como su nombre lo dice se utiliza únicamente una sola especie de gramínea. Generalmente los estratos arbóreo y arbustivo fueron echados a bajo mediante metodologías como “roza, tumba y quema” para así propiciar el crecimiento de praderas (Loker, 1994) .

El componente pecuario regularmente está conformado por ganado cebú puro o por sus cruza con razas europeas, ya que éstas últimas, son más resistentes a las altas temperaturas, a la humedad y a los parásitos presentes en climas tropicales (Améndola et al., 2005).

También en el estado de Veracruz, la ganadería de doble propósito es la principal forma de producción (Gobierno del Estado de Veracruz y SAGARPA, 2009). El objetivo de los sistemas doble propósito es el obtener ingresos diarios a partir de la venta de leche e ingresos estacionales a partir de la venta de becerros y de vacas de desecho (Rojo-Rubio *et al.*, 2009). A los animales se les alimenta solamente con forraje y en muy pocos casos los animales se llegan a suplementar con sales minerales, concentrados o subproductos agrícolas (Román, 1981).

Por último, en el SMO, el componente humano, con lo que respecta a costos de producción, el productor no invierte mucho dinero en la alimentación del ganado, siendo que la principal fuente de alimentación es el forraje que crece en las praderas, las instalaciones son básicas. Así los principales gastos de operación que se tienen son por mano de obra y mantenimiento de los potreros (Román, 1981). El uso de maquinaria es casi nula en la mayoría de los casos, y a su vez se utiliza equipo de trabajo menor como lo serían machetes, picos, palas, carretillas, etc. (Román, 1981). También la planeación y evaluación de las actividades dentro de la UPP es un reto, debido a que en la mayoría de los casos no es común el uso de registros productivos y reproductivos (Magaña y Martínez, 2006).

Por esta razón el componente que tiene mayor importancia es el cultivo forrajero, quedando así con menos atención los otros componentes. No obstante, se pueden aplicar algunas técnicas de manejo al suelo y al ganado que modificarían su productividad. La producción de forraje a partir de gramíneas introducidas en este tipo de sistemas es de 9 a 11 ton MS/ha/año en praderas no fertilizadas, de 9.8 a 16 ton MS/ha/año en praderas fertilizadas, y de 15.6 a 22 ton MS/ha/año en praderas que se fertilizan y que cuentan con riego. En cambio la producción de forraje con gramas nativas se encuentra en un rango de 5 a 15 ton de MS/ha/año

(Machado y Seguí, 1997). El rendimiento de MS puede fluctuar dependiendo de la época del año y por lo tanto la carga animal generalmente varía de 1 a 3 unidades animal (UA) por hectárea (USDA, 2010). Las prácticas de fertilización no están muy difundidas en el estado por lo que las características del suelo son malas dando como resultado una baja producción de materia seca y una calidad nutritiva que en algunas épocas del año no llega a cubrir las necesidades de los animales por lo que pueden entrar en balance energético negativo (Ku Vera *et al.*, 2015).

Uno de los principales nutrientes necesarios para la producción de ganado bovino es el nitrógeno (N) y se ha visto que tanto el suelo como el forraje carece de este elemento esencial, y al no practicar técnicas de fertilización, las pasturas se van degradando con los años. Como consecuencia la producción de carne en los SMO en trópico generalmente es baja, ya que el ganado no logra cubrir los requerimientos de energía metabolizable y proteína cruda y dependen directamente de las condiciones ambientales para su crecimiento y desarrollo (Stonaker, 1975). La mayoría de los pastos tropicales nativos tienen un contenido de proteína cruda (PC) que va del 6-10% y también son bajos en energía metabolizable (EM) proveyendo a los animales con 1.5 Mcal/kg de materia seca (MS) (Ku Vera *et al.*, 2015). Permitiendo la pérdida de peso principalmente en secas debido a que los requerimientos mínimos de EM y PC en vacas de 450 kg que están lactando (produciendo 9 litros de leche a los 3 meses) es de 2.16 Mcal/kg MS con un 10.38% de PC y en vacas que se encuentran en el sexto mes de gestación los requerimientos son de 1.08 Mcal/kg MS con un 7.56% de PC (National Research Council, 2000). Los becerros destetados para obtener una ganancia de peso de solamente 500g/día necesitan consumir alimentos con 2.15 Mcal/kg de MS seca y 12.5% de PC (Moran, 2012). Parte de la razón de la productividad en trópico, aparte de la falta de fertilización, es que los pastos nativos cubren aproximadamente el 50% de las tierras en trópico, donde las principales especies aprovechadas son: *Paspalum spp.*, *Axonopus spp.* (Fernandez *et al.*, 2006). A su vez los pastos introducidos como el pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), pasto guinea (*Panicum maximum*) y pasto insurgente (*Brachiaria brizantha*). Estas gramíneas

introducidas tienen un rango de proteína que va de 7-13% y contiene aproximadamente 1.6 Mcal/kg de MS de EM (Reyes-Purata *et al.*, 2009; Muñoz-González *et al.*, 2016). Tanto la energía como la proteína en las praderas fluctúan dependiendo de la época del año; siendo deficientes para cubrir los requerimientos de los animales, por lo que en la engorda de estos es difícil sobrepasar ganancias diarias de peso de más de 700 g/animal/día (Livas Calderón, 2018) teniendo como promedio ganancias de peso de 488g/día si el becerro tiene 7 meses y 395 g/día en becerros de 10 meses (Rojo-Rubio *et al.*, 2009).

La reproducción de los bovinos en trópico se ve afectada también por la calidad nutricional de los pastos. Las vacas entran en un balance energético negativo provocada por los últimos meses de gestación y el amamantamiento del becerro, sin poder recuperar condición corporal con la dieta que se les proporciona, por lo que la fertilidad es considerada baja, siendo de un 50%-60% (Magaña y Martínez, 2006). Por esta causa los días abiertos en promedio pueden encontrarse entre los 72 y 334, según Sánchez (2010) que hizo una recopilación de estudios en el estado de Veracruz, aunque la mayoría están lejos de lo ideal que sería de 80 días para así producir un becerro al año (Anta *et al.*, 1987). Generalmente el uso de biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial, no están adoptadas por una gran parte de los ganaderos, siendo la monta natural la estrategia reproductiva más común, en el que el semental pastorea con las hembras todo el año (SAGARPA, 2010).

El pastoreo dentro del monocultivo se realiza de forma rotacional y en el trópico mexicano, y por lo tanto en el veracruzano, esta es una práctica realizada por el 64% de los ganaderos en más de 2 potreros y el pastoreo alterno en dos potreros es utilizado por 18% de los ganaderos (Vilaboa y Díaz, 2009). A pesar de estos hábitos, en la época de secas la producción a veces no es suficiente en cuanto a cantidad y calidad del forraje por lo que la conservación de materia orgánica es una técnica recomendada, más no usada por la mayoría de los ganaderos del estado (Ku Vera *et al.*, 2015). Debido a la falta de forraje y al manejo inadecuado de los potreros, el componente cultivo utilizado en esta época suele ser sobre pastoreado

afectando así al suelo, haciéndolo más propenso a erosionarse. En cambio en época de lluvias, la cantidad y calidad del forraje sobrepasa las necesidades de los animales y los potreros son subutilizados (Román, 1981). De la misma forma estos pastos sufren un proceso de lignificación rápidamente que disminuye su digestibilidad y valor nutritivo con el paso del tiempo, y si el manejo es inadecuado, los animales consumirán pastos con una menor calidad (Pirela, 2005).

Debido a las condiciones en las que el sistema de monocultivo es utilizado, se ha visto que este tipo de sistema tiene repercusiones en el ambiente. Al no tener una cobertura arbórea el suelo está desprotegido por lo que la erosión y la pérdida de nutrientes es común. A su vez el componente ganado está sometido a un mayor estrés calórico al no tener acceso a sombra (Silanikove, 2000).

Los SMO son considerados los principales autores de la deforestación de selvas y bosques para así abrir paso a nuevas praderas. Hasta finales de siglo pasado, se tenía una elevada tasa de deforestación en los países tropicales de América Latina de 17 millones de hectáreas al año para abrir nuevos terrenos para la ganadería (Ibrahim *et al.*, 1999). Esto también ocurre en nuestro país y se ha observado que la selva húmeda se ha reducido un 52% y la selva subhúmeda en un 55%, las cuales cuentan con un 67.4% y 58.3% de vegetación secundaria respectivamente (González Rebeles *et al.*, 2015). La deforestación es una causa directa de la degradación del suelo y cuerpos de agua y contribuye con la emisión de CO₂ y otros gases hacia la atmósfera convirtiéndose así en un factor clave del calentamiento global. Al acabar con los ecosistemas también se registran pérdidas de especies de flora y fauna provocando así un hábitat desequilibrado más propenso a las enfermedades (Herrero *et al.*, 2009).

1.2.2 Sistema silvopastoril

En los últimos años algunas UPP han adoptado sistemas silvopastoriles (SSP), que se definen como sistemas en los que interactúan y se combinan cultivos agrícolas, pastos, arbustos y árboles nativos o introducidos con diferentes usos, junto con la crianza animal, los cuales son manejados de manera integral y simultánea (Nahed-

toral *et al.*, 2013). En estos sistemas la producción de carne y leche se hace de manera más eficiente ya que se necesita una menor superficie para la producción de los mismos, reduciendo así el deterioro del suelo y el agua (Nahed-toral *et al.*, 2013). También se intenta que los componentes que lo conforman interactúen entre sí como lo harían dentro de un sistema natural (Bautista-Tolentino *et al.*, 2011). Los parámetros productivos reportados para los bovinos criados en SSP también mejoran a causa de un aumento en la MS disponible al igual que la proteína cruda debido a las diferentes asociaciones con diversas especies de leguminosas. Dependiendo de estas asociaciones entre pastos, leguminosas herbáceas y árboles se pueden llegar a obtener desde 17 toneladas de MS/ha en adelante cada año (Rosales *et al.*, 1999; Gaviria *et al.*, 2012) y además los porcentajes de proteína cruda varían desde un 13% hasta 26% dependiendo de las especies de leguminosas utilizadas (Mahecha y Angulo, 2011). Gracias a estos valores de MS y PC se ha visto que en los SSP se tiene una mejor respuesta productiva, pudiendo obtener así ganancias diarias de peso hasta de 863 g (Mahecha y Angulo, 2011).

En el SSP intensivo es muy popular el cultivo y uso de leguminosas arbóreas como *Leucaena leucocephala*, *Guazima ulmifolia*, *Acacia spp*, *Cratylia argenta* y *Erythrina spp*. (Ibrahim *et al.*, 1999) Estas especies tienen altos niveles de proteína cruda, una buena digestibilidad y son aceptadas por el ganado, convirtiéndose así en opciones viables y de buena calidad para la alimentación de los bovinos (Ku Vera *et al.*, 1999). Las leguminosas tropicales también tienen compuestos, como los taninos, fenoles y saponinas, que pueden reducir la carga parasitaria de forma natural y ayudan en la reducción en la emisión de gas metano por fermentación entérica (Beauchemin y A. McAllister, 2009; Von Son-de Fernex *et al.*, 2012). También la presencia de árboles en el sistema provee de beneficios conocidos como servicios ambientales (Ibrahim *et al.*, 1999; Nahed-toral *et al.*, 2013). Por ejemplo, las raíces de los árboles dan una mejor estructura al suelo, previniendo que este se erosione, evitan la evaporación del agua y facilitan su incorporación al suelo y también promueven que exista una mayor diversidad de invertebrados (Mahecha y Angulo, 2011). Al mismo tiempo las leguminosas pueden asociarse con

bacterias nitrificantes que habitan el suelo, abasteciéndose a sí mismas de N y a las gramíneas adyacentes indirectamente, por lo que la fertilización artificial no es requerida (Quero *et al.*, 2015). Las raíces de los árboles no son las únicas que proveen de servicios ambientales, el dosel de estos también da servicios ambientales como la provisión de sombra y resguardo para especies domésticas y de fauna silvestre (González Rebeles *et al.*, 2015). Con el uso del SSP se crean espacios en los que aumenta y se cuida la biodiversidad y las diferentes especies de mamíferos, aves y reptiles, pudiendo servir como un conector entre diferentes hábitats (Murgueitio y Calle, 1998) Un aumento en la biodiversidad ayuda a la producción de animales domésticos, ya que varias especies de fauna son depredadores de parásitos que pueden afectar al ganado bovino, como el caso de las aves que consumen garrapatas (Giraldo, Reyes y Molina, 2011)

La nutrición de los animales y los servicios ambientales son de suma importancia dentro del SSP, pero la presencia de árboles y arbustos beneficia también el bienestar del ganado. Los árboles proveen de sombra y protección a los bovinos, incrementando así su confort y disminuyendo el estrés calórico (Payne, 1985). A su vez, al tener una mayor cantidad de MS disponible en un espacio menor, estos tienen que caminar menos para conseguir su alimento y dedican mayor tiempo a la rumia y al descanso, lo cual repercute en su ganancia diaria de peso, siendo así más eficientes (Ku Vera *et al.*, 2015). A su vez, los incrementos en la calidad nutricional y el bienestar benefician la reproducción, en un estudio realizado por Nahed-Toral (2013), se observó que la cantidad de becerros producidos por hectárea al año en un SSP era de 0.63 comparado con un SMO en el cual se producían 0.47.

A pesar de todos los beneficios que nos dan los SSP para los componentes suelo, cultivo y pecuario, el componente humano presenta ciertos problemas. Para que una UPP tenga este tipo de sistema se necesita de una inversión grande al principio y el mantenimiento que esta necesita es complejo para que todos los componentes sean aprovechados en su totalidad (Lacorte *et al.*, 2008). También el costo de mano de obra necesaria es 45% mayor que la utilizada en un SMO (Ibrahim *et. al*, 2006)

Otro problema para la implementación de este sistema es la disponibilidad de semillas de leguminosas a un precio accesible para el productor y la información técnica necesaria para que sus componentes funcionen de la manera correcta (Quero *et al.*, 2015). Aunque el componente humano sea el más afectado, este puede reducir sus costos mediante la obtención de otros productos como lo son leña, madera, postes, fibra, y frutos obteniendo así ingresos a partir de otros bienes que no son solamente los becerros (Bautista-Tolentino *et al.*, 2011).

1.2.3 Sistema de Acahual

También en el estado de Veracruz existe otro tipo de sistema ganadero, el cual es un sistema de baja intervención conocido como, acahual o monte, en este tipo de sistema se utiliza la vegetación secundaria en el que los animales consumen únicamente forraje de la flora nativa (Vilaboa y Díaz, 2009). La vegetación secundaria es aquella que crece después del abandono de tierras agrícolas o ganaderas que dejaron de ser productivas (INIFAP *et al.*, 2006). El pastoreo y aprovechamiento de los acahuales (SAc) es reconocido como un tipo de producción agroforestal de tipo silvopastoril sólo que éste es realizado con flora nativa (Payne, 1985). De estos sistemas además de la carne de bovino y del ganado en pie se pueden obtener plantas medicinales, leña, madera y frutos (Toledo *et al.*, 2003). Los animales consumen las gramíneas y las leguminosas que se encuentran en tres estratos dentro del acahual: herbáceo, arbustivo y arbóreo (Flores y Bautista, 2012).

Estos sistemas productivos no han sido muy estudiados en México, pero forman parte de prácticas comunes que han tenido varios pueblos indígenas como los mayas y los totonacas, obteniendo así diversos productos de origen animal de manera sostenible, ya que generalmente en estos sistemas pastorean diferentes especies domésticas y además estas culturas comprenden y usan la flora y fauna silvestre de las regiones que habitan (Toledo *et al.*, 2003; Flores, 2012). Por lo tanto se dice que estos SAc son de subsistencia, pero también se ha contemplado que con el conocimiento y buen manejo de algunas especies forrajeras nativas se puede incrementar la producción de ganado y este se podría comercializar en las

localidades (Toledo *et al.*, 2003). Este sistema podría parecerse también al utilizado en la dehesa española, en el que el ganado pastorea en bosques de forma sostenible y así aprovechando los diferentes productos que se pueden obtener del ecosistema al igual que sus servicios ambientales (Lloveras *et al.*, 2006).

En México se abandonaron las técnicas tradicionales de las culturas indígenas y por lo tanto existen personas que no creen que este sistema sea productivo, pero estudios en varios estados del trópico mexicano han demostrado que hay una gran cantidad de especies forrajeras nativas que pueden ser aprovechadas por el ganado bovino y que tienen una composición química que podría favorecer el mantenimiento del ganado en épocas de estiaje y ganancias de peso en época de lluvias (Sosa *et al.*, 2000; INIFAP, 2006; Zapata, *et al.*, 2009; Gomez-Fuentes *et al.*, 2017). Además, se ha observado que el ganado tiene la capacidad de elegir y consumir las especies forrajeras dependiendo de sus necesidades energéticas y metabólicas, así en época de secas las leguminosas arbustivas y arbóreas, que al ser leñosas están disponibles todo el año conforman el 45 % de su dieta y en época de lluvias éstas son desplazadas por las gramíneas que conforman el 74% de su dieta, pues en esta época son más apetitosas, nutritivas y tienen un mayor crecimiento (Sosa *et al.*, 2000). Al tener diferentes fuentes de forraje a lo largo del año la PC se mantiene entre 10.5-14.7% con una digestibilidad mayor al 60% (Sosa *et al.*, 2000). Como en todos los sistemas productivos en el trópico mexicano las épocas de estiaje son la de secas y la de nortes, por la baja producción de MS y baja calidad del pasto. Según Gómez-Fuentes (2017) en la época de lluvias un acahual utilizado para la cría de ganado bovino tuvo una fitomasa potencial de 3,272 kg MS/ha, y en secas de 1,454kg MS/ha, por lo que se recomienda manejar una carga animal de 0.5 UA/ha.

Al ser un SSP con vegetación nativa, este tiene las mismas ventajas que el SSP intensivo, en los rubros de bienestar animal, captura de carbono, fijación de N, intervención en ciclos de nutrientes y captación de agua, debido a la presencia de los estratos arbóreo y arbustivo. Adicionalmente se conservan las especies nativas del lugar y el ecosistema, aunque el manejo debe de realizarse con cuidado para

que el ganado no sobrepastoree ciertas especies y para que la vegetación secundaria siga desarrollándose de manera correcta (Sosa *et al.*, 2000). A pesar de todos sus beneficios, este campo debe de ser más estudiado para así identificar las mejores especies forrajeras para el ganado y también a las posibles plantas venenosas o con componentes anti nutricionales, al igual que una planeación del pastoreo, carga animal y las series de prácticas de conservación necesarias más convenientes para disminuir el impacto sobre el ecosistema provocado por el pastoreo de los bovinos (INIFAP *et al.*, 2006; Zapata *et al.*, 2009).

En el Cuadro 1 se resumen las principales características productivas de los sistemas antes mencionados.

Cuadro 1. Principales características productivas de los sistemas monocultivo, silvopastoril y acahual de producción de becerros en trópico.

Sistema productivo	Monocultivo	Silvopastoril	Acahual
Estratos utilizados	Suelo	Suelo Arbustivo Árboreo	Suelo Arbustivo Árboreo
Base de la alimentación	Gramíneas introducidas o nativas	Gramíneas introducidas o nativas Leguminosas introducidas	Gramíneas nativas Leguminosas nativas
Producción de Materia Seca Anual ton MS/ ha	9 -11 sin fertilización 9.8 - 16 con fertilización	17 en adelante	1.5 - 3
Carga Animal (UA/ha)	1 a 3	2.7 a 4	0.5 a 0.8
Proteína Cruda	7-13%	13-26%	10.5-14.7%

Se han visto los pros y contras que tiene cada uno de estos sistemas, y es importante que su uso y adopción sean teniendo en cuenta el desarrollo sostenible, debido al uso de los recursos naturales de la zona y la emisión de desechos y contaminantes con el fin de producir carne de bovino. De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas el desarrollo sostenible se refiere a la capacidad para satisfacer las necesidades actuales de la población y las necesidades de las generaciones futuras sin comprometer a los ecosistemas terrestres y marinos, minimizando el impacto ambiental ocasionado por las actividades humanas, es económicamente viable y socialmente aceptable (WCED, 1987). La sostenibilidad es una cualidad que tienen que tener los sistemas productivos para alcanzar las metas del desarrollo sostenible. Existen una gran variedad de métodos para realizar su análisis que serán revisados en el siguiente capítulo.

1.3 Análisis de Ciclo de Vida enfocado a la producción pecuaria

Según Masera (2008) a partir de que se definió el concepto y las partes que conforman la sostenibilidad dentro de los sistemas agrícolas, pecuarios y forestales, se inició la búsqueda de metodologías adecuadas para su evaluación. Mediante su uso, se pueden clasificar aspectos técnicos, puntos críticos y la relación entre distintos factores, facilitando así la formulación de recomendaciones y la toma de decisiones dentro de los agro ecosistemas, en este sentido y para para poder estimar la sostenibilidad dentro de los sistemas productivos agropecuarios es necesario conocer primero sus componentes. El desarrollo sostenible está conformado por tres grandes dimensiones o niveles que son: el medio ambiente, la economía y la sociedad (Harris, 2000). Estas tres dimensiones están sumamente relacionadas entre sí, por lo que las acciones realizadas en uno pueden afectar directa o indirectamente a los demás. De esta forma para alcanzar el desarrollo sostenible en los sistemas de producción pecuaria en el trópico se debe de alcanzar un equilibrio entre los distintos niveles y así los sistemas podrán adquirir la capacidad de mantenerse estables a través del tiempo. Por lo que resulta importante contar con metodologías para evaluar cada pilar. En forma conjunta estas tres

dimensiones del desarrollo sostenible se pueden medir a través de Marcos Metodológicos para la Evaluación de Sustentabilidad (MES). Así, estos MES nos proveen de las herramientas para apreciar los diferentes atributos, fijando objetivos a lograr en cada uno de estos (Molina *et al.*, 2018). Existen distintas metodologías como: el Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS), la Evaluación de la Sostenibilidad para la Agricultura y la Alimentación (SAFA, por sus siglas en inglés), los Indicadores de la sostenibilidad de explotaciones agrícolas (IDEA) y el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Todas estas metodologías fueron creadas para medir las distintas dimensiones que forman parte del desarrollo sostenible, donde frecuentemente se hace énfasis, dependiendo de la metodología, en alguna de estas dimensiones, sin embargo todas ellas han sido utilizadas para evaluar la producción animal y de cultivos agrícolas (Molina *et al.*, 2018).

El primero de estos, MESMIS, es una metodología cíclica y multidisciplinaria que mide los tres niveles del desarrollo sostenible (Ambiente, economía, sociedad), teniendo en cuenta siete atributos generales que tienen que tener todos los sistemas productivos que son: productividad, estabilidad, resiliencia, confiabilidad, adaptabilidad, equidad y autogestión (Gutierrez-Cedillo *et al.*, 2011). Para el uso de esta metodología se tienen que contar siempre con dos o más UPP, o puede ser la misma en periodos de tiempo distintos, ya que el estudio es comparativo decidiendo así cual sistema es más sostenible, pues se obtienen resultados cualitativos y cuantitativos en la evaluación (Maserá *et al.*, 2008). Se ven las ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas productivos y se emiten recomendaciones para fortalecer la sostenibilidad dentro de estos (Silva Cassani, 2016). MESMIS tiene como desventaja que la elección y evaluación de los indicadores está sujeta a la experiencia y conocimiento del evaluador, por lo que la calificación que recibe cada sistema en el estudio puede llegar a ser subjetiva (Molina *et al.*, 2018).

SAFA, que es otra metodología, fue creada por la FAO, la cual además de evaluar los tres niveles de desarrollo sostenible, mide también otro nivel, que es el de la

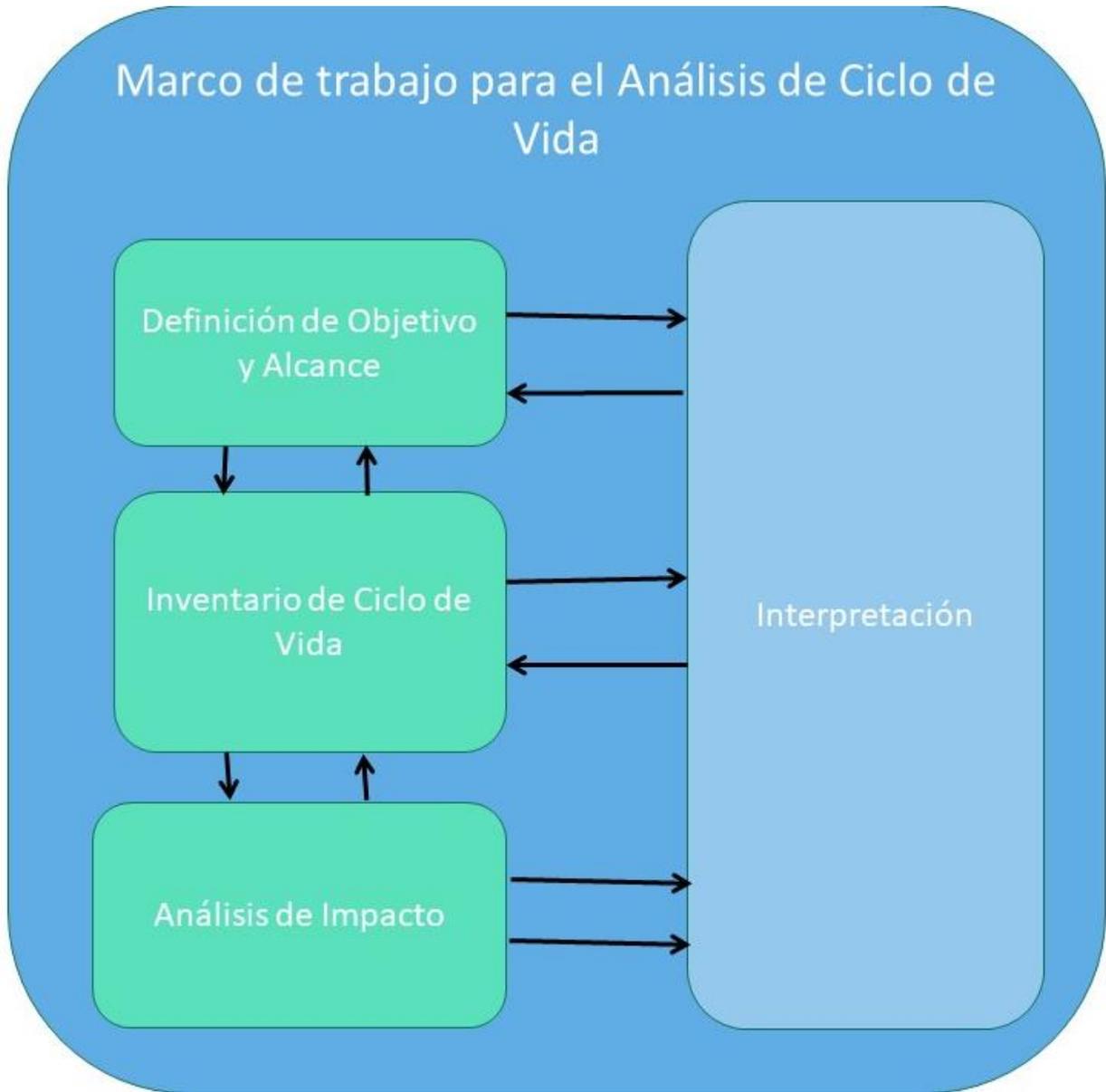
gobernanza (Pérez Lombardini, 2017). SAFA, sirve como una base en la que se pueden observar las sinergias dentro de los sistemas productivos, así como las fortalezas y debilidades dentro de la cadena de producción de alimentos. Es decir, desde el nivel de la granja hasta su comercialización. El propósito de SAFA es el tener un método de fácil uso que pueda evaluar los niveles de desarrollo sostenible (FAO, 2013). Por lo tanto, en SAFA, los indicadores se evalúan utilizando una escala cualitativa que va de Bueno a Inaceptable y los resultados se reportan en una gráfica de amiba (Pérez Lombardini, 2017). Al igual que con MESMIS, el evaluador debe de elegir que indicadores utilizar, solo que SAFA tiene aproximadamente 116 indicadores que se agrupan en veintidós temas (FAO, 2013). Un problema que mencionan algunos autores es que no hay una explicación sobre la forma en la que se deberían de evaluar cada uno de estos indicadores, convirtiéndolo así en un método subjetivo con múltiples formas de evaluación (Molina *et al.*, 2018).

Se cuenta también con otra metodología parecida a las anteriores que es IDEA, la cual fue desarrollada para evaluar sistemas productivos en Francia. Esta cuenta con 41 indicadores para evaluar los tres niveles del desarrollo sostenible y explica cómo se debe de realizar la evaluación de cada uno de los indicadores de forma detallada, dando así un puntaje numérico que al final se suma y da un resultado total (Zahm *et al.*, 2007). Además, permite hacer comparaciones entre sistemas productivos y/o dentro de la UPP. La desventaja es que esta metodología puede no funcionar del todo para evaluar agroecosistemas dentro del trópico ya que fue diseñada para unidades de producción en clima templado (Molina *et al.*, 2018).

La última metodología es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), la cual está más enfocada a la medición del impacto ambiental que tienen los procesos que producen bienes o servicios, por lo que su enfoque dentro del desarrollo sostenible es directo en el nivel de ambiente (SIAC, 2006). El ACV permite realizar mediciones que miden el impacto desde la obtención de materias primas hasta que este producto es consumido o desechado. En un principio el ACV fue utilizado para medir las distintas emisiones de los productos industriales, pero ahora es una metodología

ampliamente aceptada para medir el nivel de impacto ambiental que tienen productos y procesos agrícolas y pecuarios, entre los que encontramos la producción de carne de bovino y/o el ganado a nivel de UPP (Molina *et al.*, 2018). De esta forma puede emitir recomendaciones sobre que sistemas productivos tienen un mayor o menor impacto ambiental y también ayuda a observar cuales procesos dentro de la producción son críticos y podrían volverse más eficientes. La mayor ventaja del ACV sobre las otras metodologías es la objetividad de la información usada, por lo que es una herramienta importante para la toma de decisiones (Opio *et al.*, 2013). El ACV tiene una metodología que se encuentra estandarizada (ISO, 2007) por lo que puede llevarse a cabo en cualquier región, clima y se utiliza en una gran variedad de sectores (PRé Consultants, 2016). Existen dos variedades de ACV, una en el que el estudio es de tipo atribucional y otro consecuencial. Los ACV atribucionales explican el flujo de los recursos y las emisiones que le son atribuidas a la producción de un bien o servicio, por lo que este es una descripción del funcionamiento del sistema productivo. En contraste, un ACV consecuencial va a estudiar las causas y efectos que pueden tener los cambios realizados dentro de la cadena productiva analizando si estos tuvieron un impacto negativo o positivo (Finnveden *et al.*, 2009). La ISO 14040, que es el procedimiento estandarizado que regula la forma en la que deben de realizarse los ACV, estipula que un ACV tiene que estar formado por cuatro partes importantes que están relacionadas entre sí como se representa en la Figura 1.

Figura 1. Etapas de un ACV (Tomado de: ISO, 2007)



El primer paso a seguir al realizar un ACV es el establecimiento de objetivos y alcances. Esto se refiere a la descripción del producto que se va a evaluar y su contexto, así como los límites establecidos para su evaluación. Los límites se pueden referir al espacio temporal y espacial, así como todo el material que entra y sale de la cadena productiva, que es considerado como significativo dentro de la producción del bien o servicio y que va a ser tomado en cuenta para realizar su

evaluación (SIAC, 2006; Rivera Huerta, 2014). También se debe de elegir la Unidad Funcional (UF) que es la forma en la que se deben de reportar todos los resultados dentro del ACV. Para escoger la UF se puede elegir el producto como tal (ej. 1 kg de carne) o se puede escoger una propiedad importante del producto (ej. 1 kg de proteína o grasa de leche) (Opio *et al.*, 2013), teniendo en cuenta que la UF siempre debe de ser relevante, medible y bien definida dentro de nuestro estudio y cadena productiva (Cederberg y Meyer, 2009).

A partir de los límites y alcance del estudio se realiza el segundo paso, que es desarrollar el Inventario de Ciclo de Vida (ICV), el cual es la etapa del ACV que se refiere a la recopilación de información sobre todo el material y energía que entra a los límites ya establecidos del sistema durante el ciclo de vida del producto como lo son: agua, combustibles, luz eléctrica, alimento para los animales, fertilizantes, instalaciones y medicamentos (Ogino *et al.*, 2007; Finnveden *et al.*, 2009). Igualmente se registran todas las salidas, como lo serían las excretas, contaminantes, gases y otros desechos sólidos, tomando en cuenta todos los posibles subproductos y el producto principal de la unidad pecuaria (SIAC, 2006).

Después de realizar el ICV, con los datos recopilados se puede pasar al tercer paso del proceso que consiste en a la Evaluación del Inventario de Ciclo de Vida (EICV). En este paso, se ve la forma en la que interactúan todas las entradas y salidas que fueron registradas en el ICV y se relacionan con las categorías de impacto que van a ser evaluadas (SIAC, 2006). Así se puede identificar los puntos críticos dentro de la cadena productiva y su contribución en la producción de emisiones del producto final. En un ACV se pueden evaluar más de 50 tipos de impacto ambiental, pero en el sector agropecuario alrededor de 11 categorías de impacto ambiental se han considerado (Cuadro 2). Aunque generalmente en la mayoría de los estudios de productos pecuarios las categorías más citadas son: el potencial de calentamiento global (PCG), el potencial de eutrofización (PE) y el potencial de acidificación (PA). Solo en pocos casos se evalúan los rubros de uso de recursos abióticos, agua, uso de suelo y biodiversidad (de Vries *et al.*, 2015). Esto debido a que las categorías de PCG, PA y PE son las de mayor importancia en los sistemas agropecuarios, ya que

estas categorías tratan de impactos ambientales relacionados con el flujo de materia orgánica dentro de la cadena productiva, más que con el uso de otros insumos y servicios. La producción animal es en sí una actividad económica que se basa en la transformación de productos vegetales, a alimentos de alto valor nutritivo, por lo que lo más importante es el poder calcular las emisiones de esta transformación de la materia orgánica. Mundialmente se ha enfatizado la importancia de una de estas categorías de impacto ambiental que es el PCG, esta es la que en la actualidad tiene mayor relevancia por su trascendencia. Es decir, el PA y PE aun cuando a largo plazo tiene un impacto mundial, el principal daño se observa local o regionalmente (Cuadro 2). Sin embargo, los gases de efecto invernadero (GEI) que contabilizan para el PCG, tienen un efecto global en el corto plazo, pues no importa el origen o el lugar en el que se emitan, este efecto pasa a afectar al planeta entero.

En el caso de la actividad agropecuaria los bovinos y su forma de producción los convierten en una de las principales fuentes de emisión en el mundo y en México no son la excepción. En el último inventario de emisiones de GEI en México, el sector agropecuario produce el 12.3% de las 748 millones de toneladas de CO₂ equivalente emitidas anualmente en el país (Aviña-Cervantes, 2014). La ganadería emite un poco más de la mitad de los gases producidos por este sector ya que las principales fuentes son el CH₄ generado por la fermentación entérica de los rumiantes (en su mayoría ganado bovino) y el manejo que se le da a las excretas (FAO, 2016).

Regresando a los pasos que se deben de seguir para realizar un ACV, en el cuarto y último paso los impactos ambientales de cada una de las categorías son estimados y cuantificados en cada una de las etapas de la producción (Mogensen *et al.*, 2009). Así en esta fase de interpretación de impacto ambiental se realiza la evaluación de resultados de todo el ACV, se deben de plantear conclusiones y emitir recomendaciones para así disminuir las cargas ambientales (ISO, 2007).

Cuadro 2. Principales categorías de impacto evaluadas en el ACV (Traducido de ISO, 2007)

Categoría de impacto	Escala	Ejemplos de datos del inventario (clasificación)	Factor de Caracterización	Convierte los datos del ICV a:
Calentamiento global *	Global	CO ₂ NO ₂ CH ₄ CHCs HCFCs CH ₃ Br	Potencial de calentamiento global	CO ₂ eq
Agotamiento de ozono estratosférico #	Global	CFCs HCHCs Halógenos CH ₃ Br	Potencial de agotamiento de Ozono atmosférico	CFC-11 eq
Acidificación &	Regional Local	SO _x N _x O _y HCl HF NH ₄	Potencial de Acidificación	H ⁺ eq
Eutrofización +	Local	PO ₄ N _x O _y NO ₃ NH ₄	Potencial de Eutrofización	PO ₄ eq.
Smog fotoquímico γ	Local	Hidrocarburos no- metánicos	Potencial de creación de smog fotoquímico	C ₂ H ₆ eq.
Toxicidad terrestre α	Local	Se reportan compuestos químicos tóxicos con una concentración letal reportada en roedores	CL ₅₀	CL ₅₀ eq
Toxicidad acuática α	Local	Se reportan compuestos químicos tóxicos con una concentración letal reportada en peces.	CL ₅₀	CL ₅₀ eq
Salud humana α	Global Regional Local	Total de emisiones a agua, aire y tierra	CL ₅₀	CL ₅₀ eq
Agotamiento de recursos abióticos	Global Regional Local	Cantidad de minerales usados Cantidad de combustibles fósiles usados	Potencial de agotamiento de recursos abióticos	Razón de la cantidad de recursos usados
Uso de suelo	Global Regional Local	Cantidad de tierra usada en tiraderos u otras modificaciones de la tierra.	Disponibilidad de tierra	Has eq
Uso de agua	Regional Local	Agua usada o consumida	Potencial de falta de agua	Razón del agua usada contra la que queda en la reserva

Los datos evaluados en el ICV son los siguientes:

*Potencial de calentamiento global: Dióxido de Carbono (CO₂), Dióxido de Nitrógeno (N₂O), Metano (CH₄), Clorofluorocarbonos (CHCs), Hidroclorofluorocarbonos (HCFCs), Bromuro de metilo (CH₃Br); reportados como dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq).

#Potencial de agotamiento de ozono: Clorofluorocarbonos (CFCs), Hidroclorofluorocarbonos (HCHCs), Halógenos, Bromuro de metilo (CH₃Br); reportados como triclorofluorometano equivalente (CFC-11 eq)

& Potencial de Acidificación: Óxidos de Sulfuro (SO_x), Óxidos de nitrógeno (N_xO_y), Ácido clorhídrico (HCl), Ácido fluorhídrico (HF), Amonio (NH₄); reportados como iones de hidrógeno equivalentes (H⁺ eq)

+ Potencial de Eutrofización: Fosfatos (PO₄), Óxidos de nitrógeno (N_xO_y), Dióxido de Nitrógeno (N₂O), Nitratos (NO₃), Amonio (NH₄); reportados como equivalentes de fosfatos (PO₄ eq)

γ Potencial de creación de smog fotoquímico, los resultados se convierten y reportan como etano equivalentes (C₂H₆ eq).

α Toxicidad terrestre y acuática y salud humana, los resultados se reportan en concentración letal media (CL₅₀) de los diferentes compuestos químicos del ICV.

Ya que todos los resultados se reportan como valores referidos a la Unidad Funcional (UF) se puede fácilmente comparar los diferentes sistemas productivos de un bien o servicio y en ocasiones permite las comparaciones entre diferentes productos (SIAC, 2006; Finnveden *et al.*, 2009). En el ámbito pecuario, Mogensen (2009) y Opio (2013) compararon los impactos ambientales que tenían diversos productos de origen animal, como la carne de pollo, cerdo y rumiantes entre los que se encuentran carne y leche de vacas, búfalos y pequeños rumiantes, no importando que el proceso productivo fuera diferente para cada uno de estos alimentos. El tener una UF estándar de 1 kg de carne permitió concluir que la producción de pollo tiene un menor impacto ambiental, seguida de la producción de carne de cerdo, teniendo como último lugar la producción de productos cárnicos de rumiantes. En este sentido, de las metodologías previamente descritas, el ACV es de gran utilidad, sobre todo al momento de evaluar sistemas productivos parecidos como los del ganado bovino. Por lo tanto, al contar con metodologías que permiten la evaluación de diversos sistemas de bovino es de gran importancia, ya que es un producto esencial en la dieta de la población, que además hoy en día exige que los productos alimenticios sean producidos en formas más amigables con el ambiente con el menor número de emisiones. En atención a lo cual es de vital importancia la búsqueda de los sistemas más sostenibles así como diferentes técnicas de mitigación dentro de estos.

Según Basset-Mens (2010), el uso del ACV para evaluar los productos de origen animal en sistemas productivos tropicales se encuentra en una etapa inmadura. Esto es debido a la falta de estudios, datos regionales insuficientes o de dudosa procedencia para la creación de inventarios y la gran diversidad de sistemas productivos en los que se desarrollan las actividades pecuarias en el trópico. A pesar de esto, diversos autores han evaluado los sistemas productivos de carne de res en Brasil, Tailandia, y México en los que generalmente se comparan los sistemas intensivos, semi-extensivos y extensivos o las diferencias entre el uso de praderas mejoradas con nativas (Cederberg *et al.*, 2009; Ruviaro *et al.*, 2014; Cardoso *et al.*, 2016; Dick *et al.*, 2015; Pashaei Kamali, 2015; Rivera *et al.*, 2016;

Ogino *et al.*, 2016). En el Cuadro 3 se resumen los resultados más relevantes para la producción de carne de bovino en trópico.

Cuadro 3. Principales estudios de ACV realizados en el trópico.

Autor	País	Unidad funcional*	Categorías de impacto #	Sistemas	Resultados
Dick, 2015	Brasil	1 Kg PV	PCG, PA PE	Monocultivo nativo sin fertilización Policultivo nativo con fertilización	PCG: 22.53 kg CO ₂ eq/UF PCG: 9.16 kg CO ₂ eq/UF
Pashaei, 2015	Brasil	1 Kg PV	PCG	Monocultivo nativo sin fertilización Monocultivo nativo con fertilización Monocultivo nativo + suplementación Feedlot	PCG: 27.3 kg CO ₂ eq/UF PCG: 10 kg CO ₂ eq/UF PCG: 27.8 kg CO ₂ eq/UF PCG: 23.9 kg CO ₂ eq/UF
Ogino, 2016	Tailandia	1 Kg PV	PCG, PA PE	Monocultivo nativo sin fertilización Intensivo con suplementación	PCG: 14 kg CO ₂ eq/UF PCG: 10.6 kg CO ₂ eq/UF
Rivera-Huerta, 2016	México	1 Kg canal	PCG, PA PE	Monocultivo sin fertilización Feedlot	PCG: 21.73 kg CO ₂ eq/UF PCG: 20.60 kg CO ₂ eq/UF
Cedeberg, 2009	Brasil	1 Kg canal	PCG	Monocultivo tradicional	PCG: 28 kg CO ₂ eq/UF
Cardoso, 2016	Brasil	1 Kg canal	PCG	1. Monocultivo sin fertilización 2. Monocultivo con fertilización 3. Policultivo nativo con fertilización y suplementación 4. Monocultivo con fertilización y suplementación 5. Monocultivo con fertilización y suplementación; feedlot en última fase	PCG: 58 kg CO ₂ eq/UF PCG: 42 kg CO ₂ eq/UF PCG: 30 kg CO ₂ eq/UF PCG: 34 kg CO ₂ eq/UF PCG: 30 kg CO ₂ eq/UF

* Las unidades funcionales evaluadas son: un kilogramo de becerro en pie (1 kg PV) o a 1 kilogramo de carne en canal (1 kg canal)

Potencial de calentamiento global (PCG), Potencial de acidificación (PA) y Potencial de Eutrofización (PE)

En este cuadro se pueden observar las diferencias en cuanto a la cantidad estimada de emisiones producidas debido al tipo de alimentación y el grado de la intensificación de la producción, visto en el tipo de manejo realizado en las praderas y la suplementación de los bovinos. Según Cardoso (2016), mientras más intensivo sea un sistema productivo, este va a producir una menor cantidad de GEI, debido a la eficiencia en la conversión alimenticia al igual que a un aumento en los parámetros reproductivos dentro de la UPP. La cantidad de carbohidratos y PC de la dieta en diferentes sistemas productivos como los de monocultivo y acahual en el

trópico podrían tener un PCG mayor o menor, pero este no ha sido evaluado en las regiones tropicales.

En contraste, existen una gran cantidad de estudios de ACV de producción de carne en climas templados en los que se comparan todo tipo de sistemas de producción de carne. Estos estudios comparativos se pueden clasificar en cuatro grandes rubros en los que se ven las diferencias sobre: la procedencia de los becerros, la intensidad de la producción, comparaciones entre producción orgánica y convencional, y las diferencias entre la composición de las dietas que se les dan a los animales (de Vries, 2015). De estos autores la mayoría concuerdan en que la alimentación de mejor calidad en cuanto a niveles de proteína cruda y digestibilidad del alimento, disminuyen el impacto ambiental de los bovinos, reduciendo el tiempo que pasan dentro de la UPP (Capper, 2012; Tsutsumi *et al.*, 2016). También, estos estudios proveen evidencias que permiten hacer comparaciones en los cuatro rubros citados, así las emisiones estimadas de la producción de carne proveniente de sistemas vaca-becerro son mayores a las que son causadas por becerros provenientes de vacas lecheras, ya que este es un subproducto de la producción lechera y se le asigna una menor carga ambiental. La producción orgánica tiene menor rendimiento que la producción convencional, por lo que las emisiones por kg de producto son mayores, pero a su vez el impacto ambiental por hectárea es menor que en un sistema convencional. Por último, en la mayoría de los casos las producciones intensivas tienen un menor impacto ambiental, pero esto está ligado a la eficiencia de conversión alimenticia, el uso de concentrados y a los buenos parámetros reproductivos, aunque se elevan las emisiones considerablemente por el uso de transporte, energía eléctrica, fertilizantes y producción de grano, a comparación de los sistemas extensivos tradicionales.

Para la evaluación de sistemas agroforestales en el trópico se encontró en la literatura solamente dos estudios en Brasil, en los cuales se evalúan sistemas agrosilvopastoriles. Las UPP estudiadas se comparan con sistemas de monocultivo en praderas mejoradas, praderas nativas y con sistemas extensivos agrícolas de productos como sorgo y maíz. En estos se concluyó que los sistemas agroforestales

son una buena opción para la mitigación de contaminantes, ya que se reduce el uso de fertilización sintética y se optimiza la cadena productiva, además de que se pueden producir una mayor cantidad de productos en un área menor, obteniendo así costos más bajos. Mientras más integrados sean estos sistemas su impacto ambiental es menor (Costa *et al.*, 2018). A su vez, de Figueiredo (2017), menciona que la emisión de gases con efecto invernadero en los SSP es menor que en los sistemas de monocultivo con pasturas degradadas (que son la mayoría en el trópico), pero emite más gases por kg de carne producida que en los sistemas donde los animales se encuentran en pasturas mejoradas con fertilizantes, ya que la calidad de los pastos es buena obteniendo así una buena conversión alimenticia. A primera vista, los sistemas de monocultivo mejorados podrían parecer mejores, aunque estos sistemas no tienen la capacidad de un SSP para secuestrar carbono, por lo que si pone en la balanza la cantidad de servicios ecosistémicos que un SSP puede suministrar a la UPP, resultan una buena forma de producción con un potencial para mitigar el impacto ambiental de la cadena productiva de carne de res.

Por esta razón es de suma importancia realizar las estimaciones de impacto ambiental de la cadena productiva de becerro en trópico, con énfasis en sistemas recientemente implementados como los sistemas silvopastoriles, tanto intensivos como los que usan vegetación nativa y en sistemas tradicionales como el monocultivo, ya que son métodos de producción que se llevan a cabo comúnmente en México.

2. JUSTIFICACIÓN

Es importante usar el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) para evaluar el impacto ambiental que tiene cada uno de los sistemas de producción de carne de bovino en el estado de Veracruz, con un enfoque en la emisión de gases con efecto invernadero (GEI), para así poder observar las diferencias que causa la alimentación ofrecida al ganado, el manejo de los animales y la eficiencia productiva

en la categoría de impacto de potencial de calentamiento global. Esta información también puede ayudar a caracterizar los sistemas de producción en trópico para facilitar el desglose de cada uno de los sistemas productivos de becerro y la formación de inventarios más precisos que ayuden en la toma de decisiones y acciones para disminuir el impacto ambiental de la ganadería bovina.

Este trabajo forma parte del PAPIIT con clave IV200715 titulado: Sustentabilidad pecuaria: La relación entre la prestación de servicios ecosistémicos (i.e mitigación de cambio climático, biodiversidad, bienestar animal) y la producción ganadera en el trópico.

3. HIPÓTESIS

El sistema silvopastoril (SSP) produce una menor cantidad de gases con efecto invernadero, debido a que se espera una mayor eficiencia productiva por una mejora en la alimentación del ganado, por lo tanto su potencial de calentamiento global será menor al diluirse entre mayor producto en comparación con el sistema de monocultivo (SMo) y el sistema de acahual (SAc).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar el impacto ambiental de tres sistemas productivos de ganado bovino en tres regiones del estado de Veracruz.

4.2 Objetivo específico

- a) Evaluar el potencial de calentamiento global utilizando el análisis de ciclo de vida

- b) Evaluar el impacto ambiental de sistemas de producción de becerros de tipo silvopastoril, de monocultivo y acahual.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

5.1 Descripción del área de estudio: Veracruz

Las zonas de estudio que comprende este proyecto son los municipios de Martínez de la Torre y Tlapacoyan que pertenecen a la denominada región Nautla, Paso de Ovejas y Ursulo Galván, parte de la región del Sotavento y San Andrés Tuxtlas, que forma parte de la región Los Tuxtlas, todos ellos dentro del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave, que está localizado en la región oriente de México. La superficie del estado de Veracruz representa el 3.7% del territorio nacional siendo esta de 71,286 km². Se encuentra entre las coordenadas 22°28'18" al Norte, 17°08'13" al Sur de la latitud Norte; y de 93°36'29" al Este y 98°40'54" al Oeste dentro de la longitud Oeste. Así mismo, la entidad colinda al Norte con Tamaulipas y el Golfo de México; al Este con el Golfo de México, Tabasco y Chiapas; al Sur con los estados de Chiapas y Oaxaca, y al Oeste con Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí. El estado de Veracruz se divide en un total de 212 municipios y siendo su capital Xalapa de Enríquez (INEGI, 2016).

El estado de Veracruz está conformado por una gran variedad de componentes del medio físico, debido a su variado relieve y localización. Esta entidad es de forma alargada de Norte a Sur con una longitud de 714 km, en la cual su parte más angosta es de 33 km y la más ancha de 188. Tiene un suelo desigual y quebrado debido a su localización entre la Sierra Madre Oriental y el Golfo de México. Además de pertenecer a la zona fisiográfica compuesta por la Sierra Madre Oriental también pertenece a las de la Llanura Costera del Golfo Norte, al Eje Neovolcánico Transversal, a la Sierra Madre del Sur y a la Llanura Costera del Golfo Sur. Por esta razón Veracruz tiene zonas extensas de lomeríos y sierras que son interrumpidas por llanuras y valles (INAFED, 2010). Las regiones montañosas conforman el 27% de la entidad y las llanuras costeras el 73%. El punto más alto dentro del estado es el Pico de Orizaba o Citlaltépetl elevándose a 5610 msnm. Todos los ríos de

Veracruz se originan en la Sierra Madre Oriental teniendo como los más importantes a los ríos: Coatzacoalcos, Papaloapan, Pánuco, Tuxpan, Bobos-Nautla, y Balsas (CONABIO, 2011).

Por lo tanto debido a las diferencias en el terreno, aunado a que en el estado la altitud puede encontrarse en rangos que van de los 0 a más de 5000 msnm, Veracruz tiene una gran diversidad de climas distribuidos sobre su superficie. A pesar de esto, el clima predominante es el cálido subhúmedo con lluvias en verano (A(w)) y se presenta en más del 50% de la entidad. Este es seguido del clima cálido húmedo (Af), presente en el 27% de la entidad, aunque también podemos encontrar regiones que tienen climas templados (C(f), C(m), C(w)) y semisecos (BS) (INEGI, 2016). La temperatura media anual en el estado es de 23°C, donde la temperatura máxima promedio es de 32°C durante los meses de abril y mayo y la temperatura mínima promedio es de 13° que se presenta durante el mes de enero. Las temperaturas más altas se presentan en la región del Papaloapan cerca de las zonas pantanosas cercanas a Tabasco y las más bajas ocurren en las zonas altas del Pico de Orizaba (INEGI, 2016). La precipitación media anual es de 1500 mm presentándose principalmente en los meses de junio a octubre, exceptuando la región de los Tuxtlas, donde se llegan a registrar 3500 mm de lluvia al año debido a que en la región las lluvias ocurren a lo largo del año.

A su vez la diversidad de climas y el relieve del estado hace que existan una gran variedad de ecosistemas en Veracruz. Los más importantes son los bosques de coníferas y encino, palmares, pastizales, bosques tropicales caducifolios y bosques tropicales subcaducifolios, de donde se extraen una gran cantidad de especies por su potencial como árboles maderables (INAFED, 2010). También el estado de Veracruz es uno de los tres estados más biodiversos de México. Cuenta con aproximadamente 8,000 especies de flora, convirtiéndose en el tercer estado con más especies endémicas del país (Gómez-Pompa y Castro-Cortés, 2010) . Con lo que respecta a la fauna, el estado tiene el 28.5% de anfibios, 27% de reptiles, 65% de aves y 35.8% de los mamíferos que se pueden encontrar dentro del territorio nacional. A pesar de la gran cantidad de especies en el estado y su importancia, la

biodiversidad veracruzana se ve amenazada por las actividades humanas, ya que se calcula que un 75% del territorio estatal es destinado a la agricultura y ganadería, actividades que provocan cambios en el uso de suelo mediante la deforestación de selvas y bosques, amenazando así las especies del estado. Esto convierte a Veracruz en el estado con una mayor cantidad de especies en riesgo de extinción que cualquier otro de la República Mexicana (CONABIO, 2011).

La población de Veracruz es de aproximadamente 8.1 millones de habitantes, compuesta en un 51.85% por mujeres y 48.15% de hombres (INEGI, 2016). De estos un 60.7% vive en poblaciones urbanas y el resto vive en poblaciones rurales. En cuanto a la economía del estado las principales actividades productivas del estado son: la agricultura, pesca y ganadería como el sector primario, las actividades de extracción de petróleo en el sector secundario, y el préstamo de servicios y el turismo pertenecientes al sector terciario. Debido a estas actividades la aportación de Veracruz al producto interno bruto del país es de 4.7% (INEGI, 2016).

5.1.1 Región Nautla: Martínez de la Torre y Tlapacoyan

Los municipios de Martínez de la Torre y Tlapacoyan se encuentran en la llamada región IV o de Nautla en el estado de Veracruz. Es la segunda región más pequeña de Veracruz con 3,119 km² que representan el 4.3% del estado, y en esta viven casi 400 mil personas (SEFIPLAN, 2015b). Está conformada por los municipios de Misantla, San Rafael, Nautla, Yecuatla, Juchique de Ferrer, Vega de Alatorre, Colipa, Tenochtitlán, Atzalan, Tlapacoyan, y Martínez de la Torre, donde en este último municipio se concentra el 27% de la población de la región.

Esta región se encuentra entre los paralelos 19°74' y 20°29' de la latitud Norte y entre los meridianos 96°52' y 97°24' de longitud oeste. Sus municipios se encuentran a altitudes que rondan los 0 a los 1900 msnm (INEGI, 2018). Colinda al norte con la región Totonaca, al sur con la región Capital, al este con el Golfo de México y al Oeste con el estado de Puebla.

Al localizarse en una cuenca hidrológica importante las principales actividades que se desempeñan en la región son las agropecuarias, destinando así más del 87% del territorio regional. Estas se dividen en agricultura de temporal (43%) y al cultivo de pastizal para la ganadería (44%). Se desempeñan también actividades agropecuarias en áreas de vegetación secundaria o acahual en el 7% del territorio. A pesar de esto el mayor aporte económico de la región lo hace el sector industrial con la manufactura de polvos, concentrados y jarabes de sabor, y el sector proveedor de servicios (SEFIPLAN, 2015b).

La mayoría de los municipios del estado tienen un clima tipo Af (m)w” (e), equivalente a clima cálido y húmedo con lluvias durante todo el año. La temperatura se encuentra en un rango entre los 16° y 26°C y la precipitación anual es de 1500 a 2100 mm (INAFED, 2010). En los municipios de estudio de Martínez de la Torre y Tlapacoyan se pueden identificar tres estaciones marcadas: la época de nortes (noviembre a febrero), la época de secas (marzo a junio) y la época de lluvias (Julio a octubre) (Fernandez *et al.*, 2006).

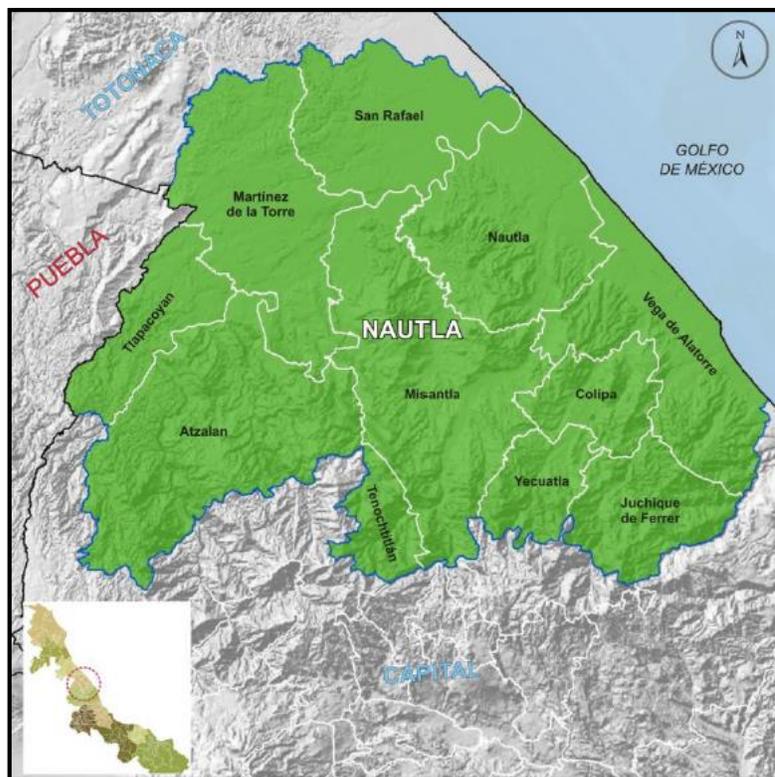


Figura 2. Mapa de la región Nautla (Tomado de SEFIPLAN, 2015)

5.1.2 Región Sotavento: Úrsulo Galván y Paso de Ovejas

Los municipios de Úrsulo Galván y Paso de Ovejas se localizan en la región VI o región Sotavento del estado de Veracruz. Esta tiene una superficie de 3,961 km², lo cual representa un 5.5% del total de la superficie del estado, siendo así la tercera región de menor tamaño del estado. A pesar de su reducida superficie es la cuarta región con más habitantes concentrando al 12.8% de la población estatal, o sea esto se traduce a más de 950 mil personas (SEFIPLAN, 2015c). En la región Sotavento se sitúan doce municipios que son: La Antigua, Veracruz, Boca del Río, Jamapa, Cotaxtla, Manlio Fabio Altamirano, Medellín, Puente Nacional, Soledad de Doblado, Tlaxiaco, Úrsulo Galván y Paso de Ovejas (INAFED, 2010).

Esta región se encuentra entre las coordenadas 19°55' y 18°59' de la latitud Norte y 96°78' y 95°96' de longitud oeste (INEGI, 2018). La altitud en la región va de los 0 a los 400 msnm en la mayor parte de los municipios que la conforman, exceptuando el municipio de Puente Nacional que llega a una altura de 800 msnm. Tiene como límites la Región Capital al norte, el Golfo de México al Este, la Región de las Montañas al Oeste y al sur la región del Papaloapan.

Dentro de la región Sotavento, el 95% del suelo es destinado a las actividades agropecuarias, donde un 48% es usado para fines agrícolas, principalmente el cultivo de caña de azúcar y maíz, un 42% tiene pastizal para la cría de ganado y un 5% es vegetación secundaria también destinada para la producción agropecuaria (SEFIPLAN, 2015c). Se destinan alrededor de 141 mil hectáreas solamente para el sector ganadero dentro de la región. Las áreas urbanas representan un 2% de la región, en donde se concentra la mayor parte de la población, especialmente dentro de los municipios de Boca del Río y Veracruz que concentran el 70.8% del total de los habitantes del estado.

Las principales actividades del sector primario son la agricultura, la ganadería, la pesca. El sector secundario se ve compuesto por la industria minera, con la extracción de petróleo y gas natural, y la construcción. También destacan en el

sector terciario la prestación de servicios de transporte y el turismo, debido a la importancia nacional del puerto de Veracruz (SEFIPLAN, 2015c).

El clima que caracteriza a la región Sotavento es el Aw, traducido a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano con rangos de temperatura anual promedio de los 24° a los 28°C y precipitación anual de 900 a 1600 mm de lluvia en sus diferentes municipios (INEGI, 2018).



Figura 3. Mapa de la región Sotavento (Tomado de SEFIPLAN, 2015)

5.1.3 Región Tuxtla: San Andrés Tuxtla

El municipio de San Andrés Tuxtla forma parte de la región IX o región de los Tuxtla. Es la región con menor superficie del estado, siendo esta de 2,947 km² o el 4.1% del territorio total del estado. Además de localizarse en el último lugar en cuanto tamaño, también es la región menos poblada, en esta viven poco más de

300 mil habitantes, que se concentran en el municipio de San Andrés Tuxtla donde vive el 52% de la población. Esta región la conforman únicamente cuatro municipios que son: Santiago Tuxtla, San Andrés Tuxtla, Hueyapan de Ocampo y Catemaco (SEFIPLAN, 2015a).

Esta región se encuentra delimitada por las coordenadas 18°72' y 18°07' de la latitud Norte y 95°54' y 94°86' de longitud oeste (INEGI, 2018). La altitud de la región Los Tuxtlas está en un rango va de los 10 a los 1600 msnm en la mayor parte. Estas variaciones son debidas a la presencia de un sistema montañoso dentro de la región, la Sierra de los Tuxtlas. Se encuentra rodeado por la región Papaloapan y la región Olmeca y tiene como límite al Norte al Golfo de México (INAFED, 2010).

Debido a su orografía es una región con una gran riqueza hidrológica y el 80% de su territorio está dedicado a actividades como la agricultura y la ganadería. De la superficie regional un 39% es destinado a cultivos agrícolas de temporal y un 44% es pastizal utilizado para la cría de ganado. Además, un 6% de la región está cubierta por selva y 2% por cuerpos de agua. Dentro de la región se encuentra un área natural protegida, la Reserva de la biósfera de Los Tuxtlas, que es la más importante del Estado de Veracruz y la más grande, con 155,122 hectáreas (SEFIPLAN, 2015a).

La región tiene subtipos de clima Af y Am, los dos son tipos de clima cálidos y húmedos, solo que Af tiene lluvias todo el año y Am tiene una dispersión de lluvias invernales menor al 10%. Esta región concentra la mayor cantidad de precipitación de todo Veracruz y toda la costa del Golfo con un rango que va desde los 1400 hasta los 4500 mm al año, a pesar de que llueve durante todo el año tiene una época de secas entre mayo y marzo (INEGI, 2016).



Figura 4. Mapa región de Los Tuxtlas (Tomado de SEFIPLAN, 2015)

5.2 Sistemas de estudio

Los sistemas de producción de becerro que fueron evaluados en este trabajo son de tipo extensivo y son: el sistema monocultivo (SMo), el sistema silvopastoril (SSP) y el sistema de acahual o monte (SAc). Estos se encontraron en cada una de las regiones que fueron descritas previamente.

5.3 Metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

La toma de muestras se realizó en nueve unidades de producción pecuaria (UPP) en tres municipios del estado de Veracruz, que fueron Ursulo Galván, Martínez de la Torre y San Andrés Tuxtla. En cada municipio se muestrearon tres unidades y cada una cuenta con un sistema productivo diferente: un monocultivo, un sistema silvopastoril y un sistema de monte o acahual.

Se realizó una encuesta informal semiestructurada (Anexo 1) a los ganaderos y trabajadores de las nueve UPP evaluadas. Las encuestas informales semiestructuradas tienen como característica principal que éstas parten de preguntas planeadas, pero se pueden extender como entrevista de acuerdo a la complejidad de la pregunta, de este modo son ajustadas al momento de la entrevista. Como ventajas se tienen que la encuesta es más flexible, se pueden aclarar malentendidos y el entrevistado tiene una mayor libertad al momento de contestar las preguntas (Díaz-Bravo *et al.*, 2013). Al igual la persona que realiza la encuesta puede guiar ésta hacia lo que se considera importante para el estudio de una forma amena y entretenida. En esta encuesta se les preguntó a ganaderos y a trabajadores sobre las entradas y salidas de los insumos utilizados para la producción, manejo del hato, parámetros productivos y manejo de los potreros utilizando los datos de al menos un año completo de operación. Adicionalmente se realizó una entrevista participativa para auditar y confirmar la información y a su vez se realizaron recorridos dentro de cada una de las UPP para identificar las divisiones y los sitios en las que pastorea el ganado así como la forma en la que está dividido el predio (acahual, potreros, fuentes de agua, zonas de cultivo).

Con la información obtenida y auditada se realizó una base de datos para integrar el inventario de análisis de ciclo vida (ICV) que contiene los siguientes rubros: etapas y tipo de ganado, uso de suelo dentro de la UPP, insumos, dietas, nutrientes por insumo y manejo de excretas.

Se realizó un análisis estadístico de los datos para poder observar las diferencias entre los diferentes sistemas productivos utilizando los programas SAS 9.3 y SPSS. El análisis estadístico utilizado fue el análisis de varianza (ANOVA) para tres variables.

En cada UPP se determinarán los límites y alcances (ISO 14040) para la evaluación del ejercicio productivo del año 2015. En todas las unidades de producción se considerará como unidad funcional (ISO 14040) un kilogramo de peso vivo entregado a pie de rancho que incluye animales de primera y animales de desecho.

Se evaluaron las cargas ambientales de acuerdo a los lineamientos del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático o IPCC por sus siglas en inglés (2006) del sector ganadero.

Se reportó la categoría de impacto de potencial de calentamiento global.

5.3.1 Definición de objetivos y alcance

- Objetivo del ACV

Este ACV tiene como objetivo estimar el PCG que tiene la producción de becerro en tres diferentes sistemas productivos en el trópico mexicano. Se evaluaron sistemas productivos del tipo silvopastoril intensivo, monocultivo y acahual.

- Alcance

Límite espacial

Las tres regiones en el estado de Veracruz se utilizaron como repeticiones para la evaluación estadística. Como se describe a continuación:

- Nautla: Municipios de Martínez de la Torre y Tlapacoyan
- Sotavento Veracruzano: Municipios de Paso de Ovejas y Ursulo Galván.
- Tuxtlas: Municipio de San Andrés Tuxtla.

Límite temporal

Este análisis fue realizado utilizando los datos que comprenden todo el año 2015 considerando que las UPP habían mantenido estable su producción anual durante los últimos cinco años. En caso de que no se cumpliera este precepto en cualquiera de las UPP, se proyectó la información al evento más probable que sucediera como consecuencia de los parámetros existentes.

Límite de producción

Se incluyó todas las entradas y salidas de ganado para operar cada una de las UPP, por lo que se consideró la venta de desecho de pie de cría y de progenie a las diferentes edades de venta que tuvo cada UPP. Como entradas todo el ganado que se adquirió para su operación, es decir el reemplazo del pie de cría.

Límites del sistema

Para el siguiente estudio se tomaron en consideración el total de entradas y salidas de materia orgánica que fluye dentro de las UPP como se muestra en la figura 5 y que se compone de los siguientes elementos:

- Todos los insumos para alimentación como lo fueron las diversas fuentes de forraje, granos, otros insumos alimenticios comerciales. Estos pudieron ser comprados fuera de cada UPP o producidos dentro de la misma. La composición nutrimental de todos los insumos usados fue obtenida de resultados de laboratorio y cuando esta no estuvo disponible o no existía se utilizaron valores promedio de insumos equivalentes reportados en la literatura.
- La superficie de cada UPP se dividió en área de reserva, área ganadera y área agrícola. Para calcular la carga animal solo se consideró el área ganadera que incluía: praderas para pastoreo, acahual y área de reserva solo cuando esta se utilizaba para pastoreo temporal por la época de secas o nortes.
- Disposición y manejo de excretas. Este manejo se dividió en actividades de colección, almacenamiento y disposición de estiércol, de acuerdo al tipo de instalaciones donde se pastoreaba, pernoctaba, se alimentaba o se ordeñaba al ganado.
- Para calcular la producción de CH₄ entérico se siguieron los lineamientos del IPCC (2006) capítulo 10 y 11 bajo la metodología TIER 1 y TIER 2 donde se

- ajustó la producción de CH₄ entérico de acuerdo a peso, etapa productiva y tipo de alimentación mediante regresiones cuadráticas para estos factores.
- Para realizar el cálculo del CH₄ y N₂O por manejo de excretas se siguieron los lineamientos del IPCC (2006) capítulo 10 y 11 bajo la metodología TIER 2 donde se ajustó la producción de CH₄ y N₂O de acuerdo a la temperatura ambiental, las diferentes fases de manejo de excretas, tipo de instalaciones y tiempos de retención de la materia orgánica que se realizaba en cada UPP.
 - Las emisiones causadas por el uso y producción de antibióticos, medicamentos, maquinaria e instalaciones quedaron fuera del alcance del ACV debido a la falta de información puntual y a que en la literatura se reporta un bajo aporte y alto consumo de tiempo para su evaluación cuando se incluye dentro de los límites del estudio (Cederberg *et al.*, 2009)
 - Las emisiones causadas por los cambios en el uso de tierra no fueron calculadas debido a la falta de información confiable de estos tres sistemas productivos y a que los propietarios de las UPP reportaron haber estado operando en el sistema por al menos 10 años.
 - Asignación de cargas ambientales: Los subproductos producidos dentro de los sistemas como en el caso de algunas UPP doble propósito, donde también se producía leche, que no solamente fue para el consumo y alimentación de los becerros, se dividieron las cargas ambientales de acuerdo al contenido de PC que aportaban cada subproducto a la UPP (Cederberg y Stadig, 2003).
 - El uso de fertilizantes y la fijación biológica de nitrógeno para la producción de cultivos quedo fuera de los límites del estudio debido a que las cargas ambientales de la producción de forraje o de insumos externos para la alimentación del ganado no se consideraron, por lo que este estudio es ACV fue de puerta a puerta.
 - El uso de combustibles y energía eléctrica quedo fuera del ACV por falta de información confiable para su modelación.

Unidad funcional

Se consideró como unidad funcional (UF) a un kilogramo de peso vivo de ganado en pie a la puerta de la unidad de producción (1 Kg PV eq) donde se incluyeron a los animales vendidos del pie de cría o de la progenie. En su caso se usaron unidades funcionales temporales como fue: una vaca parida, una hectárea o una tonelada de estiércol, para posteriormente convertirlo en la UF del estudio.

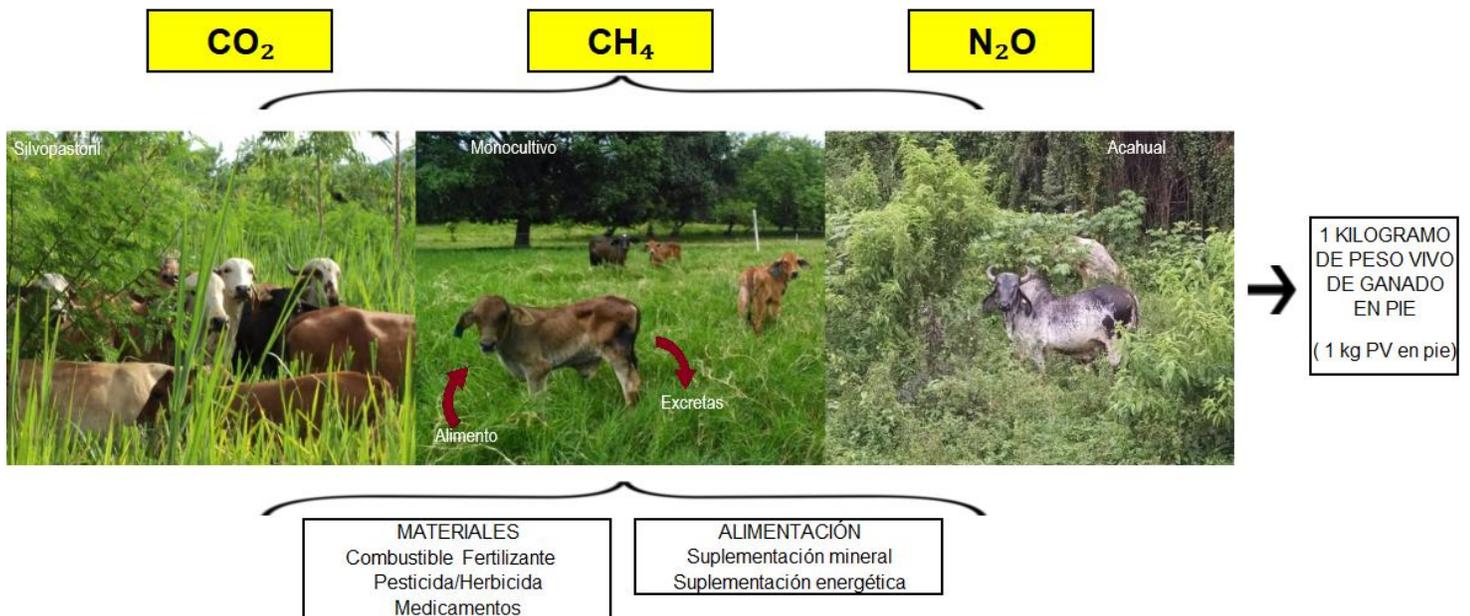


Figura 5. Límites de los sistemas estudiados.

- Categorías de impacto

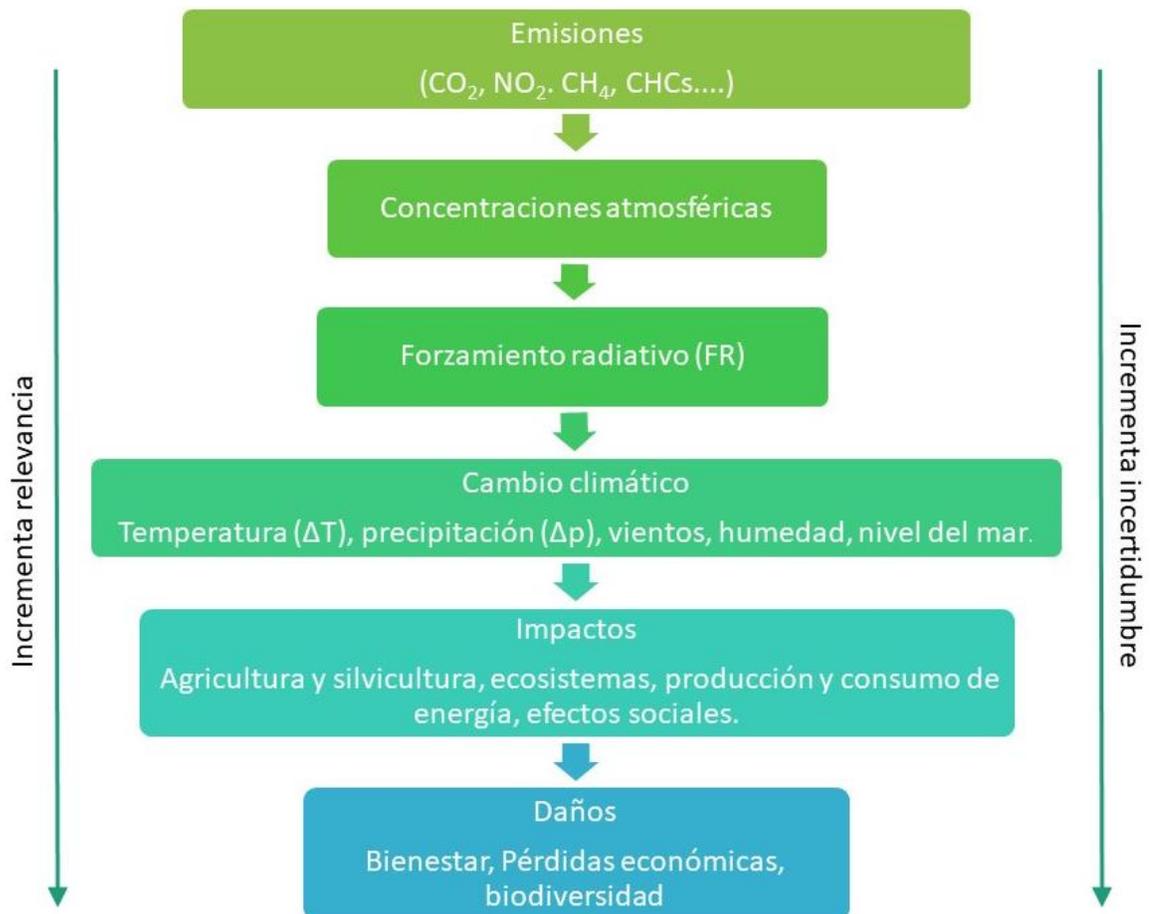
La categoría de impacto evaluada en este trabajo es el potencial de calentamiento global (PCG), los resultados de esta categoría son reportados en kilogramos de dióxido de carbono equivalente (kg CO₂ eq).

Descripción de la categoría de impacto: Potencial de calentamiento global

El potencial de calentamiento global se refiere a la capacidad de cambiar la temperatura media global por la acumulación de compuestos químicos que tienen la capacidad de atrapar el calor de la radiación solar (Bare *et al.*, 2003).

Estos compuestos químicos son los gases de efecto invernadero (GEI) que actúan absorbiendo la radiación y disminuyen la velocidad en la que esta se libera al espacio exterior, manteniendo la temperatura terrestre dentro de un rango en el cual la vida es posible (US EPA, 2016). Los principales GEI son el vapor de agua, el CO₂, CH₄, N₂O y los CLFC. Estos gases, a excepción de los CLFC, han existido desde tiempos preindustriales, pero con la revolución industrial estos han aumentado en más de un 40% teniendo repercusiones en la temperatura global, en la que se ha visto un aumento de 0.8°C desde 1880. Una temperatura de 2°C o más podría tener consecuencias irreversibles en nuestro planeta (Riebeek, 2010). La existencia de sumideros de carbono, como lo son océanos y bosques, han ayudado a que la temperatura de la Tierra se encuentre estable, pero actualmente estos están sobrepasando su capacidad de “atrapar” las moléculas de CO₂. En la Figura 6 se resumen las causas y los efectos del cambio climático (Bare *et al.*, 2003).

Figura 6. Causas y consecuencias del cambio climático (Traducido de Fuglesdvedt, 2003).



Los GEI tienen dos características importantes que son su capacidad de absorber energía, también conocido como forzamiento radiativo, y el tiempo en el que sus moléculas permanecen en la atmósfera, conocido como su tiempo de vida (US EPA, 2016). Estas dos características son utilizadas para medir el potencial de calentamiento global y así poder comparar diferentes gases y midiendo la energía que absorben en un determinado periodo (Lashof y Ahuja, 1990). Se utiliza el CO₂ como base, por lo que las unidades utilizadas para reportar esta categoría de impacto son las de CO₂ eq. El IPCC, estipula que los horizontes de tiempo que deben de ser adoptados para medir el PCG son de 20, 100 y 500 años, siendo el de 100 años el más utilizado en la actualidad (Fuglestedt *et al.*, 2003).

La forma en la que se calcula índice de calentamiento global se realiza de acuerdo a la Ecuación 1.

Ecuación 1. Cálculo del índice de calentamiento global.

$$\text{Cambio climático} = \sum PCG_i * m_i$$

*Dónde: PCGi =potencial de calentamiento global del compuesto i
mi = masa del compuesto i en kg.
Los resultados son referidos en kg equivalentes de CO₂.*

6. RESULTADOS

Los resultados se describirán de acuerdo a la metodología del ACV, donde la descripción de las UPP utilizadas es parte del Inventario de Ciclo de Vida (ICV), inventario que se divide en las siguientes secciones

6.1 Descripción de las unidades de producción pecuaria (UPP) estudiadas

Las regiones fueron numeradas por localización y se utilizaron abreviaturas para los tipos de sistema productivo, para facilitar su rápida identificación debido a que en todas las regiones estuvieron presentes los diferentes tipos de sistema. De tal forma que se evaluaron un total de nueve UPP.

Tipo de sistema:

- Monocultivo (SMo)
- Silvopastoril (SPP)
- Acahual (SAc)

Regiones:

1. Región Nautla
2. Región Sotavento
3. Región Tuxtlas

Por ejemplo: el código **SAc2** se refiere al sistema de Acahual (SAc) de la región Sotavento (2). Para facilitar el análisis de la información en el correspondientes.

Cuadro 4, se presenta cada región con las principales características de las UPP correspondientes.

Cuadro 4. Principales características de las UPP evaluadas, por región de estudio.

Región	ID	Forraje	Suplementación	Ganado
Nautla (Región 1)	SMo1	Pasto estrella (<i>Cynodon nfluensis</i>), <i>Brachiaria brizantha</i>	Sales minerales, Pulpa de cítricos, Concentrado	Ganado F1, Crías 5/8 cebú 3/8 Holstein
	SSP1	Gramina Nativa, <i>Cratylia argenta</i> , <i>Brachiaria spp.</i> , Pasto tanzania	Sales minerales, concentrado, Silo de sorgo	Cebú y crías F1
	SAC 1	Gramina Nativa, Bosque secundario	Sales, Concentrado becerro	Cebú x Europeo
Sotavento (Región 2)	SMo2	Gramina nativa, Pasto estrella, Pasto pangola.	Sales minerales, puntas de caña, milpa picada, concentrado.	Cebú x Europeo
	SSP2	Pasto estrella (<i>Cynodon nfluensis</i>), P. tanzania, Leucaena	Sales minerales, silo de maíz	Cebú x Europeo
	SAC 2	Gramina nativa	Heno de pangola, puntas de caña, milpa picada	Cebú x Europeo
Los Tuxtlas (Región 3)	SMo 3a	Gramina nativa, Pasto insurgente	Sales minerales	Cebú x Europeo
	SMo 3b	Gramina nativa, <i>Brachiaria brizantha</i>	Sales minerales, concentrado comercial, melaza	Cebú x Europeo
	SAC 3	Gramina nativa	-	Cebú x Europeo

Sistemas: SMo: Sistema Monocultivo. SSP: Sistema silvopastoril. SAC. Sistema de acahual

6.1.2 Unidades de producción dentro de la región Nautla: municipios de Martínez de la Torre-Tlapacoyan (Región 1)

UPP SMO 1:

Esta UPP, se localiza en el municipio de Tlapacoyan. Está enfocada en la producción de leche y en la venta de becerros. Para integrar el ICV de esta UPP se consideró la siguiente información. Tiene una superficie total de 126 has, divididas en: potreros, instalaciones, caminos y áreas de reserva. Se cuenta con 98.78 has que fueron utilizados para alimentar a los animales con forraje proveniente de pastizales de grama nativa, además dentro de la UPP se tuvieron tres hectáreas cultivadas con la leguminosa *Cratylia argentea* y un área de reserva con vegetación nativa que ocupó una superficie de 23 has.

En cuanto a los animales, en el año 2015 el hato productivo se conformaba por 120 vacas, que tenían un peso promedio de 600 ± 50 kg. Las vacas que eran ordeñadas fueron F1, una mezcla entre cebú y Holstein y los becerros que se vendieron eran 5/8 Holsteín y 3/8 cebú. Las vaquillas de reemplazo del rancho, no fueron criadas dentro de la UPP y fueron traídas de otro rancho, por lo que en el 2015 se agregaron 20 vaquillas de 250 kg al ciclo productivo. Al cumplir los seis meses se vendieron diez de estas a la feria y se quedaron con los diez ejemplares restantes. En este rancho no hay toros se emplea la inseminación artificial. Se tienen dos épocas de empadre en las cuales se inseminan a las vacas, de las 120, 93 de ellas tuvieron un becerro en el año productivo, por lo que el porcentaje de fertilidad en la UPP del 2015 fue de 78%. Las vacas se metieron a empadre cuando llegaron a los 400 kg y se aspiraba a que su primer parto fuera cuando las novillas cumplieran los dos años y medio. Además, dentro de la UPP se observó que el intervalo entre partos fue de 13 a 14 meses. En promedio, los becerros nacieron con un peso de 35 kg. A estos se les dejaba mamar calostro y después fueron separados de sus madres. Fueron alimentados artificialmente con leche entera por cuatro meses y posteriormente mes y medio con suero de leche proveniente de la ordeña de las vacas que fueron ordeñadas dentro de la UPP. Al mismo tiempo, los becerros fueron alimentados

con concentrado especial para su etapa, con un porcentaje de 24% de PC y se les dejaba pastando en potreros de pasto estrella y grama nativa. Durante el año 2015 se reportó una mortalidad del 3% durante esta etapa. Fueron destetados a los cuatro meses con un peso de 110 kg y tuvieron un cambio de alimento en el cual se les dio concentrado de engorda con 14 % de PC hasta que llegaron a los 180 kg y fueron vendidos en su totalidad.

Las vacas produjeron 9.5 L/día de leche cada una en la temporada alta y en la baja la producción por animal en la UPP fue de 7 L. La lactancia tuvo una duración de 310 días. Se les ofrecía un kilogramo de concentrado diariamente al momento de la ordeña y bagazo de naranja en temporada de secas.

Los potreros de la UPP tenían una mezcla de las siguientes especies forrajeras: *Brachiaria humidicola*, pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*), pasto mulato I y pasto Cayman. Se cuenta con cerco eléctrico fijo y el manejo de los bovinos en los potreros fue de forma rotacional. A las praderas se les aplicó fertilización nitrogenada bajo un régimen en el cual a los pastizales se les agregaron 50 kg de urea por hectárea por boleo en los de febrero y octubre. En la UPP se trabajó con dos tractores y tres camionetas, de las camionetas una fue utilizada diariamente. Los becerros y las vacas pasaron la mayor parte de su tiempo en los potreros, las heces y orina que estos produjeron fue depositada en los pastizales, aunque también se acumularon excretas en el corral que destinado a los becerros y dentro de la sala de ordeña. Estas excretas se acumulan en un estercolero (pila dinámica) y se regresan a los potreros para su fertilización (fertilización al boleo).

La producción anual total de carne para el año 2015 fue de 88 cabezas (de crías de primera y desechos de pie de cría) con un total de 31,321 kg de animal en pie (KgPV) y también la UPP produjo 209, 920 litros de leche anualmente.

UPP SPP 1

La UPP que será descrita a continuación pertenece al municipio de Martínez de la Torre y tiene una temperatura promedio de 24°C. Para integrar el ICV de esta UPP se consideró la siguiente información. Se dedicó principalmente a la producción de vaquillas y becerros F1. El hato estaba formado por vacas de las razas Sardo Negro, Brahman y Gyr. Tiene una superficie de 114 hectáreas, de las cuales 104 hectáreas se componían por potreros con pastizales aptos para la alimentación de los bovinos. También contaba con cuatro hectáreas que eran destinadas al cultivo de sorgo que fue utilizado para la producción de silo. Se tenía aproximadamente una hectárea de la leguminosa *Cratylia argentea* distribuida en varias zonas dentro de la UPP, e instalaciones que cubren casi media hectárea.

En cuanto a los animales, dentro de la UPP en el año 2015 se tenían aproximadamente 120 vacas en producción y con dos toros encargados de detectar calores, pues dentro de la UPP las vacas fueron inseminadas artificialmente. El hato se dividió en 2 lotes para facilitar el manejo de los animales, repartiendo así a los dos toros en cada uno lote. El empadre se realizó únicamente una vez en el año durante los meses de julio a septiembre. Se tuvo un porcentaje de fertilidad del 80%, por lo que en el 2015 nacieron aproximadamente 96 becerros. El peso promedio al nacer de los becerros fue de 34 kg, mamaron calostro y después se alimentaron mediante técnicas de amamantamiento restringido, donde pasaron cierta cantidad de tiempo con sus madres y fueron separados en la noche. Ese año productivo se registraron 3 muertes de becerros dentro de la UPP, quedando así solo 93 becerros. El destete se realizó cuando los becerros alcanzaron un peso entre los 140 y 150 kg, a una edad aproximada de 5 meses. Posteriormente todos los becerros machos se vendieron al alcanzar los 210 kg y las hembras se quedaron todavía 4 meses más hasta alcanzar los 250 kg. De estas novillas F1 de 250 kg se vendieron 20 y se quedaron 19 vaquillas cebú como reemplazos. Las novillas cebú se inseminaron teniendo un peso de 380 y un año de edad aproximadamente, entrando así al ciclo productivo de la UPP. El promedio de edad de las vacas de la UPP en ese año

productivo fue de cinco partos, y se convirtieron en vacas de desecho en el momento en el que no quedaron gestantes por diversas razones.

La mayor parte de la alimentación de los bovinos dentro de la UPP fue cubierta por pastos. A los becerros para incrementar las ganancias diarias de peso se les proporcionó de medio kg a un kg de concentrado al día conforme fueron creciendo. A las vacas solo se les dio diariamente concentrado a diez, que notaron que estaban más bajas de peso. La suplementación mineral dentro de la UPP era mediante sales minerales, 50 g por animal cada dos días. A las vacas adultas se les proporcionó silo de sorgo producido en la misma UPP, en el año 2015 se les ofrecieron 30 kg de silo en los 4 meses de la época de nortes.

Los potreros estaban provistos de pastizales de grama nativa y *Brachiaria brizantha* principalmente, aunque en un área de 5 has se tenía pasto Tanzania (*Panicum máximum*), pasto amargo (*Paspalum virgatum*) y pasto Cayman (*Brachiaria* híbrido). El manejo que se realizó diariamente fue la rotación de los dos lotes en los potreros, estos son 16 en total y estaban divididos por cerco eléctrico. Para mantener la calidad de los pastos dentro de los potreros se fertilizó con urea dos veces en el año, aplicando dos bultos de 40kg por ha. Se chapeó manualmente para quitar hierbas y pastos que no comestibles de los potreros. Además, en el interior de la UPP se cultivó y procesó lo necesario para una parte de la suplementación de los animales adultos: el silo de sorgo. Se cultivaron 4 hectáreas de sorgo, dos veces en el 2015. Al igual que con los potreros se agregaron dos bultos de urea por ha en los cultivos de sorgo. Los parches de vegetación con *Cratylia argenta* también se utilizaban para los animales en las épocas de estiaje.

Cuando los animales estaban pastoreando las excretas de las vacas y de los becerros, fueron separadas y depositadas en el pasto. En el momento del amamantamiento restringido, cuando todos los bovinos, exceptuando a los dos toros de repaso, se encontraban dentro de un corral por dos horas diariamente por cinco meses, las heces y orina fueron depositadas dentro del corral. Estas se dejaron en una pila estática y fueron removidas cada mes y medio.

La maquinaria con la que contaba la UPP era una bomba de agua y un tractor. La bomba se empleaba para extraer agua, pero ésta solo era para el consumo de los animales y no para riego. El tractor era de tamaño mediano y solo fue utilizado por cuatro semanas en el año.

La producción anual del año 2015 de la UPP fue de 85 cabezas (contando los desechos y los becerros) de ganado en pie con un total de 23,621 kg. Como fue mencionado anteriormente, la leche de las vacas solo era destinada para el consumo de los becerros.

UPP SAc 1:

Esta UPP se localiza en el municipio de Tlapacoyan que tiene una temperatura anual promedio de 23°C. Para integrar el ICV de esta UPP se consideró la siguiente información. Tiene una superficie de 79 hectáreas, las cuales se dividían por un camino, de un lado se tenían 40 has de pastizal cultivado, y 39 has estaban compuestas por vegetación secundaria. La UPP se ubicaba en un terreno que conformado por lomeríos y en el año 2015 únicamente se dedicaba a la producción de becerros. Los bovinos de esta UPP estuvieron conformados por cruza de las razas pardo suizo, Simmental y Charolais con ganado cebú.

Los animales que formaron parte de la cadena productiva dentro de la UPP fueron 60 vacas, que tenían una edad promedio de cuatro a cinco partos. Estas quedaron gestantes por monta natural, por lo que dentro de la UPP se tenían tres sementales que pastoreaban continuamente con las hembras. Se tuvieron 55 nacencias a lo largo del año y los becerros pesaron en promedio 30 kg. Se quedaron con sus madres en un régimen de amamantamiento continuo hasta el destete y los becerros llegaron a un peso de 200 kg a la edad de seis meses. Se vendieron 45 becerros en total. Las 10 becerras que restaron, se quedaron como reemplazos y se alimentaron hasta llegar a los 350 kg, peso en el cual fueron cubiertas. Las vacas de desecho fueron vendidas por problemas reproductivos o al tener una edad de 10 partos.

La mayor parte de la alimentación de los bovinos dentro de la UPP se cubría por el forraje producido en los potreros. Los potreros estaban cubiertos por pastizales de grama nativa en la mitad de la UPP y la otra mitad está conformada por vegetación secundaria nativa en la cual ramonean estos animales. El hato se dividió en tres lotes que fueron: vacas gestantes, vacas vacías y por gestar, y vacas con sus crías. Cada grupo pasó 20 días en cada uno de los seis potreros que forman parte de la UPP. A los pastizales no se les fertilizó ni regó, pero se aplicó un herbicida en proporción de litro por cada hectárea. El ganadero mencionó que la grama nativa tuvo un rendimiento anual de MS de 7,000 kg y el acahual de 4,000 kg aproximadamente de MS que podía ser aprovechada por los animales, se desconocen las especies forrajeras que lo conformaban, aunque el ganado mantuvo su peso al entrar a alimentarse a los potreros de vegetación secundaria.

La suplementación energética solo se dio a los becerros con bajo peso y a las vacas que fueron desechadas. A los cinco becerros más bajos de peso se les dieron tres kg de concentrado comercial para que recuperaran peso. Las vacas de desecho se engordaron utilizando pastos y concentrado después de que destetaron a sus crías. A estas se les ofrecieron cinco kg de concentrado a cada una. La suplementación mineral fue semanal y se repartieron 50 kg entre todos los animales.

La producción anual de la UPP es de 55 cabezas de ganado (becerros y vacas de desecho) o 11,750 kg.

6.1.3 Unidades de producción dentro de la región Sotavento: Municipios de Úrsulo Galván y Paso de Ovejas

UPP SMO 2

Esta UPP se localiza en el municipio de Úrsulo Galván, que tiene una temperatura promedio anual de 24.5°C. Para integrar el ICV de esta UPP se consideró la siguiente información. El predio medía 43 hectáreas que divididas en 10 potreros.

Todo el terreno de la UPP está compuesto por áreas de pastizal para alimentar al ganado. En esta UPP se dedican principalmente a la venta de leche para la elaboración de queso y también a la venta de becerro en pie. El ganado está conformado por mezclas de cebú con Holstein y pardo suizo, aunque en el 2015 se tenía un semental de la raza Simmental.

En el año 2015 la UPP contaba con 20 vacas dentro del hato productivo. Las vacas siempre se mantuvieron con el semental, y se realizó un empadre continuo por monta natural. En este año nacieron 15 becerros, con un peso promedio de 27 kg. Se quedaron con sus madres hasta cumplir los cuatro días de nacidos, se realizó un amamantamiento restringido al momento de la ordeña, dejando que se alimenten de un cuarto de ubre. Los becerros fueron destetados al llegar a los 220 kg a una edad de ocho meses y diez de estos se vendieron. Las cinco becerras restantes se quedaron como reemplazos y se alimentaron hasta llegar a los dos años o a los 380 kg. Las vacas que fueron reemplazadas fueron las que no quedaron gestantes o por alguna razón dejaron de dar leche, aunque éstas no sean las de mayor edad dentro de la UPP.

En cuanto a la producción de leche, cada una de las vacas del hato produjo cuatro litros en total diariamente en la época de lluvias y la producción bajó a tres litros diarios en la época de secas. No se llevó un control de los días que pasan las vacas en la lactancia y tampoco un control del destete de los animales, a pesar de que los becerros se vendieron las vacas produjeron leche hasta que dieron menos de tres litros diarios.

El predio de 43 has tenía diversas especies forrajeras, pero predominó una mezcla de pasto privilegio (*Panicum maximum*) y grama nativa que tiene tanto gramíneas como leguminosas. Esta mezcla se encuentra distribuida en 26 has dentro de la UPP. En tres has se tiene pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y las restantes tienen pasto pangola (*Digitaria eriantha*). Se calcula que aproximadamente todas las praderas de la UPP tienen un rendimiento anual de MS de 377,120kg. Se realizó un manejo rotacional de los animales dentro de los 10 potreros, que medían de tres

a seis hectáreas cada uno. Los bovinos pasaron alrededor de quince días en cada uno de los potreros, exceptuando la época de secas, en la cual solamente se quedaron dentro del potrero por una semana. La UPP no tenía ningún tipo de instalaciones, por lo que todas las heces y orina se depositaron en los pastizales. En todo el año productivo no se aplicó fertilización artificial ni riego solamente se aplicaron herbicidas. Estos herbicidas fueron colocados en todos los potreros después de dejar al ganado pastorear y tras un chapeo manual. En las épocas de secas se compraron puntas de caña para alimentar al ganado, y al terminarse esta, se compró rastrojo de maíz. La suma de la suplementación energética que se les da a los animales alcanzó los 52,850 kg en ese año. Además, la suplementación mineral se proveyó en la forma de bloques minerales, y se les dio mensualmente.

La producción total de esta UPP se calcula que fue de 26,000 litros de leche al año y de 15 cabezas de ganado bovino o 4,937 kg de carne en el año 2015

UPP SPP 2

Esta UPP se localiza en el municipio de Úrsulo Galván y su temperatura media anual es de 26°C. Para integrar el ICV de esta UPP se consideró la siguiente información. Forma parte de un complejo de enseñanza que mide 80 has en total, pero solamente 20.5 has que están divididas en diez potreros fueron utilizadas para la producción de ganado bovino, las demás se utilizan para cultivar maíz, caña y árboles frutales, pero estos productos se encuentran separados dentro de la UPP y fueron independientes de la producción de pecuaria. Las razas que conforman el hato son cruza de Simmental, Brahman y Pardo Suizo.

El hato ganadero de la UPP está formado por 35 vientres, 1 semental y en el año 2015 nacieron 12 becerros que pesaron 38 kg. El manejo que se realizó fue el siguiente: los becerros permanecieron la primera semana con la madre, y después se separaron en los potreros de silvopastoril que tenían pasto Tanzania y Leucaena y solo se juntaban con sus madres (las cuales pastan en un monocultivo de Tanzania) en las mañanas. Este manejo se llevó a cabo hasta el destete de los

becerros cuando cumplieron 7 meses y tuvieron un peso de 200kg. Se cambiaron a los becerros de potreros llevando a los machos a un monocultivo para que engordaran y se vendieron como pie de cría al llegar a un peso de 300kg. A su vez, las hembras pasaron a otros potreros de tipo silvopastoril con pasto Tanzania (*Panicum maximum*), pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y Leucaena (*Leucaena leucocephala*). A pesar de que se contaba con un semental, este era solamente utilizado como toro de repaso, ya que en la UPP se inseminaron artificialmente a las vacas en el mes de febrero. Las vaquillas empezaron su vida reproductiva al llegar a los dos años y medio y 350 kg donde quedaron gestantes.

El predio de uso ganadero está dividido en 10 potreros donde tres de estos fueron de tipo silvopastoril. Los otros siete estuvieron compuestos por monocultivos de pasto estrella y Tanzania. Se utilizó también un cultivo de maíz y un potrero con pasto Tanzania que se cortó para dárselo al ganado en la época de estiaje. El hato rotó en los diferentes potreros, exceptuando los becerros que siempre estuvieron en los potreros de Tanzania y Leucaena hasta el destete. En los momentos en los cuales no había becerros, el ganado se metía a los potreros de tipo silvopastoril por 15 días y se descansaban 60, en los cuales pastoreaban en los potreros con monocultivo. La leucaena se podó una vez este año para evitar su sobre crecimiento. Existe un canal de riego que pasó a lo largo de toda la UPP, sin embargo, no se fertilizó ni se aplicaron herbicidas dentro del predio. La mayor parte del hato pasó el 100% de su tiempo en los potreros, por lo que las heces y la orina se depositaron en los pastos, exceptuando a los toretes que fueron engordados. Estos se estabularon unas horas al día y sus heces formaban parte de una pila estática que después de una semana era removida del lugar y utilizada para fertilizar los potreros. Además de la alimentación que dio el forraje a los animales, se suplementó con concentrados, sales minerales y sal común. De estas la UPP compró 406 kg.

La producción anual del año 2015 de la UPP fue de 13 cabezas (contando los desechos y los becerros) de ganado en pie con un total de 4,980 kg. Como fue

mencionado anteriormente, la leche de las vacas solo fue destinada al consumo de los becerros.

UPP SAc 2:

La UPP se encuentra en el municipio de Paso de Ovejas y en el año 2015 se dedicó principalmente a la cría y venta de becerros. La localidad tiene una temperatura media anual de 25°C. Para integrar el ICV de esta UPP se consideró la siguiente información. El tamaño del predio en el cual se encuentra la UPP es de 96 has y este fue dividido en dos partes: el monte o acahual, conformado por 92 has y cuatro has restantes con un monocultivo de pasto estrella.

Como punto de partida, en esta UPP se tuvieron 40 vientres, cruza de cebú con ganado europeo, con rangos de peso de 450 a 500 kg, y un semental pardo suizo. El manejo reproductivo se realizó por monta natural. Durante el 2015 nacieron 22 becerros con un peso promedio de 35 kg. Las vacas con sus becerros se movieron de los potreros con vegetación secundaria a los de monocultivo para cuidar de estos. Se suplementó a los becerros con fórmula láctea durante los primeros meses a pesar de que estaban amamantando. Después de seis meses, llegaron a los 200kg y fueron destetados. Las vacas regresaron a los potreros con acahual, los becerros fueron vendidos y las siete becerras restantes se quedaron en los potreros con pasto estrella. Se realizó una selección de las becerras restantes y se escogieron siete para que estas fueran los reemplazos, las otras se vendieron al llegar a los 300 kg. Los siete reemplazos se movieron a los potreros con vegetación secundaria y se gestaron a los dos años pesando 350 kg. Se escogieron seis vacas muy bajas de peso para ser desechadas. En esta UPP murieron dos vacas en este año.

Los potreros que tenían vegetación secundaria estuvieron conformados por plantas nativas espinosas en su mayoría, en las que destacan especies como el huizache y el cocuite. El terreno es pedregoso lo que dificulta el desmonte y/o la siembra de pasto u otros cultivos es casi imposible. Estas has fueron divididas en tres potreros

con diferentes superficies: el más grande es de 54 has, seguida de uno de 23 has y por último uno de 15 has. Los primeros dos fueron atravesados por un río que es la única fuente de agua, por lo que el ganado se mantuvo en estas dos zonas. También a pesar de que el potrero de 54 has sea el de mayor tamaño no fue utilizado en su totalidad debido a que el ganado pastoreaba en las zonas que están más cerca de la fuente de agua. No se contaba con instalaciones, por lo que los bovinos pasaron todo su tiempo pastoreando dentro de los distintos potreros, por lo mismo todas las excretas se quedaron en estos. En lo que concierne al manejo de las hectáreas de pasto estrella, este se encontró adyacente a un canal de riego, y se fertilizó con seis bultos de 40 kg de urea dos veces en el año. No se aplicaron herbicidas. Sin embargo, todo el hato se movió a las cuatro hectáreas de pasto estrella durante tres meses, por la temporada de secas y se les suplementó con una gran cantidad de productos agrícolas como: milpa picada, puntas de caña, pasto pangola y rastrojo de maíz. Se calcula que aproximadamente se compraron 49,200 kg de suplementación energética en el año. La suplementación mineral se realizó durante todo el año y se compraron cuatro bultos de 25 kg para proveerle de minerales a todo el hato cada mes.

La producción anual total de esta UPP fue de 22 cabezas de ganado bovino (crías de primera y vacas de desecho) que sumaron 5,036 kg.

6.1.4 Unidades de producción dentro del municipio de San Andrés Tuxtla

UPP SMO 3a:

La siguiente UPP se encuentra en el municipio de San Andrés Tuxtla, que presenta una temperatura media anual de 24.5°C. Para integrar el ICV de esta UPP se consideró la siguiente información. La UPP tiene una superficie de 160 hectáreas, donde 122 estaban formadas por pastizales para alimentar a los animales y 38 estaban formados por selva, el río y vegetación secundaria. Esta UPP en el 2015

se dedicó a la producción de becerro únicamente. El hato estaba conformado por cruza de brahmán y Charolais.

Los animales que formaron parte de la cadena productiva dentro de la UPP en el año 2015 fueron 330 en total. Se tenían 143 vientres que se lotificaron en grupos donde se acomodan a las vacas de la “ordeña”, a las que estaban por parir y a las becerras que serían los próximos reemplazos. Se tenían cuatro toros de repaso que pastoreaban con las hembras después de los programas de inseminación artificial y de transferencia de embriones. En el 2015, nacieron 125 becerros con un peso promedio de 25 kg y estos se quedaron pastoreando con sus madres por tres meses. Al momento de cumplir los tres meses con un peso de 70 kg, los becerros fueron separados de sus madres y el amamantamiento se restringió a la interacción vaca-becerro una vez al día. Todo esto se realizó para que las hembras entraran en calor más rápidamente y pudieran ser sometidas a los protocolos reproductivos. El destete se hizo cuando los animales cumplieron seis meses de edad pesando 180 kg las becerras y los becerros 200 kg. Todos los machos fueron vendidos y de las hembras solo se vendió la mitad. La otra mitad, que fueron un total de 30 novillas, salió de la UPP para terminar su crecimiento, y regresaron a esta al cumplir los tres años estando gestantes al mismo tiempo. Las vacas que fueron consideradas para salir de la UPP se seleccionaron por enfermedad, problemas reproductivos o vejez. La mayoría de las vacas desechadas solo llegaron a tener cinco partos. Además, este año murieron aproximadamente tres vacas.

En lo que concierne a la producción de forraje, en éstas 160 has se tuvieron 15 potreros superficies de las nueve a las 12 has cada uno. Un río pasaba a lo largo de toda la UPP, pero dos de los potreros no contaban con agua. Se contaban con 122 has con pastizales de pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* var. Toledo), pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*) y grama nativa. El manejo que se realizó de los animales dentro de los potreros fue rotacional y todos estaban divididos por un cerco vivo. Se dividió el hato en dos grupos, las que se encontraban alimentando a sus becerros y las que no. Las vacas que tenían becerro pasaban una semana en cada potrero y el otro lote se dejan en los potreros de 10 a 12 días. Todos los becerros al

estar separados de sus madres se encontraban en dos potreros exclusivamente para ellos día y noche. También dentro de la UPP se tenían 38 hectáreas formadas por acahual, en esta los animales se metieron en los meses de norte para su protección y alimentación. Dentro de la UPP no se fertilizó, ni se utilizaron pesticidas o herbicidas. Las heces y orina de los animales fueron depositadas en su totalidad dentro de los potreros ya que estuvieron en un pastoreo continuo.

El total de la producción de esta UPP es de 96 cabezas, tomando en cuenta a los becerros vendidos y a los desechos de pie de cría, con un total de 25,950 kg. Esta UPP no produce leche para su venta, el único fin de esta es la alimentación de los becerros.

UPP SMO 3 b

Esta UPP se encuentra en el municipio de San Andrés Tuxtla, que presenta una temperatura media anual de 24.5°C. Para integrar el ICV de esta UPP se consideró la siguiente información. La UPP tiene una superficie de 40 has en total, con 34 has con pastizales para la alimentación del ganado y seis has de reserva. La UPP se dedicó únicamente a la producción y venta de becerros cruza de cebú y pardo suizo en el año 2015.

El hato estaba compuesto por 60 vientres y tres toros y durante todo el año se realizó el empadre por monta natural. En este año nacieron 50 becerros con un peso promedio de 30 kg. De estos murieron dos y los demás, que fueron un total de 48 becerros, llegaron a los 220 kg después de ocho meses, para así ser destetados y vendidos. Solo 12 becerras se quedaron dentro de la UPP y pasaron a formar parte del pie de cría. Estas se alimentaron hasta llegar a los 300 kg con dos años de edad y se realizó otro proceso de selección donde se quedaron siete que son las que prefirió el ganadero. A esta edad las novillonas se juntaron con los toros para que las monten y así el primer parto fue cuando éstas cumplieron los tres años y un peso de 400 kg. Las vacas no gestantes, que fueron las de una edad de más de cinco partos, se fueron de la UPP como ganado de desecho. Para su manejo dentro de las praderas el hato se dividió en tres lotes: el ganado de cría, los becerros de

destete y las vacas que se encontraban próximas a parir, por lo que habitualmente se manejaban 40 animales por lote.

El predio de 40 has estaba compuesto de seis has de reserva y las demás de pastizales que se utilizaron para la alimentación del ganado. Estos pastizales en su mayoría tienen pastos mejorados, entre los que se encontraron *B. brizantha* variedad Toledo y pasto Insurgente, y las partes restantes estaban compuestos por grama nativa. Se tenían 19 potreros en total de un área de dos has cada uno. El manejo del pastoreo fue rotacional y en cada potrero los lotes pastorearon por un periodo de cuatro días en la época de lluvias y solo dos días en temporada de nortes. A los potreros el único manejo que se les hizo fue el control de las malezas utilizando herbicidas, tanto el riego y la fertilización no fueron manejos aplicados dentro de la UPP. El ganado se encontró dentro de un régimen de pastoreo continuo por lo que todas las heces y orina fueron depositadas en los pastizales.

La mayor parte de la alimentación del ganado fue a base del forraje de los potreros, pero en época de nortes (noviembre a marzo), se les suplementó con melaza y solamente a los becerros se les compró un concentrado especial que cuenta con un 18% de PC. La suplementación mineral se realizó todo el año con sales minerales compradas en la asociación ganadera local. La suma de los insumos comprados para suplementar a los animales en el en el año 2015 es de 8,600 kg.

La producción del año 2015 dentro la UPP fue de 33 cabezas (contando los desechos y los becerros) de ganado en pie con un total de 9,168 kg.

UPP SAc3

Esta UPP se localiza en el municipio de San Andrés Tuxtla que tiene una temperatura anual promedio de 24.3°C. Para integrar el ICV de esta UPP se consideró la siguiente información. La UPP tenía una superficie de 48 hectáreas con pastizales de grama nativa y vegetación secundaria y se dedicó a la venta de leche

y becerros. Las razas del ganado de la UPP son una mezcla entre razas cebuinas y europeas.

En el año 2015 la UPP tenía 36 vientres con un promedio de edad de cuatro partos y con pesos promedio de 500 kg. También tenía dos sementales que pastoreaban con las hembras todo el tiempo, por lo tanto, el empadre es continuo y por monta natural. En ese año nacieron 18 becerros, con un peso de 30 kg cada uno; se separaron de sus madres desde su nacimiento y el amamantamiento se realizó al momento de la ordeña, dejándoles solo un cuarto para su alimentación. El destete ocurrió cuando los becerros cumplieron ocho meses con un peso de 180 kg y se vendieron todos los machos exceptuando las 8 becerras que se quedaron como el futuro pío de cría dentro de la UPP. De estas quedaron gestantes al cumplir los dos años y un peso de 350 kg. Las vacas de desecho salieron de la producción al tener una edad de más de siete partos. En el año 2015 murieron 6 animales en total, por la presencia de animales venenosos dentro de la UPP.

La producción de leche se caracterizó de la siguiente forma: en la temporada en la que se registró una producción más alta se ordeñaron 15 vacas y en promedio cada una de estas dio 3.2 l, y en la temporada de productividad baja, 12 vacas fueron ordeñadas con un promedio de 1.6 l. La ordeña se hizo con el apoyo del becerro y en el año 2015 no se tuvo un control del tiempo que duraba la lactancia.

Estas 48 has estuvieron destinadas para la alimentación del ganado, se contó con 14 has de acahual, en el que el ganado se resguardó y las has restantes estuvieron compuestas por pastizales de gramíneas y leguminosas. En las has de acahual el terreno es de difícil acceso, pero el ganado se alimentó de la vegetación secundaria existente cuando las vacas estaban próximas al parto o en la época de nortes. No se fertilizaron las praderas y el único manejo que se les dio fue un chapeo manual a las malezas. La alimentación del ganado solo fue con forraje proveniente de los potreros, ya que no se realizó ningún tipo de suplementación energética ni mineral.

En total la producción anual de carne para el año 2015 fue de 21 cabezas (de crías de primera y desechos de pie de cría) con un total de 7,810 kg de animal en pie (KgPV) y también la UPP produjo 16,099 litros de leche en ese año productivo.

6.2 Parámetros productivos del hato

Cuadro 5. Parámetros productivos del hato productivo. Peso y ganancias diarias de peso.

N	SMo 4		SPP 2		SAc 3		Total 9	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Pesos de animales (kg)								
Vacas adultos	500	71	487	52	475	43	489	53
Toros adultos	575	109	622	101	617	76	602	84
Peso al nacimiento	31	6	37	4	32	3	33	5
Peso al destete	164	36	156	49	150	30	157	32
Peso al primer parto	428	46	420	28	407	12	419	32
Ganancias de peso (kg/día)								
Lactantes	0.68	0.11	0.64	0.09	0.58	0.10	0.64	0.10
Destetados hasta año	0.40	0.17	0.57	0.06	0.52	0.07	0.48	0.13
Hasta 2 años	0.35	0.21	0.33	0.12	0.25	0.04	0.31	0.15
Hasta 3 años	0.26	a 0.09	0.11	b 0	0.27	a 0.01	0.23	0.09

Literales distintas en el mismo renglón son diferentes ($P < 0.05$)

En el Cuadro 5 podemos observar las medias y las desviaciones estándar de los diferentes pesos y ganancias diarias de peso que se obtuvieron con los diferentes tratamientos. En lo que concierne al peso de los animales se observó una alta dispersión de los datos en los sementales y en las vacas adultas, en las demás categorías todas se comportan de manera parecida. Sin embargo, no hubo diferencias de peso corporal en ninguna categoría entre tratamientos (SMo, SSP, SAc). Las ganancias de peso diarias (GDP) fueron mayores en las primeras etapas de vida y disminuyeron en las siguientes etapas, en general todos los sistemas mostraron comportamientos parecidos, exceptuando la etapa que va hasta los 3 años, donde los resultados entre los tratamientos fueron estadísticamente significativos, en la cual, los animales de en el SSP tuvieron la menor GDP para esta categoría.

6.3 Productividad de las UPP

Cuadro 6. Producción de los predios de los sistemas productivos.

N	SMo 4		SPP 2		SAc 3		Total 9	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Productividad del predio								
Carga animal real (UA/ha)	1.50	0.7	1.98	0.43	0.86	0.34	1.39	0.64
Producción de carne en PV (kg/ha/año)	228.56	87	240.17	21.51	173.40	133.78	212.75	90.91
Producción de leche (l/ha/año)	1373.61	1065.24	0	0	167.70	237.17	513.77	829.10

En el Cuadro 6 se pueden observar tres factores que hablan sobre la productividad dentro de los predios que conforman los sistemas productivos estudiados. Se observó que la mayor producción de carne en PV por ha fue dada en el SSP y ésta también contó con la carga animal más alta, este sistema a su vez no tuvo ninguna UPP que produjera leche como en los demás tratamientos. El SAc tuvo una producción promedio de carne menor que los otros sistemas y en este se observó una gran variabilidad a pesar de tener el mismo tratamiento (133 Kg PV como DE). La carga animal en el SAc también fue menor que en los otros dos. El SMo, es el que tuvo la mayor producción de leche, aunque no todas las UPP producían este bien, explicando así la desviación estándar (1,065 l/ha al año). A pesar de esto, los diferentes sistemas de producción de becerro no mostraron entre ellos diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$).

En el Cuadro 7 se observan las toneladas de alimento que fueron ofrecidas a los animales en cada uno de los sistemas, al igual que el consumo de alimento y el porcentaje de rechazo del mismo. El sistema que más materia seca ofreció es el SSP, seguido del monocultivo. Estos dos también tuvieron los porcentajes de rechazo de materia seca más altos. En el SAc se ofreció una menor cantidad de alimento a los animales y hubo un menor rechazo del mismo. Existió dentro de los sistemas una gran variabilidad, lo que no permitió que hubiera diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 7. Alimentación de los animales de cada uno de los sistemas productivos. Alimento ofrecidos e inclusión de alimentos en la dieta.

N	SMo		SPP		SAc		Total	
	4		2		3		9	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Total ofrecido (ton)	1474.68	1232.91	1409.55	1140.38	471.54	146.47	1125.83	989.68
Consumo estimado en base a peso vivo (ton)	553.29	371.11	539.54	445.39	274.98	82.18	457.46	311.28
% de Rechazo de MS	54%	25%	62%	1%	37%	26%	50%	0%
Inclusión del origen del alimento en la dieta (%)								
Gramíneas	94%	5%	78%	21%	55%	45%	77%	30%
Leguminosas	0%	0%	14%	17%	0%	0%	3%	9%
Cultivos forrajeros	0%	0%	7%	5%	0%	0%	2%	4%
Achual	1%	1%	0%	0%	42%	41%	14%	29%
Suplementos	6%	5%	0%	0%	3%	4%	4%	5%

En la parte inferior del Cuadro 7 se explica la forma en la que estuvieron conformadas las dietas en los diferentes sistemas productivos. En esta la mayor cantidad de gramíneas fue dada en el SMO, seguida del SSP. En el SSP, a diferencia del SMO, se alimenta a los animales con leguminosas y cultivos forrajeros, además de que no se dio ningún tipo de suplemento, lo cual no se observó en los otros tratamientos. El SAc tiene como fuentes de alimento el monocultivo y el achual.

Cuadro 8. Estimado de aporte de proteína cruda por etapa productiva.

N	SMo		SPP		SAc		Total	
	4		2		3		9	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
% PC en dieta								
Vacas	9.8%	1%	10.4%	1%	9.3%	3%	9.8%	2%
Toros	9.3%	0%	10.4%	1%	9.3%	3%	8.5%	4%
Lactantes	4.3%	2%	5.9%	1%	2.8%	1%	4.2%	2%
Destetados hasta el año	9.5%	0%	10.9%	2%	9.1%	3%	9.7%	2%
Hasta 2 años	10%	1%	11%	2%	9.1%	3%	9.9%	2%
Vaquillas o engorda	10%	2%	11%	2%	9.3%	3%	10%	2%

*En los becerros no se contabilizó la proteína cruda aportada por la leche, solamente se contabilizaron los aportes de proteína cruda del forraje o suplementos.

En el Cuadro 8 se puede observar la proteína cruda estimada que se les ofreció a los animales en cada etapa. El mayor aporte de proteína cruda en todas las etapas de la producción fue obtenido en el SSP. El menor aporte de proteína promedio

dentro de las UPP fue el del SAc y este sistema también fue el que presentó una mayor dispersión de datos. En general los valores obtenidos fueron similares entre si y no se encontraron diferencias estadísticamente significantes.

6.4 Parámetros reproductivos

Cuadro 9. Parámetros reproductivos de los tres sistemas de producción de becerro.

N	SMo		SPP		SAc		Total	
	4		2		3		9	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
Parámetros reproductivos								
Edad a primer parto (meses)	35	4	38	3	34	3	35	4
% nacimientos	74%	4%	59%	30%	63%	26%	67%	18%
Relación H/M	18	10	48	18	26	12	31	15
Días abiertos (días)	157	10	199	86	182	67	174	49
IEP (meses)	15	0	16	3	15	2	15	2

Los siguientes términos se refieren a:

%nacimientos= % becerros vivos obtenidos de las vacas en edad reproductiva;

Relación H/M = relación hembras/machos;

IEP = Intervalo entre partos.

En el Cuadro 9 se observa el comportamiento de los parámetros reproductivos con los distintos tratamientos. Para el SMO, este tiene una natalidad (%nacimientos) más alta que los demás y también se observó que para los otros parámetros reproductivos (relación H/M, días abiertos, intervalo entre partos) obtuvo los valores más bajos, exceptuando la edad al primer parto que fue más baja en el SAc. El porcentaje de natalidad más bajo lo obtuvo el SSP, y en los demás rubros evaluados fue el sistema con los valores más altos. La diferencia estadística entre los tres tratamientos no fue significativa en lo que concierne a los parámetros reproductivos.

6.5 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

En el Cuadro 10 podemos observar las emisiones de los GEI dentro de los sistemas productivos. El sistema donde se obtuvieron un total mayor de emisiones fue el SSP, seguido del SAc. El SMO fue en donde se observaron una menor cantidad de GEI. No obstante, no hubo una diferencia estadística significativa en cuanto la emisión de gases en los diferentes tipos de sistema de producción de becerro.

Cuadro 10. Distribución de las emisiones de GEI en los diferentes sistemas de producción de becerros en Veracruz, KgCO₂eq /Kgpv-1.

Sistema	SMo		SSP		SAc		Total	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
N	4		2		3		9	
CH ₄ -Ruminal	7.70	2.5	11.16	1.5	9.98	1.2	9.23	2.3
CH ₄ -MEx	0.39	0.1	0.56	0.1	0.45	0.1	0.44	0.1
CH ₄ -Total	8.08	2.6	11.72	1.5	10.42	1.1	9.67	2.4
N ₂ O-Total	3.91	1.4	7.31	2.0	5.01	1.4	5.03	1.9
Total	11.99	4.0	19.03	3.5	15.43	1.2	14.70	4.1

Las abreviaturas se refieren a:

CH₄ ruminal: metano producido por fermentación entérica.

CH₄ MEx: metano producido por el manejo de excretas

CH₄ total: total de metano emitido

N₂O total: total de óxidos nitrosos emitidos

Total: Total de GEI emitidos

Todos los sistemas se comportaron de la misma manera en cuando a la proporción de los gases emitidos como se puede observar en la Figura 7.

Figura 7. Porcentaje de los principales gases de efecto invernadero emitidos en cada sistema productivo.

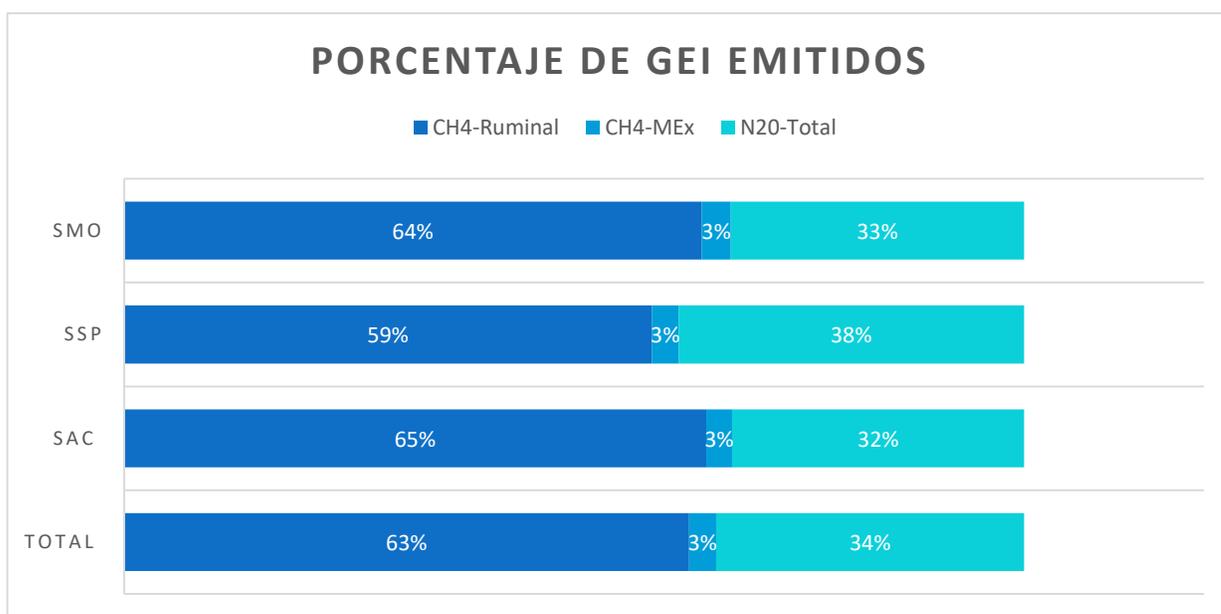
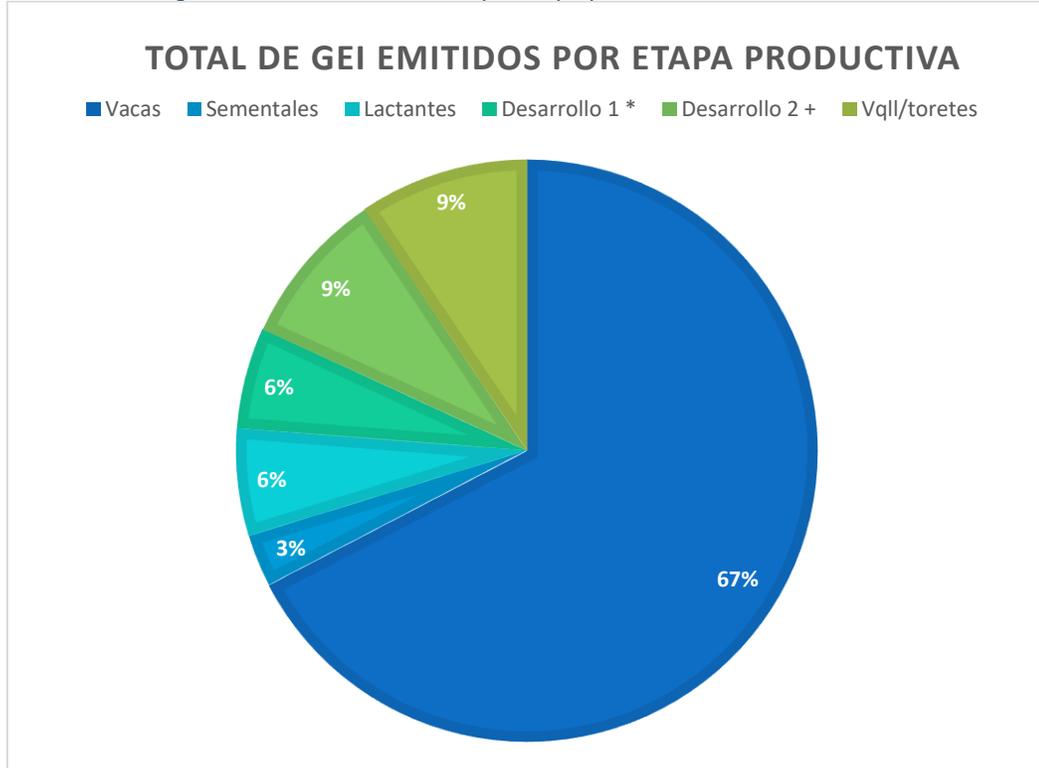


Figura 8. Emisión de gases de efecto invernadero por etapa productiva



Etapas productivas: Lactantes: Nacimiento hasta destete

*Desarrollo 1: Desde el destete hasta cumplir el año de edad

+Desarrollo 2: Hasta los dos años

Vqll/toretos: Toretos y vaquillas son considerados como todos los animales pos-púberes o vaquillas gestantes, generalmente hasta los 3 años.

Vacas y sementales: Animales adultos dentro de la UPP que ya son parte del hato productivo.

La emisión de GEI por etapa del total de las 9 UPP se puede observar en la Figura 8. La mayor parte de las emisiones fue producida por las vacas de los 9 hatos productivos, seguido de las etapas de desarrollo 2 y por las vaquillas y los toretes. Las etapas que menos GEI produjeron fueron las etapas con los animales más jóvenes, que serían los lactantes y los de desarrollo 1, y también los sementales tuvieron una menor contribución en la producción de emisiones.

Figura 9. GEI emitidos en las unidades de producción pecuaria del sistema de monocultivo

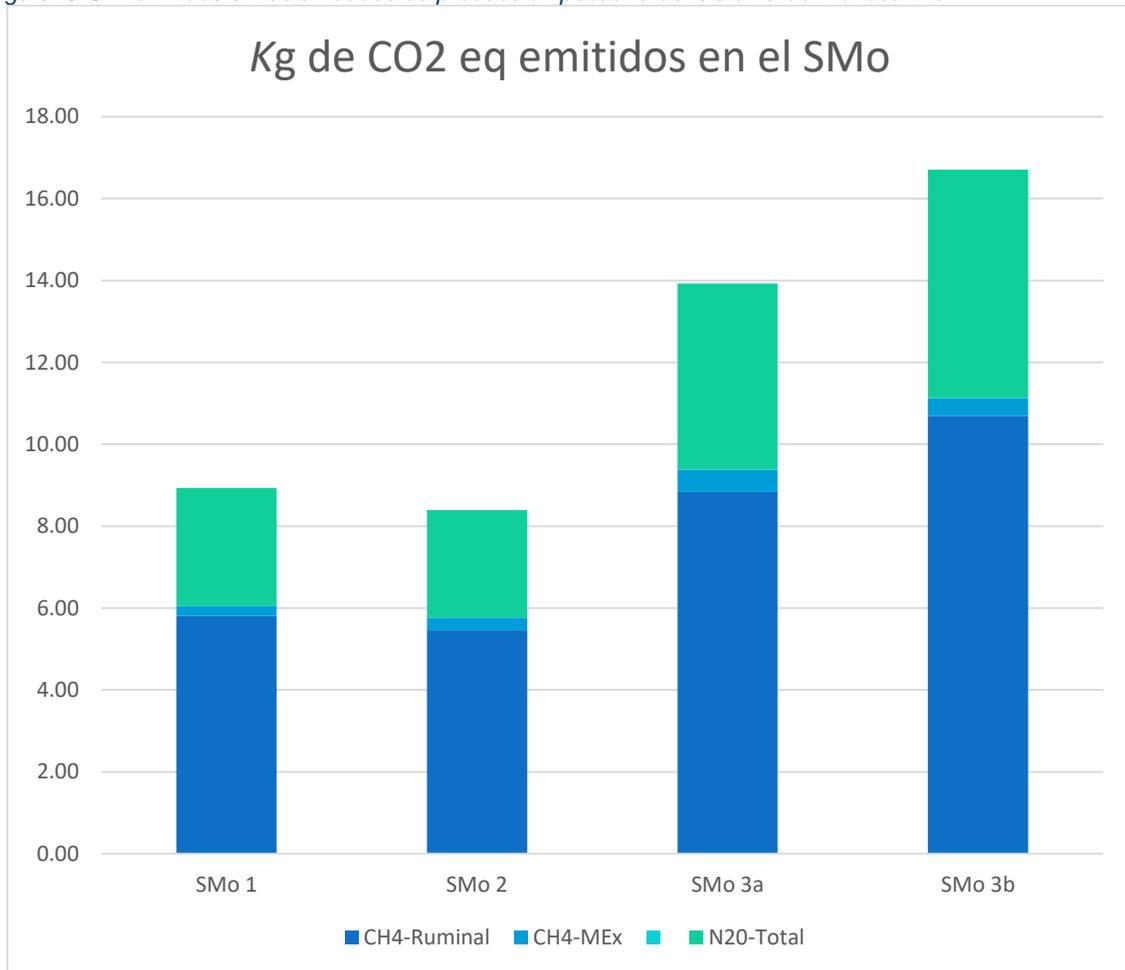
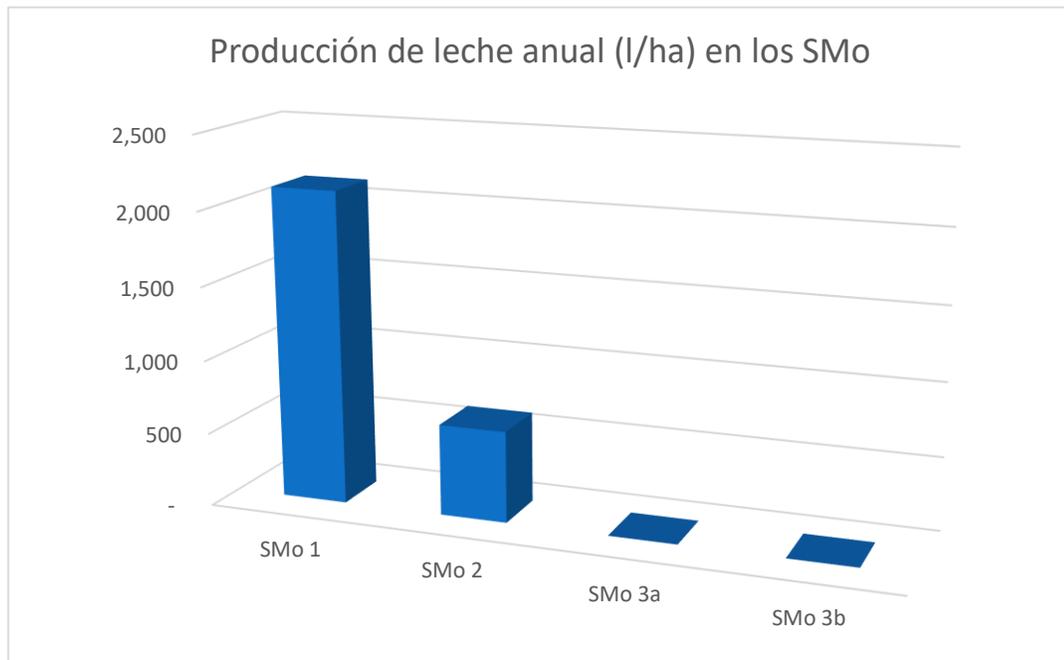


Figura 10. Producción de leche dentro de las unidades de producción pecuaria con sistema de monocultivo



En la Figura 9 se observa la emisión de GEI para las cuatro UPP de SMO y en la Figura 10 se representa la producción de leche por ha al año de cada una de las UPP. En lo que corresponde a la cantidad de GEI que fueron emitidos, las UPP SMO1 y SMO2 tienen valores más bajos que SMO3a y SMO3b. Lo contrario ocurre con la producción anual de leche, donde tanto SMO3a y SMO3 b tienen los valores más bajos porque no producen leche. SMO1 es el mayor productor de leche de las UPPs de esta categoría seguido de SMO2.

7. DISCUSIÓN

Para continuar con la metodología y los pasos del ACV esta parte corresponde a la Evaluación de Ciclo de Vida o Análisis de impacto ambiental.

Los parámetros productivos de los tres tratamientos estudiados fueron parecidos entre sí (Cuadro 5). Los pesos al nacimiento y destete de todos los tratamientos se encontraron dentro de los parámetros normales para bovinos de trópico que son de

32.9 ± 4 y 172 ± 14 Kg PV. Las ganancias de peso de los becerros antes del destete son consideradas normales para la producción extensiva en trópico y son comparables con las encontradas por Magaña y Martínez (2006) . Para el SSP se encuentran un poco bajas, ya que en los trabajos de Mahecha (2002) y Gaviria (2012) se llegaron a ver GDP de que están en rangos de 800 a 900 gramos al día, lo cual no fue visto en esta evaluación, que podría ser porque una gran parte de la dieta sigue siendo formada por gramíneas y la inclusión de las leguminosas en la dieta no rebasó el 14% en promedio, por lo tanto no fue lo suficientemente importante en la dieta, pareciéndose así a la dieta ofrecidas en el SMO.

La carga animal (CA) es similar a la reportada en la literatura en SAc y SMO. En el SAc la CA fue en promedio de 0.8 UA/ha y en los estudios realizados en acahual por Sosa *et al.*(2000), se recomendó una CA de 0.5 a 0.8 UA/ha. En esta evaluación no se hizo como tal un estudio botánico y bromatológico de las especies presentes, pero a pesar de esto, la CA del SAc evaluado está dentro de las recomendaciones necesarias para no sobre pastorear la vegetación secundaria disponible. En contraste la carga animal encontrada en el SSP fue de 1.8 UA/ha, esto es menor a lo reportado en otros SSP, donde se llega a tener una CA que va de los 2.71 a las 4 UA/ha (Gaviria *et al.*, 2012), muy probablemente esto fue debido a que las leguminosas solo participaron parcialmente en el aporte total de MS (Cuadro 7). En los SMO la carga animal varía dependiendo de la época del año y de la calidad de los potreros pero en los sistemas tradicionales en el trópico mexicano según Magaña (2006), la CA observada es de 1.4 ± .5 UA/ha, por lo que el promedio de 1.5 UA/ha encontrado en esta evaluación es normal para esta región y sistema productivo.

La proteína cruda que se les provee a los animales en el forraje también resultó ser más baja para los SSP que la reportada en la literatura, ya que las principales leguminosas utilizadas en las dos UPP, que fueron de las especies *Cratylia argenta* y *Leucaena leucocephala* tienen porcentajes de 20% y 18% de PC respectivamente (Ku Vera *et al.*, 1998; Valles-de la Mora *et al.*, 2018), esto resultados son también por la baja inclusión de leguminosas en la dieta de los animales, como sucedió con

la CA. Asimismo, en la entrevista realizada a los productores las leguminosas solo se ofrecían a los animales en ciertas etapas, no al hato productivo en su totalidad. En los pastos que se encuentran en el SMO se tienen rangos de 5 a 17% de PC, esto dependiendo de variables como edad del forraje, precipitación, época del año, especie forrajera y fertilización (Homen, Entrena y Arriojas, 2010; Muñoz-González *et al.*, 2016). En general en sistemas productivos donde la vegetación secundaria es la principal fuente de alimento, como en sistemas estudiados en el estado de Yucatán, México se tienen porcentajes de proteína cruda de 10.5-14.7% (Sosa *et al.*, 2000), por lo que los SAc evaluados del estado de Veracruz tienen porcentajes menores a los reportados por la literatura, pero se tendría que realizar un análisis de las especies forrajeras presentes en el acahual veracruzano y que podrían ser aprovechadas por los animales.

Los parámetros reproductivos (Cuadro 9) de los diferentes tratamientos están dentro de los rangos estudiados por Anta (1987) y Sánchez (2010), en bovinos de trópico. En esta evaluación, como en la mayor parte del trópico mexicano, los parámetros reproductivos están alejados de ser considerados los ideales, pero en este caso, el SMO es el que más se acerca a estos.

Se puede observar que a pesar de que los sistemas evaluados eran diferentes entre sí en cuanto a la alimentación de los animales y los estratos vegetales usados para proveer de forraje, los resultados obtenidos no tuvieron diferencias significativas en los que respecta al Potencial de Calentamiento Global (PCG). El rango de CO₂ eq de estos sistemas esta presentado en el Cuadro 10 y estos se encuentran dentro de los rangos que se han reportado en diversos estudios realizados en el trópico (Cederberg *et al.*, 2009; Dick *et al.*, 2015; Cardoso *et al.*, 2016; Ogino *et al.*, 2016; Pashaei *et al.*, 2016; Rivera Huerta, *et al.*, 2016) (Cuadro 3). Según Cardoso (2016) las emisiones en sistemas extensivos en el trópico brasileño tuvieron rangos de 16.92 a 51.66 kg CO₂ eq/ kg de peso en canal, que dependían directamente del grado de intensificación de la producción. Mientras más intensiva era la producción, menor era la cantidad de emisiones producidas, esto fue explicado porque al contar con alimento con una mayor digestibilidad y calidad los animales tenían una ingesta

de alimento menor y ganancias de peso mayores reduciendo así el tiempo que pasaban dentro de la UPP, saliendo con pesos mayores y reduciendo la cantidad de GEI por kg de UF. Esto también fue visto por Pashaei *et al.* (2016), en estudios realizados en Brasil, donde se obtuvieron resultados similares de 10, 27.3 y 27.8 kg CO₂ eq/ kg PV en sistemas de pastizales mejorados con leguminosas, pastizales nativos y alimentación con subproductos agrícolas. Se ha llegado a estimar en algunos trabajos que para producir carne en sistemas extensivos se emiten 42 kg de CO₂ eq (Opio *et al.*, 2013). En este trabajo, a pesar de que los sistemas SPP, SMo y SAc pretendían ser diferentes en el tipo de forraje ofrecido y por tanto la productividad del rebaño y del predio serían afectados por lo mismo, estas diferencias no se vieron reflejadas en los resultados de esta evaluación (Cuadro 7). En parte se explica porque las UPP que quedaron en cada categoría tenían una gran dispersión en cuanto a composición de la dieta y parámetros productivos (Cuadro 5; Cuadro 7), lo que quiere decir que la intensidad de la producción dentro de las UPP de cada categoría era distinta por lo que los sistemas no resultaron tener una diferencia tan evidente entre ellos. A pesar de que se creía que el SSP iba a ser el sistema con una menor cantidad de GEI emitidos, esto fue justamente lo contrario, porque los parámetros productivos y reproductivos no mejoraron con respecto a los de los otros tratamientos, a pesar de tener alimento que según diversas fuentes (Gaviria *et al.*, 2012; Valles-de la Mora *et al.*, 2018), es de mejor calidad que las gramíneas encontradas en los monocultivos tradicionales.

Los sistemas productivos tuvieron comportamientos parecidos en lo que respecta a la emisión de los diferentes GEI, esto puede observarse en la Figura 7. La principal fuente de emisión dentro de los tres sistemas estudiados fue el CH₄ proveniente de la fermentación entérica, esto es debido al tipo de digestión que tienen los rumiantes y a la presencia de bacterias metanogénicas que habitan en el rumen. En los sistemas SMo, SPP y SAc el 64%, 59% y 65% respectivamente de las emisiones correspondieron al metano producido por la fermentación entérica. En la mayoría de los estudios realizados, la producción de CH₄ entérico es la de mayor proporción dentro del PCG total, con rangos del 51 al 87% del total de los GEI emitidos(Rivera

Huerta *et al.*, 2016; de Figueiredo *et al.*, 2017). Este gas es seguido por la producción de N_2O ocasionado por el manejo de las excretas. En sistemas extensivos el N_2O no causa un impacto tan alto por el manejo de las excretas, como se podría tener en sistemas intensivos, ya que la mayor parte de las excretas es depositada directamente en los pastizales y una parte regresa a formar parte del ciclo de nutrientes en el suelo, sin estar sujeta a procesos de anaerobiosis o aerobiosis ocasionados por la acumulación de excretas en corrales y su manejo posterior. A pesar de que no lleva un manejo de excretas como tal, se contabilizan las emisiones de N_2O indirectas ocasionadas por procesos de lixiviación y volatilización del nitrógeno. Dentro de esta evaluación del PCG el porcentaje del N_2O por manejo de excretas ocupó de 32 a 38 % del total en los sistemas estudiados (Figura 7). La literatura en otros sistemas extensivos reporta porcentajes de N_2O que va desde los 17 hasta los 29% del total de las emisiones (Opio *et al.*, 2013; Gaitán *et al.*, 2016), por lo que en esta evaluación las proporción de los N_2O fueron ligeramente mayores. Por último, el CH_4 producido por el manejo de excretas es la última fuente de emisión de GEI con porcentajes iguales o menores al 3%, ya que, al igual que con el N_2O de las excretas, este no lleva ningún manejo después de su deposición por los animales en el potrero. En sistemas extensivos esto es debido a que la materia orgánica se acumula en el suelo por porciones y además se descompone de forma aeróbica por lo que la producción de CH_4 es mínima (IPCC, 2006).

Todas las UPP fueron de tipo extensivo y por consiguiente, la emisión total de GEI se asemeja a la de trabajos realizados por de Figueiredo *et al.* (2017) en donde se evaluaron SMO con praderas mejoradas, con praderas con pasto nativo y un sistema de praderas fertilizadas con rotación de leguminosas. Al igual que en este trabajo, en la evaluación realizada por de Figueiredo *et al.* (2017), además del forraje que los animales obtenían del pastoreo también se les proporcionaba suplementación en dos de los sistemas ganaderos, por lo que los animales engordaron más rápidamente y se diluyó el total de GEI, produciendo así 9.4 y 12.6 kg de CO_2 eq/kg PV, que fue una cantidad mejor comparada con las emisiones del pastizal al que

no se le hizo ningún manejo de fertilización ni de suplementación al ganado (18.5 kg CO₂ eq/kg PV). A pesar de lo reportado en la literatura, en esta evaluación el SMO, SAc y el SPP fueron muy parecidos entre sí para las emisiones y productividad, debido a la gran dispersión de los valores dentro de los grupos. La cantidad de CO₂ eq emitido en estos sistemas de tipo extensivo es mayor que en los sistemas intensivos como es explicado por autores como de Vries et al. (2015), ya que la composición de la dieta que se les provee a los animales en estabulación tiene un mayor porcentaje de digestibilidad y generalmente un mayor valor proteico y así se reducen los GEI por Kg PV producido.

En este caso el SSP fue el que tuvo una menor productividad en cuanto a ganancias de peso y fertilidad, presentando así una mayor producción de GEI por UF (Cuadro 5; Cuadro 9). El sistema que podría considerarse como más eficiente fue el SMO, ya que tiene los mejores parámetros reproductivos y de ganancia de peso y a su vez una menor producción de GEI con respecto a la UF y a los otros sistemas, aunque como tal los sistemas evaluados no tienen diferencias estadísticas significativas entre sí ($P>0.05$).

Dentro del SMO existe un punto de gran importancia que podemos observar en las emisiones de estas UPP tradicionales. Dentro de este sistema productivo tenemos a dos UPP que ordeñan a sus animales y a dos que no lo hacen. Las emisiones de las UPP que ordeñan a sus animales son menores que las que solamente se dedican a la producción de becerro (Figura 9 y Figura 10). Esto se debe a la asignación de cargas, en donde estas se reparten entre leche y carne (Cederberg y Stadig, 2003). Se menciona que los sistemas doble propósito tienen un menor impacto ambiental que los sistemas que únicamente se dedican a la producción de becerro, por lo que los sistemas doble propósito pueden ser considerados como una buena opción para mitigar el cambio climático en el trópico mexicano. Los sistemas que únicamente se dedican a la producción de becerros tienen cargas ambientales más altas por el mantenimiento de las vacas de recría sin que éstas estén produciendo un bien adicional además de que su comportamiento reproductivo es

parecido al de las vacas lecheras o doble propósito (Rivera Huerta, 2014; de Vries *et al.*, 2015; Opio *et al.*, 2013).

Costa *et al.* (2018), llegó a conclusiones similares al evaluar una dieta estándar en la población brasileña donde en lo que respecta a la producción de carne de bovino concluyó lo siguiente: mientras un sistema fuera más eficiente en el uso de la superficie para la producción de varios productos por hectárea la emisión de GEI era menor y también si aumentaba la calidad y cantidad de forraje de los potreros favoreciendo el crecimiento de los animales se tenía un menor impacto ambiental. Por lo tanto, el SSP fue el favorito en este estudio, por su capacidad de producir distintos productos en la misma área reduciendo así el impacto ambiental. También Naranjo *et al.* (2012), menciona la capacidad de las especies maderables para capturar los GEI, por lo que el SSP y el SAc tienen una capacidad mayor para secuestrar CO₂ que el monocultivo y podría ser un factor importante para mitigar el PCG, sin dejar a un lado los beneficios de los servicios ecosistémicos que se obtienen en los sistemas que cuentan con una mayor densidad arbórea, como lo son el SSP y el SAc (Gaitán *et al.*, 2016). En este estudio la producción de maderables de los predios no se consideró y se incluyó únicamente a las leguminosas forrajeras, pero por tener un aporte menor en la dieta no fue posible encontrar diferencias entre tratamientos.

Previamente se ha realizado un solo ACV de producción de becerro en México, el cual fue un análisis hecho con ganado tropical doble propósito. La diferencia de esa evaluación con la realizada en este momento es la UF, ya que Huerta (2014) utilizó como UF el peso de la canal. En sus resultados el PCG para la crianza de becerros en el SMO fue de 9.5 y 10.07 kg CO₂ eq. La importancia de este estudio fue que se realizó una evaluación de toda la cadena productiva de carne de bovino, desde la producción vaca-becerro, pasando por la finalización, rastro y comercialización. Los resultados obtenidos mencionan que la etapa con mayor producción de emisiones es la crianza de becerros contribuyendo un 55% de las emisiones totales en la producción de carne, pues en esta etapa se contabilizan también las emisiones de las vacas, por lo que la mitigación en esta etapa podría ser considerada de gran

importancia. En este estudio como puede verse en la Figura 8, se ve que la etapa productiva que más emisiones emite es la de las vacas que conforman el pie, seguida de las etapas de desarrollo 2 y por las vaquillas y toretes que se encuentran en el rancho. Esto está relacionado con la ingesta y digestión de los forrajes en los bovinos adultos y la permanencia de estos, que es anual, dentro de la UPP. Se menciona que mejoras en los parámetros reproductivos, reduciendo días a primer parto e intervalo entre partos en esta etapa bajan las emisiones de GEI de manera considerable (Rivera Huerta, *et al.*, 2016). Es preciso señalar que según Ogino (2007), las emisiones de GEI disminuyen un 5.8% si se reducen los días abiertos por un mes y si se deja a las vacas cumplir un mayor número de partos dentro de la UPP, en lugar de criar vaquillas de reemplazo se puede disminuir el PCG un 3%. Por lo tanto los cambios en la eficiencia reproductiva del hato tienen un gran impacto en la producción de GEI, pero para mejorar los parámetros reproductivos, se debe enfatizar una mejora en la calidad del alimento que se le da a los bovinos dentro de las UPP para reducir los días abiertos y promover una pubertad más temprana (Sánchez, 2010). En esta evaluación, a pesar de los distintos ingredientes que se dieron en el SMO, SPP y SAc, la inclusión de los ingredientes no ocasiono cambios en los parámetros reproductivos.

8. CONCLUSIÓN

Terminando con los pasos a seguir de la metodología del ACV esta parte sería equivalente a la interpretación de todas las partes que conforman el ACV.

Es importante mencionar que a pesar de los cambios que se realizan para convertir las UPP adoptando así sistemas diferentes a los existentes, no funcionan para reducir las emisiones de GEI, debido a que el aporte de nutrientes en la modificación del sistema, es decir, la introducción de leguminosas forrajeras (SSP) o leguminosas nativas (SAc) no contribuyeron substancialmente al aporte nutricional de los insumos ofrecidos en comparación con SMO (Cuadro 8). Esta conclusión se apoya en que tampoco hubo modificaciones en los parámetros reproductivos y productivos

entre los tratamientos evaluados, apoyando que las modificaciones en la dieta tampoco reflejan un cambio en la productividad de los sistemas extensivos.

Además, se debe de recalcar que, si dentro de una UPP solo se hacen cambios en la alimentación enfocados a la reducción de emisiones, la disminución de las mismas será difícil si se descuidan otros segmentos importantes de la producción bovina. Por lo tanto, es necesario un manejo integral en donde se tome también en cuenta la salud del hato, la genética y la reproducción, así mismo el manejo de la fertilización, cultivos de reserva y el manejo del pastoreo que se realiza dentro de los potreros. El sistema adoptado debe de lograr ser eficiente utilizando los recursos disponibles, para así sacar el mejor provecho con lo que el productor tiene a la mano.

Las UPP de becerros en el trópico son similares en cuanto a producción de GEI por lo que los datos obtenidos en este trabajo podrían ayudar a la caracterización de los sistemas de producción de becerro en el trópico mexicano. Se han observado grandes diferencias en cuanto al manejo de los animales y de los potreros, por lo que el ACV en el trópico mexicano para contabilizar los GEI es de suma importancia para realizar el Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de efecto Invernadero y así crear soluciones para su mitigación, cumpliendo con los compromisos internacionales (Gobierno de México, 2015) que ha hecho México para combatir el cambio climático.

9. REFERENCIAS

Améndola, R., Castillo, E. y Martínez, P. A. (2005) Perfiles por País del Recurso Pastura / Forraje MÉXICO. FAO.

Anta, E., Zarco, L. y Galina, C. (1987) “Análisis de información publicada sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos en el trópico mexicano”, Reunión de Investigación Pecuaria en México, pp. 355–356.

Aviña-Cervantes, F. L. (2014) “Inventario Nacional de emisiones del GEIS agropecuario 1990 a 2012”, Taller mesoamericano de capacitación para los inventarios de emisiones y planes de mitigación en el sector agricultura, uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, p. 23

Bare, J. C., Norris, G. y Pennington, D. W. (2003) “The Tool for the Reduction and Assessment Impacts”, *Journal of Industrial Ecology*, 6(3), pp. 49–78.

Basset-Mens, C., Benoist, A., Bessou, C., Tran, T., Perret, S., Vaysierres, J. y Wassenaar, T. (2010) “Is LCA-based eco-labelling reasonable? The issue of tropical food products”, *Proceedings of the 7th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food sector*, pp. 461–466.

Bautista-Tolentino, M., López-Ortíz, S., Pérez-Hernández, P., Vargas-Mendoza, M., Gallardo-López, F. y Gómez-Merino, F. C. (2011) “Sistemas agro y silvopastoriles en la comunidad El Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México”, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), pp. 63–76.

Beauchemin, K. y A. McAllister, T. (2009) “Dietary mitigation of enteric methane from cattle.”, *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 4(035).

Capper, J. L. (2012) “Is the grass always greener? Comparing the environmental impact of conventional, natural and grass-fed beef production systems”, *Animals*, 2(2), pp. 127–143.

Cardoso, A. S., Berndt, A., Leytemc, A., Alves, B. J.R., de Carvalho, I., Barros Soares, L. H., Urquiaga, S. y Boddey, R. (2016) "Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use", *Agricultural Systems*. 143, pp. 86–96.

Cederberg, C., Meyer, D. y Flysjö, A. (2009) Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production. Swedish Institute for Food and Biotechnology. Disponible en: www.sik.se/archive/pdf-filer-katalog/SR792.pdf.

Cederberg, C. y Stadig, M. (2003) "System Expansion and Allocation in Life Cycle Assessment of Milk and Beef Production", *International Journal of Life Cycle Assessment*, 8(6), pp. 350–356.

CONABIO (2011) La biodiversidad en Veracruz. Estudio de estado. Primera Ed. Ciudad de México, México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

Consejo Mexicano de la Carne (2017) *Compendio Estadístico 2017*. Disponible en: <http://comecarne.org/wp-content/uploads/2018/05/Compendio-Estadístico-2017-v7-1-sin-elab.pdf>.

Conway, G. R. (1987) "The properties of agroecosystems", *Agricultural Systems*, 24(2), pp. 95–117.

Costa, M. P., Schoeneboom, J.C., Oliveira, S., Viñas, R. S. y de Medeiros, G.A. (2018) "A socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado based on LCA", *Journal of Cleaner Production*, 171, pp. 1460–1471.

Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. y Varela-Ruiz, M. (2013) "La entrevista, recurso flexible y dinámico", *Investigación en Educación Médica*, 2(7), pp. 162–167. doi: 10.1016/S2007-5057(13)72706-6.

Dick, M., Da Silva, M. A. y Dewes, H. (2015) "Mitigation of environmental impacts of beef cattle production in southern Brazil - Evaluation using farm-based life cycle assessment", *Journal of Cleaner Production*. 87(1), pp. 58–67.

FAO (2017) *Food Outlook 2017*, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.

Fernández, L., Castillo Gallegos, E., Ocaña Zavaleta, E., Valles de la Mora, B. y Jarillo Rodríguez, J. (2006) "Características de la vegetación en gramas nativas solas o asociadas con *Arachis pintoi* CIAT 17434 en pastoreo rotacional intensivo", *Técnica Pecuaria*, 44(3), pp. 365–378.

de Figueiredo, E. B., Jayasundara, S., de Oliveira Bordonal, R., Teresinha Berchielli, T., Andrade Reis, R., Wagner-Riddle, C. y La Scala, N. (2017) "Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil", *Journal of Cleaner Production*. 142, pp. 420–431.

Finnveden, G., Hauschild, M., Ekvall, T., Guinée, J., Heijungs, R., Hellweg, S., Koehler, A., Pennington, D. y Suhg, S. (2009) "Recent developments in Life Cycle Assessment", *Journal of Environmental Management*. 91(1), pp. 1–21.

FIRA (2017) *Panorama Agroalimentario Carne de bovino 2017*. Fideicomisos Instituidos con Relación a la Agricultura. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200639/Panorama_Agroalimentario_Carne_de_bovino_2017__1_.pdf.

Flores, J. S. y Bautista, F. (2012) "Knowledge of the Yucatec Maya in seasonal tropical forest management: the forage plants.", *Revista mexicana de biodiversidad*, 83(2), pp. 503–518.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2013) *Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems. Guidelines Version 3.0*. Roma, Italia

Fuglestad, J. S., Bernsten, T. K., Godal, O., Sausen, R., Shine, K. P. y Skodvin, T. (2003) "Metrics of Climate Change: Assessing Radiative Forcing and Emissions Indices", *Climatic Change*, 58(3), pp. 267–331.

Gaitán, L., Laderach, P., Graefe, S., Rao, I. y van der Hoek, R. (2016) "Climate-smart livestock systems: An assessment of carbon stocks and GHG emissions in Nicaragua", *PLoS ONE*, 11(12), pp. 1–19.

Gaviria, X., Sossa, C. P., Montoya, C., Chará, J., Lopera, J.J., Córdoba, C.P. y Barahona, R. (2012) "Producción de Carne Bovina en Sistemas Silvopastoriles Intensivos en el Trópico Bajo Colombiano" en *Memorias VII Congreso Latinoamericano de sistemas agroforestales para la producción animal sostenible: Julio 2015*. pp. 661-665

Giraldo, C., Reyes, L. y Molina, J. (2011) Manejo integrado de artrópodos y parásitos en sistemas silvopastoriles intensivos., *Manual 2, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible*. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO ACCION, TNC, 8-30.

Gobierno de México (2015) "Documento de Posición de México en 21a Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", pp. 1–13.

Gobierno del Estado de Veracruz y SAGARPA (2009) *Tipología de Productores Pecuarios del Estado de Veracruz*. Veracruz.

Goedkoop, M., De Schryver, A., Oele, M., Durksz, S., & de Roest, D. (2008). *Introduction to LCA with SimaPro 7. PRé Consultants, Paises Bajos*.

Gomez-Fuentes Galindo, T., González-Rebeles, C., López-Ortiz, S., Ku-Vera, J. C., Albor-Pinto, C. J. y Sangines-García, J. R. (2017) "Dominancia, composición química-nutritiva de especies forrajeras y fitomasa potencial en una selva secundaria." *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, pp. 617–634.

Gómez-Pompa, A., Krömer, T. y Castro-Cortés, R. (2010) Atlas de la Flora de Veracruz: Un patrimonio natural en peligro. Gobierno del Estado de Veracruz. Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana. Universidad Veracruzana

González Rebeles, C., Gomez-Fuentes Galindo, T. y Galindo Maldonado, F. A. (2015) “Recursos naturales y uso de las tierras ganaderas en el trópico”, en Rodríguez Rivera, O. (ed.) Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería tropical. Primera ed. Mexico: Red de Investigación e Innovación Tecnológica para la Gandería Bovina Tropical (REDGATRO), pp. 38–47.

Gutierrez-Cedillo, J. G. Aguilera Gómez, L. I., González Esquivel, C. E. y Juan Pérez, J. I. (2011) “Evaluación preliminar de la sustentabilidad de una propuesta agroecológica en el subtrópico del altiplano central de México”, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, pp. 567–580.

Harris, J. M. (2000) *Basic Principles of Sustainable Development*, Tufts University, USA.

Herrero, M., Thornton, P. K., Gerber, P. y Reid, R.S. (2009) “Livestock, livelihoods and the environment: understanding the trade-offs”, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2), pp. 111–120.

Homen, M., Entrena, I. y Arriojas, L. (2010) “Biomasa y valor nutritivo de tres gramíneas forrajeras en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda”, *Zootecnia Tropical*, 28(1), pp. 115–127.

Huerta Crespo, C. y Cruz Rosales, M. (2016) *Hacia una Ganadería Sustentable y Amigable con la Biodiversidad. Estudio de Caso: Xico, Veracruz, México*. 1era edición. Xalapa, Veracruz, México: Instituto de Ecología, A. C.

Ibrahim, M., Camero, A., Camargo, J.C. y Andrade, J. H. (1999) “Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE”, En Congreso Latinoamericano sobre Sistemas Agroforestales para la Producción Agrícola. Fundación CIPAV: Cali. p. 18.

Ibrahim, M., Villanueva, C. y Casasola, F. (2006) “Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos, Pastos y forrajes, 29(4), pp. 383–419.

INAFED (2010) “Veracruz de Ignacio de la Llave”, Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México. Instituto Nacional para el Federalismo y Desarrollo Municipal. Disponible en: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/>.

INEGI (2016) Anuario estadístico y geográfico de Veracruz de Ignacio de la Llave 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México

INEGI (2018) Espacio y datos de México. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/> (Consultado: el 15 de abril de 2018).

INIFAP et al. (2006) El uso de vegetación secundaria (acahuales) para la alimentación de bovinos y ovinos en Quintana Roo. Quintana Roo, Mexico.

IPCC (2006) “Emissions from Livestock and Manure Management”, en 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and other Land Use, p. 1-87.

ISO (2007) ISO 14040: Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework.

Jahnke, H. E. (1982) Livestock production systems and livestock development in tropical Africa. Kieler Wissenschaftsverlag Vauk.

Ku Vera, J. C., Ramírez Avilés, L., Jiménez Ferrer, G., Alayón, J. A. y Ramírez Cancino, L. (1998) “Árboles y arbustos para la producción animal en el Trópico Mexicano”, Conferencia electrónica FAO sobre agro-forestería para la producción animal en Latinoamérica, (Artículo 10.), p. 13.

Ku Vera, J. C., Juárez Lagunes, F. I., Mendoza Martínez, G. D., Romano Muñoz, J. L. y Shimada Miyasaka III, A. S. (2015) “Alimentación del ganado bovino en las regiones tropicales de México”, en Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería tropical. 1era edición. Red de Investigación e Innovación Tecnológica para la Gandería Bovina Tropical (REDGATRO), pp. 69–98.

Lacorte, S., Frey, G. E., Fassola, H., Pachas, N., Colcombet, L., Cubbage, F., y Pérez, O. (2008) “Perceptions of silvopasture systems in northeastern Argentina”, en XIII Jornadas técnicas Forestales y ambientales. Eldorado, Misiones, Argentina.

Lashof, D. a y Ahuja, D. R. (1990) “Relative Contributions of Greenhouse Gas Emissions to Global Warming”, *Nature*, pp. 529–531.

Livas Calderón, F. (2018) Experiencias de producción de carne bovina bajo pastoreo en el trópico. Martínez de la Torre, Veracruz.

Lloveras, J. González-Rodríguez, A., Vázquez-Yáñez, O., Piñeiro, J., Santamaría, O., Olea, L. y Poblaciones, M J. (2006) “Sustainable Grassland Productivity”, *Sustainable grassland productivity: Proceedings of the 21st General Meeting of the European Grassland Federation*, 11(April), p. 872.

Loker, W. M. (1994) “Where’s the beef?: Incorporating cattle into sustainable agroforestry systems in the Amazon Basin”, *Agroforestry Systems*, 25(3), pp. 227–241.

López-Santiago, N., Villegas-Aparicio, Y., Jerez-Salas, M.P., Carrillo-Rodríguez, J.C., Rodríguez-Ortiz, G. y Ramírez-Sánchez, H. J. (2014) “Caracterización De

Unidades De Producción Bovina, Caso: Guivicia Santa María Petapa, Oaxaca. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 1(2), pp. 2007–9559.

Machado, R. y Seguí, E. (1997) “Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes”, *Pastos y Forrajes*, 20(1).

Magaña, J. G., R. G. y Martínez J. C. (2006) “Dual purpose cattle production systems and the challenges of the tropics of Mexico”, *Arch. Latinoam. Prod. Anim*, 14(3), pp. 26–28.

Mahecha, L. (2002) “El silvopastoreo : una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina”, *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 15(2), pp. 226–231.

Mahecha, L. y Angulo, J. (2011) “Nutrient Management in Silvopastoral Systems for Economically and Environmentally Sustainable Cattle Production : A Case Study from Colombia”, en Joann, W. (ed.) *Soil Fertility Improvement and Integrated Nutrient Management- A Global Perspective*. In Tech, pp. 202–216.

Masera, O., Astier, M. y Galván Y. (2008) “El proyecto de evaluación de sustentabilidad MESMIS”, en Astier, M., Masera, O., y Galván, Y. (eds.) *Evaluación de sustentabilidad. Un enfoque dinámico y multidimensional*. 1a edición. Valencia, España: Mundiprensa, pp. 13–22.

Mexican Beef (2017) Contexto actual de la ganadería. Disponible en: <http://www.mexicanbeef.org/articulos/40-contexto-actual-de-la-ganaderia.html>. / (Consultado: el 21 de febrero de 2018).

Mogensen, L., Hermansen, J. E., Halberg, N. y Dalgaard, R. (2009) “Life Cycle Assessment across the Food Supply Chain”, en Baldwin, C. (ed.) *Sustainability in the Food Industry*. Wiley-Blackwell and the Institute of Food Technologists, pp. 115–144.

Molina, M., Galindo Maldonado, F. A., Arriaga Jordán, C. M., Prospero Bernal, F. y Olea Pérez, R. (2018) “Evaluación de la sustentabilidad en el sector agropecuario: un acercamiento a las metodologías”, *Ganadería.com*. pp. 1–7.

Moran, J. (2012) “The nutrient requirements of calves”, en *Rearing Young Stock on Tropical Farms in Asia*. CSIRO Publishing, pp. 31–39.

Muñoz-González, J. C., Huerta-Bravo, M., Lara Bueno, A., Rangel Santos, R., y de la Rosa Arana, J. L. (2016) “Producción y calidad nutrimental de forrajes en condiciones del Trópico Húmedo de México” *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 16 pp. 3329–3341.

Murgueitio, E. y Calle, Z. (1998) “Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia.”, *Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.*, pp. 27–46.

Nahed-toral, J., Valdivieso-Pérez, A., Aguilar-Jiménez R., Cámara-Cordova J. y Grande-Cano, D. (2013) “Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production”, *Journal of Cleaner Production*. 57, pp. 266–279.

Naranjo, J. F., Cuartas, C. A., Murgueitio, E., Chará J. y Barahona, R. (2012) “Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia”, *Livestock Research for Rural Development*, 24(8), pp. 1–12.

National Research Council (2000) *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7a ed. Washington, D.C: National Academy of Sciences.

Ogino, A., Orito, H., Shimada, K. y Hirooka, H. (2007) “Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow-calf system by the life cycle assessment method”, *Animal Science Journal*, 78(4), pp. 424–432.

Ogino, A. Sommart, K., Subepang, S., Mitsumori, M., Hayashi, K., Yamashita, T. y Tanaka, Y. (2016) "Environmental impacts of extensive and intensive beef production systems in Thailand evaluated by life cycle assessment", *Journal of Cleaner Production*. 112, pp. 22–31.

Oosting, S. J., Udo, H. M. J. y Viets, T. C. (2014) "Development of livestock production in the tropics: Farm and farmers' perspectives", *Animal*, 8(8), pp. 1238–1248.

Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B. y Steinfeld, H. (2013) *Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains-A global life cycle assesment*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Osborne, P. (2000) *Tropical Ecosystems and Ecological Concepts*. 1st ed. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press.

Pashaei Kamali, F. *Sustainability Performance of Soybean and Beef Chains in Latin America (Tesis de Licenciatura)*. Wageningen, Países Bajos. Wageningen University: 2015.

Pashaei Kamali, F., van der Linden, A., Meuwissen, M.P.M., Cunha Malafaia, G., Oude Lansink, A. G.J.M. y de Boer, I. J.M. (2016) "Environmental and economic performance of beef farming systems with different feeding strategies in southern Brazil", *Agricultural Systems*. Elsevier B.V., 146, pp. 70–79.

Payne, W. J. A. (1985) "A review of the possibilities for integrating cattle and tree crop production systems in the tropics", *Forest Ecology and Management*, 12, pp. 1–36.

Peel, D. S., Johnson, R. J. y Mathews, K. H. (2010) "Cow-Calf Beef Production in Mexico", *USDA Economic Research Service*. Disponible en: <http://www.ers.usda.gov/media/134973/ldpm19601.pdf>.

Pérez Lombardini, F. Valoración de indicadores de sustentabilidad en sistemas de pastoreo de monocultivo y silvopastoriles de bovinos de carne y leche en el trópico subhúmedo de Yucatán, México (Tesis de licenciatura). Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2017.

Pirela, M. F. (2005) “Valor nutritivo de los pastos tropicales”, Manual de ganadería doble propósito, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Venezuela pp. 176–182.

Quero, A. R., Enríquez Quiroz, J. F., Bolaños-Aguilar, E. D. y Villanueva Ávalos, J.F. (2015) “Forrajes y pastoreo en México Tropical”, en Rodríguez Rivera, O. (ed.) Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería tropical. 1era ed. Red de Investigación e Innovación Tecnológica para la Ganadería Bovina Tropical (REDGATRO), pp. 48–68.

Reyes-Purata, Bolaños-Aguilar, E.D., Hernández-Sánchez, D., Aranda-Ibañez, E.M. e Izquierdo-Reyes, F. (2009) “Producción de materia seca y concentración de proteína en 21 genotipos del pasto humidícola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick”, Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo, 25(3), pp. 213–224.

Riebeek, H. (2010) Global warming. Disponible en: <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/GlobalWarming/printall.php>. (Consultado: el 9 de mayo de 2018).

Rivera Huerta, A. Evaluación del impacto ambiental de la cadena de producción de carne de res en el estado de Veracruz, mediante el análisis de ciclo de vida (Tesis de maestría). Ciudad de México, México. Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

Rivera Huerta, A., Güereca, L. P. y Rubio Lozano, M. D. L. S. (2016) “Environmental impact of beef production in Mexico through life cycle assessment”, Resources, Conservation and Recycling. 109, pp. 44–53.

Rojo-Rubio, R., Vázquez-Armijo, J. F., Pérez-Hernández, P., Mendoza-Martínez, G.D., Salem, A. Z. M., Albarrán-Portillo, B., González-Reyna, A., Hernández-Martínez, J., Rebollar-Rebollar, S., Cardoso-Jiménez, D., Dorantes-Coronado, E. J., y Gutierrez-Cedillo, J.G. (2009) "Dual purpose cattle production in Mexico", *Tropical Animal Health and Production*, 41(5), pp. 715–721.

Román, H. (1981) "Potencial de producción de los bovinos en el trópico de México", *Ciencia Veterinaria*, 3, pp. 394–429.

Román, H., Aguilera, R. y Patraca, A. (2012) *Producción y Comercialización de Ganado y Carne de Bovino en el Estado de Veracruz*. Comité Nacional del Sistema Producto Bovinos Carne, 1-2.

Rosales, M., Murgueitio, E., Osorio, H., Speedy, A. y Sánchez, M. *Agroforestería para la producción animal en America Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. 1999.

Rubio-Lozano, M. S., Braña-Varela, D., Méndez-Medina, D. y Delgado-Suárez, E. (2013) *Sistemas de Producción y Calidad de carne bovina*. Folleto técnico No. 28, Colón, Querétaro, México.

Ruviaro, C. F., de Léis, C. M., Lampert, V. N., Jardim Barcellos, J. O. y Dewes, H. (2014) "Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian farm: a case study", *Journal of Cleaner Production*. 3, pp. 1–9.

SAGARPA (2009) "Tipología de Productores Pecuarios del Estado de Veracruz". Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Gobierno del estado de Veracruz, Veracruz p. 76.

SAGARPA (2010) "Sistema de Explotación Extensivo y Semi-Extensivo de Ganado Bovino de Doble Propósito", Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, p. 144.

SAGARPA (2012) "Programa Nacional Pecuario 2007-2012", Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, p. 38.

SAGARPA y SIAP (2017) Análisis de la Balanza Comercial Agroalimentaria de México: Noviembre 2017. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Sánchez, A. Párametros reproductivos de bovinos en regiones tropicales de México (Tesis Licenciatura). Jalapa (Veracruz), México. Universidad Veracruzana, 2010.

Secretaria de Economía (2007) La industria de la carne en México. Asociación de Engordadores de Ganado bovino en México, pp. 67

SEFIPLAN (2015a) Estudios Regionales Para la Planeación: Región Los Tuxtlas. Secretaria de Finanzas y Planeación Xalapa, Veracruz, México.

SEFIPLAN (2015b) Estudios Regionales para la Planeación: Región Nautla 2015. Secretaria de Finanzas y Planeación Xalapa, Veracruz, México.

SEFIPLAN (2015c) Estudios Regionales para la Planeación: Región Sotavento 2015. Secretaria de Finanzas y Planeación. Xalapa, Veracruz, México.

SIAC (2006) Life Cycle Assessment- Principles and Practice, U. S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, Ohio. Disponible en: <http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/lcaccess/lca101.htm>.

SIAP (2014) Bovino Carne. Población ganadera 2005-2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

SIAP (2016) Veracruz Producción, precio, valor, animales sacrificados y peso 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/anpecuario_siapx_gobmx/indexnal.jsp (Consultado: el 10 de febrero de 2018).

SIAP (2017) Atlas Agroalimentario 2017 del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 1 st ed. Ciudad de México, México.

Silanikove, N. (2000) "Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants", *Livestock Production Science*, 67, pp. 1–18.

Silva Cassani, N. N. Z. Evaluación integral de dimensiones de sustentabilidad (ambiental, bienestar animal, económica y social) de sistemas ganaderos (monocultivo, silvopastoril y monte) en diferentes unidades de paisaje en el trópico mexicano (Tesis de Maestría). Ciudad de México, México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2016.

Von Son-de Fernex, E., Alonso-Díaz, M. A., Valles-de la Mora, B. y Capetillo-Leal, C. M. (2012) "In vitro anthelmintic activity of five tropical legumes on the exsheathment and motility of *Haemonchus contortus* infective larvae", *Experimental Parasitology*. 131(4), pp. 413–418.

Sosa, E., Sansores Lara, L. I., Zapata Buenfil, G. J. y Ortega Reyes, L.. (2000) "Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo", *Técnica Pecuaria México*, 38, pp. 105–117.

Stonaker, H. H. (1975) "Beef production systems in the tropics I. Extensive production systems on infertile soils", *Journal of Animal Science (USA)*, 41(4), p. 41(4):1218-1227.

Toledo, V. M., Ortiz-Espejel, B., Cortés, L., Moguel, P. y Ordoñez, M. J. (2003) "The multiple use of tropical forests by indigenous peoples in Mexico: A case of adaptive management.", *Conservation Ecology*, 7(3), p. 9.

Tsutsumi, M., Ono, Y., Ogasawara, H. y Hojito, M. (2016) “Life-cycle impact assessment of organic and non-organic grass-fed beef production in Japan”, *Journal of Cleaner Production*. 172, pp. 2513–2520.

US EPA (2016) Understanding Global Warming Potentials | Greenhouse Gas (GHG) Emissions | Greenhouse Gas (GHG) Emissions | US EPA. Disponible en: <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials>. (Consultado: el 9 de mayo de 2018).

USDA (2017) GAIN Report: Mexico Livestock and Products Annual: MX7033. Global Agricultural Information Network. United States Department of Agriculture, pp. 15

Valles-de la Mora, B., Castillo-Gallegos, E., Jarillo-Rodríguez, J., Ocaña-Zavaleta, E. y Alonso-Díaz, M. A. (2018) “Development of Tropical Forages in Veracruz, Mexico: Agronomic Approach for the New Forage Legume *Cratylia argentea*” en *New Perspectives in Forage Crops*. InTech.

Vilaboa, J. y Díaz, P. (2009) “Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México”, *Zootecnia Tropical*, 27(4), pp. 427–436.

de Vries, M., van Middelaar, C. E. y de Boer, I. J. M. (2015) “Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments.”, *Livestock Science*. 178(1–3), pp. 279–288.

WCED (1987) Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. United Nations. Disponible en: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>.

World Bank Group (2018) Country Profile: Mexico. Disponible en: http://databank.worldbank.org/data/Views/Reports/ReportWidgetCustom.aspx?Report_Name=CountryProfile&Id=b450fd57&tbar=y&dd=y&inf=n&zm=n&country=MEX

Zahm, F., Viaux, P., Girardin, P., Vilain, L. y Mouchet, C. (2007) "Farm Sustainability Assessment using the IDEA Method: From concept of farm sustainability to case studies on French farms.", en Hani, F., Pinter, L., y Herren, H. (eds.) Sustainable Agriculture: From Common Principles to Common Practice. Berna, Suiza: International Institute for Sustainable Development, pp. 77–110.

Zapata, G., Bautista, F. y Astier, M. (2009) "Caracterización forrajera de un sistema silvopastoril de vegetación secundaria con base en la aptitud de suelo", Técnica Pecuaria en México 47(3), pp. 257–270.

4.- ¿De dónde provienen los animales para pie de cría o reproductores?

a. Propios

b. De mercados

c. De subastas

d. De ranchos de cría

5.- Sí reproductores no son propios ¿De dónde provienen?

a. Del estado:

b. Nacionales:

c. Importados:

6.- ¿Cada cuánto compra?

♀: _____ Meses

♂: _____ Meses

7.- ¿A qué precio compra los reemplazos y el pie de cría?

R=

(precio por kg o cabeza)

8.- ¿A qué peso compra a los reemplazos o pie de cría?

R=

kg

9.- Aproximadamente que edad tienen al momento de la compra?

R=

meses

10.- ¿Cuántos animales recibe al año

R=

Total de cabezas

11.- ¿Cuántos finaliza o vende al año?

Total de cabezas engordadas:

12.- ¿Cuál es el peso en el que los vende?

R=

kg

LECHE

13.- Aproximadamente ¿Cuántas vacas tiene en producción al año?

R=

14.- ¿En promedio cuánto dura la producción de leche por vaca?

R=

15.- ¿Qué tipo de ordeña usa?

a. Manual

b. Mecánica

16.- ¿Se ordeña con apoyo del becerro?

a. Sí

b. No

¿Cuánto tiempo pasa el
becerro con la vaca?

17.- ¿Cuántas veces se ordeña al día?

R=

18.- ¿Cuántos litros promedio obtiene por vaca al día?

R=

19.- ¿A qué precio se vende el litro de leche?

R=

20.- ¿Cuál es el promedio de leche vendida al mes?

Temporada alta:

Temporada baja:

21.- Lugar de venta de la leche:

22.- ¿Parte de la leche producida es destinada a la crianza de becerros?

a. Si

b. No

¿Cuánta se destina?

kg o %

COMPRA Y VENTA DE ANIMALES Y PRODUCTOS

23.- ¿Qué productos comercializa? (puede ser más de uno)

a. Becerros

destetados

b. Media ceba

c. Novillos

d. Leche

e. Píe de cría

24.- ¿Cómo comercializa sus productos?

a. Engordados

b. Acopiador

c. Venta por contrato

d. Socio

e.

Otro_____

25.- Los animales finalizados se pesan:

b.

Individualmente

a. En grupo

c. No se pesan

26.- Peso promedio de los becerros destetados a la venta

R=

kg

27.- ¿En cuánto vende a los animales finalizados? Precio por kg o cabeza

Promedio año pasado:

Este año:

Más reciente

28.- Compra de ganado durante un año

Tipo de ganado	# de animales comprados	Precio de compra	Peso de compra	¿Cuántas veces al año compra?
Vacas				
Becerras				
Vaquillas				
Novillos				
Sementales				

29.- Venta de ganado durante un año

Tipo de ganado	# de animales comprados	Precio de compra	Peso de compra	¿Cuántas veces al año compra?
Vacas				
Becerras				
Vaquillas				
Novillos				
Sementales				

30.- ¿Qué requisitos le solicitan para transportar a sus animales?

- a. Guía de movilización
- b. Arete SINIIGA
- c. Certificado de campaña:
- e. Otro ¿Cuál?
- d. Recibo de venta

REPRODUCCIÓN

31.- ¿Qué tipo de manejo reproductivo realiza?

- a. Monta directa
- b. Inseminación artificial
- c. Transferencia de embriones

41.- Método de dx de gestación

- a. Palpación rectal b. No retorno a estro c. Ultrasonido d. Otro

42.- ¿Cuántos animales elimina del hato en un año?

Hembras:

Machos:

¿Por qué?

R=

43.- ¿A cuántas vacas cubre un semental durante el empadre?

R=

44.- En promedio ¿cuántas vacas son inseminadas o servidas al año?

R=

45.- Aproximadamente ¿Cuántas vacas repiten calor al año?

R=

46.- En promedio ¿Cuántos partos hay al año?

R=

47.- ¿Cuál es la edad al primer parto?

R=

48.- ¿Cuántos abortos presentan las vacas al año?

R=

49.- ¿Si hay abortos se saben las causas de los mismos? (pruebas de laboratorio)

a. Sí ¿cuáles?

b. No

50.- ¿Cuántos días pasan después del parto, para que la vaca vuelva a quedar gestante?

PARAMETROS PRODUCTIVOS

¿A qué edad y peso desteta a los
51.- becerros?
_____ meses _____ kg

52.- ¿Qué hace con los becerros después del destete?
a. Venderlos b. Engordarlos

53.- ¿Cuántas vacas reemplaza al año?
R=

54.- ¿Por qué las reemplaza?
a. Edad b. Enfermedad ¿Cuál?
c. Muerte d. Otra ¿cuál?

55.- ¿Cada cuánto reemplaza sementales?

56.- ¿Por qué los reemplaza?
a. Edad b. Enfermedad ¿Cuál?
c. Muerte d. Otra ¿cuál?

¿Cuál es la producción por lactancia por
57.- vaca?
R= litros por vaca

58.- ¿Cuál es la ganancia diaria de peso de los becerros?
R= kg/día

- 59.- Por favor indique en el siguiente cuadro el número de animales que se mueren en las diferentes etapas productivas:

	Número de animales	Causas
Mortalidad al nacimiento		
Mortalidad predestete		
Mortalidad postdestete		
Mortalidad de adultos		

PRADERAS

- 60.- ¿En promedio cuántos animales tiene por potrero?
R= cabezas
- 61.- ¿Cuánto miden los potreros? (promedio)
R= m
- 62.- ¿Qué tipo de forrajes tiene en su pradera?
a. Gramíneas b. Leguminosas c. Ambas
- 63.- El pasto que tiene en sus praderas es:
a. Nativo b. Introducido
- 64.- ¿Qué tipo de pasto siembra? ¿Cada cuánto?
R R
- 65.- ¿Cuál es el costo aproximado para una hectárea?
R=

66.- Favor de llenar el siguiente cuadro con la información que se pide:

Actividad	Cada ¿Cuánto?	Producto comercial	# de hectáreas
Siembra			
Fertilización			
Control de plagas			
Control de malezas			
Análisis de suelo			
Resiembra			
Intersiembra			

67.- Forrajes de corte

Actividad	Cada ¿Cuánto?	Producto comercial	# de hectáreas
Siembra			
Fertilización			
Control de plagas			
Control de malezas			
Cosecha			
Procesamiento			

68.- ¿Tiene terreno para cultivo o pastoreo?

R=

69.- ¿Qué cultiva?

R=

- 70.- ¿Cuál es el rendimiento por hectárea?
R=
- 71.- ¿Qué labores agrícolas hace?
R=
- 72.- El terreno y las instalaciones donde engorda a sus animales es:
- a. Propio
b. Rentado, ¿Cuál es el costo de la renta?
- 73.- Tipo de cerco
a. Cerco vivo b. Cemento c. Varengas

ALIMENTACIÓN

- 74.- ¿Cuál es la base de alimentación de su ganado?
- a. Solo forraje de pastoreo b. Forraje de pastoreo y suplementación
- 75.- Tipo de pastoreo
a. Extensivo b. Intensivo c. Rotacional d. Otra
- 76.- ¿Cuánto tiempo dura el ganado en un potrero?
R días
- 77.- ¿Cuál es el tiempo de recuperación de las praderas?
R= días

Suplementación

78.- ¿Qué alimento comercial usa?

R=

79.- ¿Cuánto da por animal y por cuánto tiempo?

R= kg

80.- ¿Cuánto cuesta el alimento comercial, por bulto o por kilo?

R= bulto/kilo

81.- ¿Al ganado le brinda sales minerales?

a. Sí ¿Cuáles? b. No

82.- ¿Cada cuánto les da sales minerales y en qué cantidad?

R= días

83.- ¿Usa granos en la alimentación del ganado?

a. Sí ¿Cuáles? b. No

84.- Llene las siguientes tablas con información sobre la dieta de los animales

Ingrediente	Vacas en producción		
	kg ofrecidos por animal	kg	\$/kg
% forraje			
% grano			
% silo			
% otro			

Ingrediente	Vacas gestantes		Vacas vacías	
	kg	\$/kg	kg	\$/kg
kg ofrecidos por animal				
%forraje				
%grano				
%silo				
%otro				

Ingrediente	Becerras lactantes		Becerras destetados	
	kg	\$/kg	kg	\$/kg
kg ofrecidos por animal				
%forraje				
%leche				
%sustituto de leche				
%suero de leche				
% concentrado				
%otro				

85.- ¿Cuánto le cuestan los insumos para la alimentación del ganado?

Ingrediente	Precio/kg	Presentación	¿Cada cuánto se compra? (días)
Grano ¿cuál?			
Concentrado o alimento comercial _____			
Forraje ¿cuál? _____			
Silo ¿de qué?			
Salvado ¿de qué? _____			
Gallinaza o pollinaza			
Otro ¿Cuál?			

86.- ¿De qué manera suministra el agua al ganado?

a. Tandas en el día

b. Libre acceso

87.- Aproximadamente ¿Cuál es el consumo de agua por animal por día?

R=

litros

88.- ¿Cuál es el origen del agua que se emplea?

a. Red pública

b. Pozo

c. Lluvia

d. Pipa

e. Río

f. Otro ¿cuál?

MANEJO

89.- ¿Qué hace con el estiércol?

- a. Uso agrícola b. Composta c. Se queda en el potrero
d. Otro

90.- ¿Qué hace con los cadáveres?

- a. Enterramiento b. Composteo c. Venta ¿A qué precio?
d. Otro

100.- ¿Lleva registros?

- a. Sí b. No

101.- Si existen registros ¿Quién es la persona que los lleva?

R=

MEDICINA PREVENTIVA

102.- Manejo realizado dentro de la unidad de producción

Tipo de manejo	Sí	No	¿Qué producto?	¿Cada cuánto?	Tipo de animal (Vaca, becerros etc.)
Aplicación de vitaminas					
Aplicación de antibióticos					

Aplicación de desparasitantes					
Implantes					
Descorne o despunte					
Tomas de sangre o laboratorio ¿Qué enfermedades?					
Muestras de heces para parasitología					
Marcaje con fierro					
Cálculo de edad					
Pesaje					

103.- ¿Cuáles son las principales enfermedades de los adultos y su porcentaje de presentación?

Padecimiento o lesión	Sí ¿Cuáles?	No
Lesiones en patas		

Lesiones en piel		
Parásitos externos		
Parásitos internos		
Enfermedades digestivas		
Enfermedades respiratorias		
Distocias		
Abortos		
Infertilidad		
Metabólicas		
Otras		

INSTALACIONES

104.- El terreno en el cual tiene su producción es:

a. Propio

b. Rentado

105.- ¿Cuál es la superficie total del terreno?

R:

has

106.- ¿Cuánto se destina a pastoreo (potreros, agostaderos, praderas)?

R:

ha

107.- Del total de hectáreas, ¿Cuántas se destinan para?:

Uso del terreno	Porcentaje del terreno	Número de hectáreas
De temporal		
De riego		
Agostadero		
Forestal		
Construcciones		

108.- ¿Con qué cuentan sus instalaciones?

	Número	Material	Medidas aproximadas
Comederos			
Bebederos			
Sombreaderos			

109.- De los siguientes servicios, indique con los que cuenta en sus instalaciones:

- a. Red de agua potable
- b. Energía eléctrica
- c. Drenaje
- d. Calle o carretera pavimentada

VEHICULOS, EQUIPO Y MAQUINARIA

110.- Si cuenta con vehículos en su unidad de producción, llene el siguiente cuadro

Tipo de vehículo	Cantidad	Capacidad de carga	Modelo
Camionetas			
Camiones			
Tractores			
Trascabos			
Otro ¿Cuál?			
Otro ¿Cuál?			

Tipo de vehículo	¿Cuánto gasta de gasolina al año?	¿Cuánto gasta de mantenimiento al año?	Venta en el momento
Camionetas			
Camiones			

Tractores			
Trascabos			
Otro ¿Cuál?			
Otro ¿Cuál?			

111.- Si tiene algún equipo que se mencione a continuación, por favor anote los datos que se solicitan

Tipo de vehículo	Cantidad	Capacidad	Años de uso
Molino			
Mezcladora			
Báscula			
Manga de manejo			
Bomba de agua			
Otro ¿Cuál?			

EMPLEOS GENERADOS

130 ¿En total cuántas personas trabajan en su empresa?

R=

Servicio	¿Cuál es el consumo?		¿Cuál es el costo promedio mensual ?	
	Temporada baja	Temporada alta	Temporada baja	Temporada alta
Agua				
Electricidad				
Gas				

INFORMACIÓN ADICIONAL

134 En la región cuales son:

Los meses de sequía:

Meses de lluvia:

Nortes:

135 ¿Cuál es el precio de los terrenos en la región?

R=

136 ¿Cuál es el costo del terreno para potrero o siembra?

R=

137 ¿Cuál es el costo de la renta del terreno para pastoreo?

R=