



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA
CAMPUS II



Evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción de
Búfalos (*Bubalus bubalis*) en la zona norte de Chiapas

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL

Presenta

MVZ. HUBERCEIN RAMÍREZ BARRIOS PS1528

Director de tesis

DR. HORACIO LEÓN VELASCO

Codirector

DR. FERNANDO PROSPERO BERNAL

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México

Noviembre, 2021



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS, CAMPUS V.
DIRECCIÓN**



Villaflores, Chiapas
10 de noviembre de 2021
Oficio N° D/0375/21

C. HUBERCEIN RAMÍREZ BARRIOS
MAESTRANTE EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA TROPICAL
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS CAMPUS V.
P R E S E N T E.

En atención a que usted ha presentado los votos aprobatorios del Honorable Jurado, designado para su evaluación de posgrado, de la tesis titulada: **“Evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción de Búfalos (*Bubalus bubalis*) en la zona norte de Chiapas”**, por este conducto le comunico que se le autoriza la impresión del documento, de acuerdo a los lineamientos vigentes de la Universidad.

Sin otro particular, le envío un cordial saludo.

ATENTAMENTE
“POR LA CONCIENCIA DE LA NECESIDAD DE SERVIR”

M. C. CARLOS ALBERTO VELÁZQUEZ SANABRIA
ENCARGADO DE LA DIRECCIÓN

FACULTAD DE
CIENCIAS AGRONÓMICAS



C. c. p. Archivo

CAVS/MARH.



Código: FO-113-09-05

Revisión: 0

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS DE TÍTULO Y/O GRADO.

El (la) suscrito (a) Hubercein Ramírez Barrios
Autor (a) de la tesis bajo el título de “ Evaluación de la sustentabilidad en
sistemas de producción de Búfalos (*Bubalus bubalis*) en la zona
norte de Chiapas”
presentada y aprobada en el año 20 21 como requisito para obtener el título o grado
de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical, autorizo a la
Dirección del Sistema de Bibliotecas Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH), a que
realice la difusión de la creación intelectual mencionada, con fines académicos para que
contribuya a la divulgación del conocimiento científico, tecnológico y de innovación que se
produce en la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Consulta del trabajo de título o de grado a través de la Biblioteca Digital de Tesis (BIDITE) del Sistema de Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH) que incluye tesis de pregrado de todos los programas educativos de la Universidad, así como de los posgrados no registrados ni reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.
- En el caso de tratarse de tesis de maestría y/o doctorado de programas educativos que sí se encuentren registrados y reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), podrán consultarse en el Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Chiapas (RIUNACH).

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; a los 12 días del mes de Noviembre del año 20 21.

Hubercein Ramírez Barrios

Nombre y firma del Tesista o Tesistas

DEDICATORIA

A DIOS PRINCIPALMENTE, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles y brindarme la oportunidad de cumplir una meta más en la vida.

A MIS PADRES

“POR CONFIAR EN MI”. Siempre serán mi ejemplo a seguir. Su Amor, consejos y bendiciones me acompañan en todo momento. Este logro es de ustedes y para ustedes.

“Gracias por guiarme por el camino del bien”

A MIS HERMANOS

Por su apoyo, motivación y cariño durante los momentos difíciles.

Celebra tus propias victorias porque nadie más entiende realmente lo que te costó alcanzarlas.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento otorgado para mi formación como Maestro en Ciencias y para la realización de esta tesis de Investigación.

A mi Comité Tutorial:

Dr. Horacio León Velasco

Dr. Fernando Prospero Bernal

Dr. Gilberto Yong Ángel

Dr. Francisco Galindo Maldonado

Dr. Raúl A. Perezgrovas Garza

Por el acompañamiento, el tiempo brindado y sus aportaciones durante el desarrollo de esta investigación. Por compartir conmigo sus conocimientos profesionales y brindarme su amistad. El desarrollo de este trabajo se lo debo a ustedes.

A las Doctoras, María Guadalupe Rodríguez Galván y María de Lourdes Zaragoza Martínez por la confianza que depositaron en mi. Su amistad, orientación y el apoyo constante fueron indispensables en esta etapa de mi vida.

Al Dr. Miguel A. Pérez Farrera, por brindarme su apoyo, amistad y conocimientos profesionales durante este proceso.

Al Sr. Alfonso Mendoza, por la confianza, amistad y el apoyo brindado durante el desarrollo del trabajo de campo de esta investigación.

CONTENIDO

	Páginas
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo General.....	2
1.2 Hipótesis	2
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 El desarrollo sostenible	3
2.1.1 El concepto de sustentabilidad	4
2.1.2 Sustentabilidad ambiental.....	5
2.1.3 Sustentabilidad social	6
2.1.4 Sustentabilidad económica	6
2.1.5 Indicadores de sustentabilidad	7
2.2 Metodologías empleadas para la evaluación de la sustentabilidad	8
2.2.1 Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)	9
2.2.2 Evaluación de la sostenibilidad para la agricultura y la alimentación (SAFA; Sustainability Assessment for Food and Agriculture systems)	10
2.2.3 Indicadores de la Sustentabilidad de Explotaciones Agrícolas (IDEA, por sus siglas en francés: Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles)	11
2.3 Crianza y producción de Búfalos	12
2.3.1 Antecedentes	12
2.3.2 Importancia del búfalo en el mundo	13
2.3.3 Importancia del búfalo en México	14
2.3.4 Importancia del búfalo en Chiapas	15
2.4 Características productivas de los búfalos	16
2.4.1 Carne	19
2.4.2 Leche	21
III MATERIAL Y MÉTODOS	24
3.1 Área de estudio	24
3.2 Metodología	25
3.3 Análisis estadísticos	32
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35

4.1	Caracterización de las unidades de producción de búfalos en la región norte de Chiapas	35
4.2	Evaluación de la sustentabilidad	44
V	CONCLUSIONES.....	63
VI	LITERATURA CITADA	66
VII	ANEXOS	82

Índice de Cuadros

Cuadros	Páginas
1. Comparación entre leche de búfala y otras especies.....	22
2. Objetivos del método idea	26
3. Dimensión agroecológica de la sustentabilidad	29
4. Dimensión socio-territorial de la sustentabilidad	30
5. Dimensión económica de la sustentabilidad	31
6. Asociación entre variables para cada factor rotado y varianza total explicada resultante del análisis factorial.....	39
7. Características de los tres grupos resultantes del análisis de clúster jerárquico	43
8. Puntaje obtenido en cada indicador evaluado en la escala agroecológica de la sustentabilidad.	47
9. Puntaje obtenido en cada indicador evaluado en la escala socio-territorial de la sustentabilidad.	49
10. Puntaje obtenido en cada indicador evaluado en la escala económica de la sustentabilidad.	50
11. Prueba de normalidad. prueba de shapiro-wilk	53
12. Prueba de homocedasticidad (<i>levene</i>)	54
13. Prueba de kruskal-wallis.....	54
14. Contribución de las tres escalas de sustentabilidad.....	56
15. Contribución de los componentes de la dimensión agroecológica.....	57
16. Contribución de los componentes de la dimensión socio-territorial	59
17. Contribución de los componentes de la dimensión económica.....	61

Índice de figuras

Figuras	Páginas
1. Región norte del estado de Chiapas	24
2. Esquema de decisión para atribuir la puntuación final de sustentabilidad	28
3. Puntaje obtenido en cada componente de la sustentabilidad de las UPPB.....	46
4. Puntaje final de la sustentabilidad	51
5. Resultados obtenidos por escala y la sustentabilidad de las unidades de producción.	52
6. Análisis de componentes principales en las escalas de sustentabilidad (agroecológica, socio-territorial y económica).	55
7. Análisis de componentes principales (PCA) de la dimensión agroecológico	57
8. Dendrograma resultado del análisis de Clúster.....	58
9. Análisis de componentes principales (PCA) de la dimensión socio-territorial....	59
10. Dendrograma resultado del análisis de Clúster.....	60
11. Análisis de componentes principales (PCA) de la dimensión económico	61
12. Dendrograma resultado del análisis de Clúster.....	62

RESUMEN

El objetivo general de este trabajo de investigación fue evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de búfalos en la región Norte del estado de Chiapas, a través del método de Indicadores de Sostenibilidad de Explotaciones Agropecuarias (IDEA). Para obtener este resultado, se propusieron tres objetivos específicos: a) Estimar la escala agroecológica del método, cuyos principios agropecuarios se basan en la eficiencia económica al menor costo ecológico y la mayor eficiencia en el uso de los recursos no renovables. b) Determinar la escala socio-territorial, tomando en cuenta la calidad de vida del productor y la generación de servicios a la comunidad c) Valorar la escala económica, la cual depende de su transmisibilidad, de su eficiencia y de su dependencia. La información se obtuvo mensualmente mediante encuestas y entrevistas semiestructuradas a productores cooperantes y trabajadores de siete unidades de producción de búfalos; las preguntas realizadas fueron abiertas y codificadas. Además, se realizó un diagnóstico visual que facilitó identificar los indicadores de sustentabilidad. Para dar cumplimiento al objetivo general, fue necesario realizar la caracterización de las Unidades de Producción Pecuarias de Búfalos (UPPB) en la que se utilizaron técnicas estadísticas multivariantes, en particular Análisis Factorial por el método de Componentes principales; identificando exclusivamente aquellos factores que son relevantes en la caracterización y tipología de las explotaciones búfalinas. 21 variables fueron sometidas a técnicas multivariantes con SPSS 15.0. En general, las variables más relevantes fueron edad de los productores, nivel de escolaridad, extensión de los predios y tipos de pasto, tamaño y estructura del hato, años en la producción de búfalos, venta y lugar de destino de los bucerros, producción y transformación de la leche, mano de obra y gastos económicos. Posteriormente, se realizó el análisis de la información para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de búfalos, mediante el método IDEA versión 3, el cual se modificó y se ajustó a las condiciones del área de estudio. Este análisis identificó que la escala socio-territorial presentó el mayor desempeño en las UPPB, alcanzando 62.72 puntos de 100 posibles. Sin embargo, fue la escala económica la que determinó el valor de sustentabilidad de las unidades de producción obteniendo el puntaje más bajo (62.14) de las tres escalas analizadas. Para alcanzar los objetivos específicos, se evaluaron los indicadores de cada escala de sustentabilidad (agroecológico, socio-

territorial y económico) aplicando métodos estadísticos multivariados, como el análisis de componentes principales (PCA) y el análisis de conglomerados. Se utilizó el paquete estadístico PAST 3.24 para realizar el análisis de Univariados donde las variables se sometieron a pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk W) y homocedasticidad (Levene's test) para evaluar el tipo de estadística que se aplicaría (paramétrica o no paramétrica), la cual determinó que los datos eran no normales y por ende se realizaron pruebas no paramétricas. Se realizó una prueba Kruskal-Wallis para identificar diferencias entre las UPPB para los componentes del método IDEA. Esta prueba demostró que solamente las variables de la dimensión socio-territorial fue significativo entre las variables. A través de un análisis de Multivariados las variables fueron agrupadas según la escala de sustentabilidad y su dimensión dentro de los componentes. Para cada escala se realizó un análisis de PCA para ver las agrupaciones de las variables. Posteriormente, se realizó un análisis de Clúster utilizando el índice de similitud Euclidiano y el algoritmo de UPGM. De acuerdo a lo anterior, se identificó que la escala agroecológica cuenta con tres grandes tipos de producción (cultivos anuales, perennes y producción animal) que en conjunto proporcionan autonomía y sustentabilidad. Es decir, permite un equilibrio en el ambiente, logrando una disminución considerada en la erosión de los suelos y la conservación de la biodiversidad silvestre tanto vegetal como animal. Por su parte, la escala socio-territorial determino que estos sistemas se encuentran en evolución constante de acuerdo a las exigencias de los consumidores en materia de calidad de los productos. Además, que la generación de empleos y servicios y la obligación moral de los productores (ética, calidad de vida, plenitud personal y desarrollo humano) constituyen esencialmente en la sustentabilidad social de estos sistemas agropecuarios. Por último, en la escala económica, se demostró que existe amplia participación de mano de obra familiar (MOF) lo cual genera alto valor agregado a estos sistemas y se convierte en un estímulo económico para continuar con las actividades, ya sea en la venta de leche, carne y subproductos derivados del búfalo. En conclusión, los sistemas de producción de búfalos en la región norte del estado de Chiapas son medianamente sustentables de acuerdo al nivel establecido por el método IDEA, el cual fue adaptado a las condiciones del área de estudio.

Palabras claves: Desarrollo sustentable, Medio ambiente, viabilidad

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el índice de crecimiento de la población humana en el país es de 1.2% y representa un desafío para la producción agropecuaria para cumplir con la demanda de alimentos (INEGI, 2020). Sin embargo, esta producción hoy en día tiene grandes retos que superar como es el cambio climático, sequías e inundaciones que afectan considerablemente la productividad. Ante esta situación, Para cumplir con la demanda de alimentos de las futuras generaciones, las cadenas productivas deben contar con un criterio de sustentabilidad (Magrin, 2015; FAO, 2016).

Los sistemas de producción de búfalos (*Bubalus bubalis*) en el estado de Chiapas, representa una opción importante; debido a la eficiencia zootécnica y las ventajas competitivas que estos animales presentan, que los caracteriza por su adaptabilidad, rusticidad, fertilidad, producción de carne y leche en zonas inundables o pantanosas que son terrenos no aptos para la ganadería bovina y otras actividades productivas (Almaguer, 2007; Borghese, 2013; Mota-Rojas *et al.*, 2019).

Es importante saber de manera objetiva, el efecto que han tenido las acciones de manejo sobre la sustentabilidad: ambiental, social y económica. Debido a que los sistemas de producción agropecuarios y en particular la ganadería bovina ha sido catalogada como la causante del pastoreo excesivo y prácticas de manejos inadecuados que conducen a la degradación de la vegetación, la erosión de los suelos, el deterioro de su fertilidad y estructura. Por lo tanto, al introducir esta especie animal en los sistemas de producción fue necesario realizar un análisis cuidadoso que nos permitiera identificar los puntos críticos en su adaptación, producción y desarrollo para tomar decisiones al respecto (Cino *et al.*, 2012). Por lo anterior, se utilizó el método IDEA (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles*) como una estrategia de evaluación de la sustentabilidad en los sistemas de producción de Búfalos en la región Norte del estado de Chiapas, ya que esta herramienta permite identificar los puntos críticos para que se puedan aplicar las mejoras, que ayuden a tomar decisiones y cambios positivos para el desarrollo sustentable de estos sistemas (Prospero-Bernal, 2017).

1.1 Objetivo General

Evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de búfalos en la región Norte del estado de Chiapas, a través del método de Indicadores de Sostenibilidad de Explotaciones Agropecuarias (IDEA).

Objetivos Específicos

- a) Estimar la escala agroecológica del método, cuyos principios agropecuarios se basan en la eficiencia económica al menor costo ecológico y la mayor eficiencia en el uso de los recursos no renovables
- b) Determinar la escala socio-territorial, tomando en cuenta la calidad de vida del productor y la generación de servicios a la comunidad
- c) Valorar la escala económica, la cual depende de su transmisibilidad, de su eficiencia y de su dependencia

1.2 Hipótesis

Los sistemas de producción de búfalos en la región Norte de Chiapas, cuentan con condiciones de orden ecológico, social y económico, que los mantiene en un nivel de sustentabilidad distinto, debido a las diversas prácticas de manejo y de alimentación de estas unidades de producción pecuaria.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El desarrollo sostenible

El concepto de desarrollo sostenible surgió en 1983, cuando las Naciones Unidas establecieron el Comité de Medio Ambiente y Desarrollo presidido por la primera ministra Noruega Gro Harlem Brundtland. Este grupo de trabajo publicó y difundió los resultados de varios estudios, análisis, debates y consultas públicas en abril de 1987. El cual fue denominado "Nuestro futuro común", o mejor conocido como el Informe Brundtland, que advertía sobre las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización; pretendía encontrar posibles soluciones a los problemas provocados por el crecimiento demográfico y la industrialización (ONU, 1987). Por lo anterior, surgió el concepto de "desarrollo sostenible" el cual se definió de la siguiente manera: El desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". En otras palabras, el desarrollo sostenible trata de alcanzar, de manera equilibrada, el desarrollo económico, desarrollo social y la protección del medio ambiente (ONU, 1987; Ramírez, *et al.*, 2004; Bermejo, 2014).

Para el año 1992, durante la denominada Cumbre de la Tierra que se llevó a cabo en Río de Janeiro, Brasil; los líderes mundiales adoptaron la Agenda 21 y formularon planes de acción concretos para lograr el desarrollo sostenible a nivel Nacional, Regional e Internacional. Posteriormente, en 2002 se llevó a cabo la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, que aprobó el Plan de Implementación de Johannesburgo, que adoptó un método específico con plazos y metas más concretos (ONU, 1992; ONU, 2015).

En septiembre de 2015, más de 150 jefes de estado y de gobierno se congregaron en la histórica cumbre del desarrollo sostenible y aprobaron la Agenda 2030, que contiene 17 objetivos de aplicación universal, que son una serie de metas en común para proteger el planeta y garantizar el bienestar de todas las personas. Estas metas requieren la participación activa de las personas, las empresas, las administraciones

y los países de todo el mundo. Estos objetivos instan a todos los países, ricos, pobres o de ingresos medios, a tomar medidas para promover la prosperidad y la vida en el planeta. En tales circunstancias, las medidas para erradicar la pobreza deben combinarse con estrategias para promover el crecimiento económico y satisfacer diversas necesidades sociales, incluida la educación, la atención médica, las oportunidades de empleo y la protección social; luchando contra el cambio climático y promoviendo la protección del medio ambiente (ONU, 2015).

En abril de 1990, se celebró en Washington, DC la Conferencia Anual de Desarrollo Económico del Banco Mundial. El economista holandés Peter Nijkamp presentó la conferencia titulada “Regional sustainable development and natural resources use” traducido al español como “Desarrollo regional sustentable y el uso de recursos naturales”, donde incorporó el concepto de sustentabilidad, simbolizando gráficamente la relación entre la sustentabilidad ambiental, el crecimiento económico y la equidad social, para conducir al desarrollo sustentable, que es el centro del denominado triángulo de Nijkamp (Zarta-Ávila, 2018). Por lo tanto, el desarrollo sostenible se logra cuando se alcanzan los tres objetivos al mismo tiempo, alcanzando la armoniosa entre el crecimiento económico, equidad social y sustentabilidad ambiental.

En este sentido, la humanidad tiene muchos desafíos que enfrentar, como el cambio climático, la escasez de agua, la desigualdad o el hambre (INECC, 2018). Sin embargo, estos retos solo se pueden solucionar desde una perspectiva global y promoviendo el desarrollo sustentable: es decir, un compromiso con el progreso social, el equilibrio ambiental y el crecimiento económico.

2.1.1 El concepto de sustentabilidad

La sustentabilidad es un concepto complejo porque procura ejecutar varios objetivos de manera simultánea que abarcan dimensiones ecológicas o ambientales, productivas, sociales, culturales y económicas. Por lo anterior, no existen parámetros o estándares de evaluación. Por ello, en la actualidad muchas tecnologías son promovidas como sustentables. Sin embargo, nadie puede refutar o afirmar tales afirmaciones porque no se pueden medir. No existe un valor de sustentabilidad contra

el cual comparar (Zarta-Ávila, 2018). Por lo anterior, muchos autores inicialmente afirmaban que no había forma de evaluar la sustentabilidad. Sin embargo, con el avance de las investigaciones se han encontrado elementos que hacen a la sustentabilidad evaluable, y por lo tanto comparable (Prospero-Bernal *et al.*, 2020).

Por lo tanto, el objetivo de la sustentabilidad es conseguir una interacción armoniosa entre el ecosistema (medio ambiente), la sociedad y la economía, para resguardar y proteger la vida en el planeta para las generaciones futuras. Si bien, cada componente de la sustentabilidad funciona de forma independiente y tiene su propia dinámica, no se pueden explicar por separado, porque estos componentes se influirán entre sí con el tiempo (González de Molina, 2011). Es decir, cada decisión que se tome sobre un componente tendrá un impacto positivo o negativo en los otros componentes.

Sin embargo, a partir de una reseña histórica del concepto de lo sustentable, en especial desde la publicación de “nuestro futuro común” (ONU, 1987) hasta nuestros días, se presentan dos conceptos con ventajas comunes, porque lo sustentable está relacionada con la armonía existente entre economía, sociedad, medio ambiente y sistemas de valores; mientras tanto, lo sostenible examina cada uno de estos subsistemas por separado.

Lo anterior, es consecuencia de la falta de información. Debido a que la única diferencia entre una denominación y la otra es la interpretación que se hizo del término en inglés sustainable development, algunos hispanohablantes la traducen como desarrollo sostenible, mientras que otros la traducen como desarrollo sustentable; en realidad el término sustentabilidad es de origen mexicano, porque solo se usa en México. mientras que en otros países de habla hispana prefieren hablar de desarrollo sostenible (Ramírez, 2004).

2.1.2 Sustentabilidad ambiental

En cuanto al medio ambiente, la sustentabilidad define que la naturaleza no es una fuente de recursos inagotables. Por lo tanto, vela por su protección y su uso racional. Cuidar del medio ambiente, invertir en energías renovables, conservar el agua,

promover el transporte sustentable o la innovación en las construcciones y arquitectura sustentable, para contribuir de esta manera a la sustentabilidad ambiental en muchos aspectos (ONU, 2019; Zarta-Ávila, 2018). Este enfoque considera que gran parte de la contaminación y del daño a la naturaleza se debe a la tendencia de la sociedad a incrementar la producción y el consumo (Ramírez, 2004).

Siempre que el desarrollo de los recursos naturales se restrinja al ámbito de la regeneración y el crecimiento natural, se obtendrá la sustentabilidad ambiental, que se basa en la planificación del desarrollo de los recursos y especifica claramente el impacto del desarrollo en todo el ecosistema (Zarta-Ávila, 2018).

2.1.3 Sustentabilidad social

La sustentabilidad a nivel social, promueve el desarrollo de las personas, las comunidades y las culturas para alcanzar una calidad de vida, salud y una educación adecuada y justa a nivel mundial. Otro aspecto que constituirá la sustentabilidad social en los próximos años, es la lucha por la igualdad de género, principalmente en los países en desarrollo (ONU, 1987). Por lo tanto, la sustentabilidad social se consigue cuando se apoyan proyectos para mantener la cohesión de la comunidad y lograr objetivos comunes en torno a la mejora de las condiciones de vida (Zarta-Ávila, 2018).

2.1.4 Sustentabilidad económica

Asimismo, el desarrollo sustentable busca promover el crecimiento económico y crear una riqueza justa sin dañar los recursos naturales. Para que la inversión y la distribución equitativa de los recursos económicos permita fortalecer los demás pilares de la sustentabilidad para lograr un desarrollo integral (ONU, 2019; (Zarta-Ávila, 2018).

Es decir, cuando las personas o empresas con estándares de rentabilidad hacen que sus proyectos sean financieramente exitosos (con el tiempo, los ingresos superan los costos), pueden lograr un desarrollo económico sustentable; independientemente de si abren su capital financiero a muchos socios al mismo tiempo, tengan un trato digno

con sus clientes e incluso con los trabajadores y paguen buenos salarios a la comunidad (Zarta-Ávila, 2018).

2.1.5 Indicadores de sustentabilidad

Para el caso, de un sistema agropecuario las decisiones que se toman para mejorar un componente específico (ambiental, social y económico) y como consecuencia lograr la armonía entre ellos, se denomina *acciones de desarrollo sustentable*. En este sentido, es necesario que la complejidad y la multidimensión de la sustentabilidad se encuentren simplificados en valores claros, objetivos y generales. A estos valores se les conoce como indicadores (Pope *et al.*, 2004).

Los indicadores reciben nombres muy diversos: variables, parámetros, medidas, medidas estadísticas, medidas de sustitución, valores, medidores o modelos empíricos de condiciones reales. Sin embargo, para este estudio, se mantuvo la definición de Gras *et al.*, (1989). Para quienes, los "indicadores" son variables que proporcionan información sobre otras variables que son más difíciles de obtener. En otras palabras, también se pueden utilizar como referencias para la toma de decisiones. Además, un indicador es una variable significativa por lo que, para convertirse en un indicador, cada variable debe compararse con uno o más umbrales de referencia.

El uso de indicadores permite comprender los puntos clave de sustentabilidad en los sistemas productivos. Además de percibir tendencias que, de otra manera, pasarían desapercibidas y no permitirían tomar decisiones al respecto. Algunas aplicaciones del desarrollo de indicadores de sustentabilidad en los sistemas de producción de búfalos, serían:

- Decidir la conveniencia o adaptación de diferentes propuestas tecnológicas
- Valorar la introducción de otra especie animal en un área o zona determinada
- Estimar el riesgo de un determinado sistema de producción en el tiempo

Por lo anterior, fue necesario plantear el desarrollo de indicadores de sustentabilidad y discutir ciertos criterios y metodología necesarios para su construcción y uso en la

evaluación de los sistemas de producción de búfalos, tomando en cuenta que estos sistemas deben de ser económicamente viables, ambientalmente racionales y socialmente equitativos.

Sobre el carácter normativo del proceso, explícitamente destaca la selección de objetivos, de hipótesis y del sistema de notación de puestos. No se trata entonces, de imponer un estándar de explotación de búfalos sustentables, si no de proponer un método susceptible de examinar, de cuestionar cada explotación sobre su forma de desarrollo, o de posicionarse respecto a otras explotaciones si se desea (Vilain, *et al.*, 2002; Vilain, *et al.*, 2008, Zahm, *et al.*, 2008).

Considerando el objetivo principal de este proyecto de Investigación (evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción de búfalos), se propuso utilizar un método de evaluación a partir de indicadores, debido a que su utilización es mucho más accesible. Por lo tanto, el uso de una herramienta real de gestión y de análisis de las unidades de producción de búfalos permite a los productores avanzar sobre estas reflexiones y destacar ciertos componentes de la sustentabilidad.

2.2 Metodologías empleadas para la evaluación de la sustentabilidad

En la actualidad, cuantificar la sustentabilidad es un desafío enorme, no sólo por la complejidad integral de sus dimensiones, sino porque es de gran importancia para la inserción política de sus efectos y por tanto, la intervención inmediata a la realidad de sus afectados (Olmos y González, 2013). Por lo anterior, la evaluación de la sustentabilidad en los sistemas agropecuarios mediante el uso de una metodología y sus indicadores, permiten identificar claras tendencias en el desarrollo de una unidad de producción, debido a que el uso y utilidad de este procedimiento metodológico se basa en la detección de puntos críticos en los componentes de la sustentabilidad (ambiente, social y económica), estableciendo sus causas y proponiendo soluciones en beneficio del desarrollo sustentable y por ende en la producción (Masera *et al.*, 1999; Pope *et al.*, 2004). Estas evaluaciones se realizan a través de Marcos de Evaluación de la Sustentabilidad (MES).

En México, existe una variedad de metodologías empleadas para evaluar la sustentabilidad en la producción animal y el sector agropecuario. Sin embargo, para este proyecto de investigación solo se describirán tres de ellas, las cuales son: 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) y el método de Indicadores de la Sostenibilidad de Explotaciones Agrícolas (IDEA), (Molina, 2018).

2.2.1 Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad (MESMIS)

Este método de evaluación se caracteriza porque desde el inicio considera las tres dimensiones de la sustentabilidad y las evalúa mediante indicadores que pueden ajustarse a diversas condiciones (Astier, 2006; Astier *et al.*, 2008). Es decir, si se pretende utilizar MESMIS para evaluar el sistema de producción de ganado bufalino en pastoreo, se debe definir el sistema de producción animal, las características sociales (personal, salario, bienestar) involucradas en este método de producción e identificar las vulnerabilidades en el sistema, como la carga animal, la calidad del forraje y sus ventajas (como la diversidad de forrajes). Para que, en conjunto, estos elementos puedan construir los indicadores a evaluar.

El resultado final de esta evaluación es la selección de habilidades correctivas, las cuales se deben de incorporar a una nueva evaluación después del estudio para formar un ciclo virtuoso. Continuando con el uso de este ejemplo, si en el proceso de evaluación se encuentra el riesgo de erosión y pérdida de productividad causada por el sobrepastoreo, se puede usar como medida correctiva la rotación de pastos y el tiempo de recuperación de cultivos, para posteriormente, evaluar el ciclo productivo (Molina, 2018).

En este sentido, el MESMIS establece que deben evaluarse simultáneamente dos sistemas productivos o en su caso, el mismo sistema con lapso de tiempo entre cada evaluación; emitiendo de esta manera resultados de forma comparativa. Es decir, el

dictamen nos indica si un sistema agropecuario es o no sustentable respecto al otro (Masera *et al.*, 1999; Astier *et al.*, 2008 y Molina, 2018).

Una desventaja de este método, es que la elección y evaluación de los indicadores dependen de los criterios y la experiencia del evaluador. Por lo tanto, se recomienda que los sistemas agropecuarios sean evaluados preferentemente por la misma persona, para ampliar la objetividad y reducir la incertidumbre de los resultados.

En otras palabras, debido a su alcance amplio y diverso, un solo evaluador generalmente no tiene una gran experiencia para evaluar objetivamente cada uno de los indicadores y comúnmente se cae en ponderaciones subjetivas basadas en la poca o mucha experiencia del evaluador. Es por ello, que es necesario contar con un equipo de expertos en la materia para ampliar la objetividad del estudio, sin correr el riesgo de caer en la incertidumbre de los resultados. Dicho de otro modo, es necesario tomar decisiones sobre medidas destinadas a disminuir las debilidades del sistema productivo (Molina, 2018).

2.2.2 Evaluación de la sostenibilidad para la agricultura y la alimentación (SAFA; Sustainability Assessment for Food and Agriculture systems)

Este método de evaluación es similar al MESMIS. Sin embargo, tiene la característica de evaluar una dimensión más, que es la institución o "gobernanza" (Spangenberg, 2004; FAO, 2014). Esta dimensión adicional se refiere a las políticas, leyes o normas internas de la empresa que debe seguirse en temas relacionados con el desarrollo sustentable (Spangenberg, 2004). Esta metodología se evalúa a través de indicadores, pero a diferencia del MESMIS, SAFA enumera 118 indicadores y establece un método para calificarlos, con cinco criterios de evaluación que van desde muy bueno a inaceptable. Sin embargo, no determina la forma en que realizar la evaluación, lo cual depende del juicio y experiencia del responsable de la evaluación (FAO, 2014).

Una de las ventajas de este enfoque es que las directrices de indicadores proporcionadas por la FAO (FAO, 2014) se pueden utilizar para recopilar información y determinar métodos de evaluación. También existe un software gratuito para asignar

fácilmente las puntuaciones de los indicadores (FAO, 2014). Por lo tanto, SAFA al igual que MESMIS, carece de objetividad en la ponderación de los indicadores evaluados y la variabilidad debido a la práctica del evaluador puede ser alta.

2.2.3 Indicadores de la Sustentabilidad de Explotaciones Agrícolas (IDEA, por sus siglas en francés: Indicateur de Durabilité des Exploitations Agricoles)

El método IDEA es similar a SAFA, ambos establecen cuales serán los indicadores a evaluar y el método de puntuación, pero a diferencia de MESMIS y SAFA, el método IDEA detalla el método de evaluación de los indicadores. Esta herramienta permite a las personas identificar debilidades técnicas y posibles mejoras para facilitar la acción y la toma de decisiones a nivel local. Consta de 42 indicadores y tiene lineamientos que describen el alcance, formato y criterios de evaluación de cada indicador, estos lineamientos describen las características esperadas de cada uno de ellos y las razones para tomar decisiones y asignar una calificación a cada indicador.

Al final de la evaluación, cada dimensión puede recibir una calificación de sustentabilidad de 0 a 100 puntos (Vilain, 2008). Evidentemente, la ponderación y guía para establecer los criterios de evaluación, está construida para sistemas franceses de producción agropecuaria, donde las prácticas y el manejo pueden diferir con relación a los de México. A pesar de ello, esto no ha limitado su beneficio cuando se ha aplicado y adaptado en el país (Molina, 2018).

A pesar de que existen diversas herramientas para evaluar la sustentabilidad, esto no es un trabajo fácil, ya que la sustentabilidad es relativa, compleja, multidimensional y dinámica. En efecto, existen muchas formas de evaluación, cada una con ventajas y desventajas, pero casi en todas las precisiones de los resultados dependen de las habilidades, la experiencia y el conocimiento de los evaluadores, quienes pueden elegir los indicadores adecuados o elegir el método de evaluación de los indicadores. Incluso la elección de las herramientas a utilizar depende de estos mismos factores. Por lo tanto, no se trata de decidir qué método es mejor, sino qué método puede revelar mejor las ventajas y desventajas de cada unidad o sistema de producción (Vilain, 2002; Vilain *et al.*, 2008 y Zahm *et al.*, 2008).

Por lo anterior, fue necesario utilizar una de estas metodologías para evaluar la sustentabilidad en los sistemas de producción de búfalos, ya que estas herramientas permiten obtener una visión amplia de la calidad del sistema en términos de su relación con el medio ambiente, el mercado y la sociedad. Además, permiten identificar conocimientos dentro de los sistemas de producción o de la cadena productiva que se pueden perfeccionar a través de acciones específicas identificadas por la aplicación de estas herramientas (Zahm *et al.*, 2008 y Prospero-Bernal, 2017).

2.3 Crianza y producción de Búfalos

2.3.1 Antecedentes

El nombre científico del búfalo doméstico, búfalo de agua o búfalo asiático es (*Bubalus bubalis*) (El-Salam y El- Shibiny 2011). En Asia, el búfalo de agua domesticado se clasifica generalmente en dos principales sub-especies (Yue *et al.*, 2013), el tipo de río (*Bubalus bubalis bubalis*) y el tipo de pantano (*Bubalus bubalis karebaus*) (Perera, 2008). Estas subespecies tienen distintos números de cromosomas (50 y 48 cromosomas, respectivamente) en algunos casos se pueden cruzar y producir crías fértiles y en otros, el híbrido macho es estéril (Perera, 2008; Yilmaz y Wilson 2012), o presenta algunas diferencias en la morfología (estructura corporal, peso corporal, forma de cuerno, color de la piel) y de comportamiento. El búfalo de agua es una especie valiosa porque se considera un animal de usos múltiples (El-Salam y El-Shibiny 2011; De la Cruz-Cruz, 2014).

Su origen y domesticación está un poco perdida en el tiempo. Según Shalash (como se citó en Zava, 2011) hay evidencias arqueológicas de la domesticación del búfalo hace más de 4000 años en la Antigua Mesopotamia entre los ríos Tigris y Éufrates, actualmente el país de Irak. Sin embargo, Nguyen (como se citó en Zava, 2011) indica que existen evidencias de que el búfalo ya estaba domesticado en Vietnam hace más de 3700 años. Por otra parte, de acuerdo con hallazgos arqueológicos en la provincia de Chekiang, en China lo hicieron hace 7000 años. Es decir, esta especie en general se domesticó a mediados del tercer milenio A.C. y tras el paso del tiempo fueron

llevados primero a África, luego a Europa, a Oceanía y por último a América (SAGyP, 2005).

El búfalo entró en América del Sur a fines del siglo XIX: Aproximadamente en 1859, un animal originario de la entonces Indochina fue llevado a la Guayana Francesa para trabajar en una finca de caña de azúcar (Zava, 2011). Sin embargo, estos animales se introdujeron a México en la última década del siglo XX como una alternativa para la ganadería bovina (Domínguez *et al.*, 2013). La introducción de estos animales al continente americano ha representado una excelente opción para producir en las zonas tropicales y subtropicales debido a que integran una alternativa significativa como fuente de proteína de origen animal con alto valor biológico para la alimentación humana (Almaguer, 2007).

2.3.2 Importancia del búfalo en el mundo

Actualmente, en el mundo se reportan 19 razas de la especie *Bubalus bubalis sp.*, incluyendo como raza al búfalo de pantano (Carabao) que es una subespecie diferente, utilizada principalmente para el trabajo (Ángulo *et al.*, 2002). Las otras 18 razas se utilizan para el doble propósito. Aproximadamente el 70% por ciento de la población mundial de búfalos corresponde al búfalo de Río. Dentro de las razas de búfalos más importantes se encuentran: Mediterránea, Murrah, Nili Rabi, Jafarabadió Jafrabadi (de Río) y Carabao (de Pantano) (Bartocci *et al.*, 2002; Angulo *et al.*, 2006; Cruz, 2007; Das *et al.*, 2008).

Según estimaciones de la FAO, la población mundial de búfalos de agua es de aproximadamente 194 millones de cabeza: 97% se crían en Asia, 2% se encuentran en África, sobre todo Egipto; alrededor del 1% se encuentra en América del Sur; y menos del 1% se encuentra en Australia y Europa (FAOSTAT, 2014).

La leche de búfalas de río constituye una parte sustancial del total de la producción lechera en la India y Pakistán; Generalmente, las búfalas de río producen entre 1, 500 y 4, 500 litros de leche por lactancia. Su vida productiva es considerablemente mayor que la del ganado vacuno, estas proporcionan crías y leche hasta después de los 20

años de edad (Ángulo *et al.*, 2005; Ángulo *et al.*, 2006). Las principales razas lecheras especializadas de búfalos más conocidas son la Murrah, Nili-Ravi, Kundi, Surti, Jaffarabadi, Bhadawari y Mehsana. Los países que cuentan con la mayor cantidad de búfalas lecheras son la India, Pakistán, China, Egipto y Nepal. Por su parte, en Pakistán, Egipto y Nepal hay más búfalas lecheras que vacas lecheras (Ángulo *et al.*, 2002; FAO, 2019).

2.3.3 Importancia del búfalo en México

Actualmente, la producción ganadera en algunas zonas tropicales del país tiende a innovar su productividad, aplicando nuevos métodos de producción y nuevas opciones de crianza animal como es la introducción de nuevas especies en el entorno ganadero, como es el caso de la crianza de búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) con la finalidad de mejorar la producción, la oferta de leche, carne y subproductos. Estas innovaciones han logrado un crecimiento considerable, difundiéndose considerablemente entre las unidades de producción bovina de las zonas tropicales y subtropicales del país (García, 2018). Esto se debe a que esta especie utiliza los pastos de manera más eficiente y tienen una mejor tasa de conversión alimenticia (Cervantes *et al.*, 2010).

Los primeros búfalos llegaron a México en la última década del siglo XX desde Estados Unidos y Belice. En México existen aproximadamente más de 120 mil ejemplares de esta especie y tras casi 30 años de adaptabilidad su producción se ha extendido a diferentes estados de la República como Nayarit, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo (Domínguez, 2012; AMEXBU, 2017). Siendo las razas Mediterránea, Murrah y Jafarabadi (SAGARPA, 2017) las más utilizadas en el territorio mexicano. Las cuales se distribuyen en zonas inundables o pantanosas que son terrenos no aptos para la ganadería vacuna y otras actividades productivas. Por lo tanto, aprovechan de manera eficiente los recursos forrajeros (López *et al.*, 2005; Almaguer, 2007).

En este sentido, toda actividad desarrollada alrededor de los sistemas de producción de búfalos (*Bubalus bubalis*) representan una alternativa de producción rentable para

los ganaderos, debido a la eficiencia zootécnica y las ventajas competitivas que estos animales presentan. Además, de que se caracterizan por su adaptabilidad a ecosistemas adversos, presentan mayor rusticidad, longevidad, fertilidad, producción de carne y leche con un alto valor nutricional. Por lo anterior, se espera que en un futuro cercano la crianza de búfalos, sea tan común como la carne de res, cabra, oveja y cerdos. Debido a que México enfrenta un gran desafío: incrementar la producción de animales con alto valor nutricional de carne y leche (AMEXBU, 2017).

2.3.4 Importancia del búfalo en Chiapas

La producción de búfalos en el estado de Chiapas representa una opción importante como fuente de ingresos para los productores y la obtención de proteína de origen animal para el consumo humano. En Chiapas, la mayoría de los productores de búfalos de agua se encuentra en la región norte de la entidad, donde las condiciones ambientales son imperantes, como suelos anegados permanentemente o con inundaciones frecuentes.

Estas explotaciones han demostrado su potencial productivo bajo el sistema semi-intensivo, transformando eficientemente el alimento consumido en leche de alta calidad y abundante carne. De estas explotaciones, el 70% realiza el proceso de ordeño (mecánico 30% y manual 70%) debido a la importancia económica que representa esta actividad en los ingresos familiares. Estos animales han demostrado excelente ganancia de peso al día y un rendimiento en la producción láctea superior a la del ganado vacuno, ya que con solo 5-6 litros de leche se puede elaborar 1 kg de queso, en comparación con la leche de vaca que se necesitan 10 litros para producir 1 kg (A. Mendoza¹, comunicación personal, 25 de febrero de 2020). Los principales productos derivados de la leche de búfalas en esta región son: los quesos tipo manchego y provolone ahumado, yogurt y bolis. En cuanto a la producción cárnica, los principales subproductos son: el chorizo argentino, chistorra, carne para hamburguesas, cecina, machaca, cortes americanos y la barbacoa (Ruiz, 2018).

¹ Alfonso Mendoza Hernández. Productor de Búfalos en el estado de Chiapas

2.4 Características productivas de los búfalos

El búfalo (*Bubalus bubalis*) es un animal de triple propósito, que juega un papel muy importante en la vida del ser humano, es excelente para el tiro tanto en la tierra como el agua, además de ser un buen productor de carne y leche. Los alimentos derivados del búfalo, actualmente forman parte de la dieta humana, ya que ha resultado favorable para la salud y la disminución en la aparición de enfermedades, tal como lo han demostrado algunos estudios comparativos del consumo de búfalos y otras especies domésticas (De Mendoza *et al.*, 2005).

Estos animales son muy resistentes a enfermedades, poseen alta capacidad de adaptación ya que tienen cascos robustos, grandes y anchos, talones ligeramente convexos y suelas ligeramente cóncavas, que pueden adaptarse a diversas condiciones, como llanuras aluviales, ríos, pantanos y lagunas; debido a las ventajas anatómicas y fisiológicas del tracto gastrointestinal, poseen mayor digestibilidad de pastos de mala calidad. En otras palabras, tienen la capacidad de utilizar de manera eficiente la fibra, digerir la celulosa y el nitrógeno no proteico y utilizarlo como base para la síntesis de proteínas de alta calidad, poseen un crecimiento más rápido y aumento de peso, demostrando así su versatilidad y capacidad para tener un efecto positivo en la producción ganadera sustentable (SAGPyA, 2005; Montiel, 2008; Barboza, 2011; Naveena y Kiran, 2014). Respecto a la rumia, Vega, *et al.*, (2010) mencionaron que el movimiento de masticación en los búfalos es más lento porque tienen los músculos pterigoideos y maseteros más grandes, e incluso el diámetro de la lengua, lo que es un indicador de mejor poder de masticación, lo que conduce a un mejor proceso de rumia comparado con la eficiencia observada en el ganado Brahman.

Estos animales tienen baja susceptibilidad a enfermedades y presentan un porcentaje de mortalidad poco significativos: En adultos menos del 1% y 3% en bucerros (Almaguer, 2007). Estos animales no necesitan baños contra ectoparásitos; basta con una adecuada rotación de potreros y dejarlos a que permanezcan en las áreas sociales de baño de lodo, para romper los ciclos de los endoparásitos y por ende, disminuir la aplicación de vermífugos (Belmiro, 2006; Domínguez *et al.*, 2013). En un ambiente

natural con alta humedad, no presentan infecciones bacterianas, ni hongos en las pezuñas (Torres, 2009).

A diferencia de las vacas, en las búfalas es necesario que, en las primeras cuarenta y ocho horas posparto, se extraiga completamente la ubre para exigirle toda su capacidad; ya que sino se realiza este procedimiento ocurre una regresión de la glándula mamaria lo cual limita su producción. Es decir, solo produce la leche necesaria para mantener a la cría (A. Mendoza¹, comunicación personal, 25 de febrero de 2020). Las búfalas casi no desarrollan mastitis, debido a sus cualidades anatómicas y fisiológicas que producen barreras de penetración de microorganismos a la cisterna de la glándula mamaria: obstrucción del orificio del pezón y altos niveles de queratina (con acción bactericida y bacteriostática) en el canal del pezón (Torres, 2009).

Esta especie es demasiado inteligente, posee una gran capacidad para aprender hábitos buenos y malos. Por lo tanto, requieren de un cuidado y manejo cuidadoso; las búfalas son consideradas excelentes nodrizas. Estos animales son fáciles de manipular por personas de todas las edades, ya que poseen gran docilidad y mansedumbre (Simón y Galloso, 2011). Su manejo es exitoso si se utilizan cercas eléctricas, a base de energía solar, que las vuelve más productivas para el medio ambiente. Es una especie rústica que le permite a los productores utilizar recursos que se consideran marginales o vegetación pobre de los pastos en la pradera; aprovechando todos los forrajes, variedades de hierbas, hojas y tallos de plantas acuáticas, frutos y hasta la corteza de árboles (Barboza, 2011).

Según Barboza (2011), esta especie soporta muy bien las diversas condiciones climáticas, desde secas, muy húmedas tropicales, hasta zonas de clima templado y frío. Lo anterior, se debe a que los pigmentos de la melanina de la piel retienen la radiación ultravioleta, protegiendo así al animal de sus efectos dañinos. Por su parte, las glándulas sebáceas de la piel del búfalo se encuentran más desarrolladas y son más activas que la de los vacunos; las cuales liberan una sustancia grasa (*sebum*) que cubre la superficie de la piel con una capa sebácea que le hace resbaladiza al fango (Marai y Haebe 2010; Berdugo, *et al.*, 2018). Es una especie muy utilizada en el manejo de humedales tropicales con intereses de conservación. En estas zonas, se pueden

¹ Alfonso Mendoza Hernández. Productor de Búfalos en el estado de Chiapas

utilizar como una “maquina biológica” de manera planificada para controlar el crecimiento de la vegetación y además producir carne y leche (Sarandón, 2002).

En comparación con el ganado vacuno, la posibilidad de producción de búfalos en áreas tropicales húmedas y con áreas pantanosas, es otra ventaja (Desta, 2011). Sin embargo, diversos estudios han señalado que en los sistemas de producción en donde se excede la capacidad de carga animal del área determinada, se tiene un mayor impacto ambiental comparado con lo señalado en el ganado vacuno a causa del pisoteo, pastoreo excesivo, la compactación del suelo y el uso enorme de fuentes de agua (Hoogesteijn y Hoogesteijn, 2008), debido a la necesidad de hábitos de regulación de la temperatura en áreas fangosas, principalmente en períodos y sistemas con clima cálido (Mora-Medina *et al.*, 2018; Mota-Rojas *et al.*, 2019), por lo que es indispensable considerar estos aspectos de manejo durante su crianza.

El proceso de producción intensivo de búfalos es otro indicador importante que vale la pena comentar, porque los búfalos suelen reemplazar al ganado en los ranchos de engorda y leche, porque se manejan de la misma manera. Por este motivo, la producción de búfalos ha experimentado un proceso de intensificación (Borghese, 2013; Mota-Rojas *et al.*, 2019).

En todo sistema de producción de búfalos, se debe considerar el bienestar animal, con el objetivo de asegurar una adecuada nutrición, estado clínico, sanitario y de comportamiento de los animales y su impacto en la calidad del producto final. A pesar de que los puntos clave de los sistemas intensivos y extensivos son diferentes. Sin embargo, cuando se cumplen estos requisitos, la producción de carne en ambos sistemas pueden mejorar en calidad y cantidad, por lo que se debe mantener un equilibrio entre bienestar y productividad. Por ello, se debe promover el bienestar del búfalo a lo largo de la cadena de producción, pues cada etapa tendrá un impacto en el bienestar del animal y la calidad del proceso y por ende, afectar la aceptación del consumidor (Mota-Rojas *et al.*, 2019).

Si a estos animales se les proporciona las condiciones adecuadas de manejo y alimentación a través de sistemas de producción bien diseñados (como los sistemas

silvopastoriles y de pastoreo rotativo intensivo), la producción de carne de búfalo será satisfactoria (Joele *et al.*, 2017). Además, se debe considerar el alto valor nutrimental de estos animales, las características y su calidad. Ya que en la actualidad no recibe un precio justo, a pesar de los beneficios nutricionales que nos proporcionan (Borghese, 2013; Joele *et al.*, 2017).

2.4.1 Carne

En condiciones de alimentación natural, la carne de estos animales tiene un alto valor nutricional, lo que beneficia al sistema de producción ecológico. Es decir, de un búfalo criado completamente en libertad, una dieta natural, un suelo libre de contaminantes y una dieta completamente libre de componentes anabólicos, se puede conseguir una carne tierna y magra sin exceso de grasa y con un sabor único e inconfundible (AMERICARNE, 2009). Además, las propiedades sensoriales, la composición, las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y funcionales de la carne del búfalo son equivalentes a la carne vacuna (Anjaneyulu *et al.*, 2007).

Por lo anterior, la carne de búfalo es apta para cubrir las necesidades de la vida moderna. Además, es muy útil para la dieta de pacientes con enfermedades cardíacas, cerebrovascular y otros problemas, debido a que solo el 1,8 % de sus cortes contiene colesterol. Su característica principal es que no tiene grasa penetrante, ya que el tejido adiposo se separa fácilmente de la piel. La carne de esta especie contiene entre un 70 - 90% menos grasa que la carne vacuna; contiene más proteína, hierro y aminoácidos de Omega 3. Esta carne también se identifica por poseer bajos contenidos de calorías, colesterol y grasa en comparación con la gran mayoría de los pescados y el pollo (Escalante, 2008; Naveena y Kiran, 2014). En comparación con otras especies, la carne de búfalo tiene una mejor retención de agua y es más tierna y jugosa.

Desde el nacimiento hasta los 36 meses de vida, la tasa de crecimiento de los búfalos es lineal. Durante este período, la ganancia aproximada diaria de peso es de 548 g/día (3-6 meses) y 404 g/día (hasta 36 meses) cuando son criados en sistemas extensivos. Sin embargo, en algunos sistemas pueden alcanzar de 900-1000 g/día (Desta, 2011). Especialmente en los sistemas intensivos, cuyos objetivos son incrementar los índices

productivos, mejorar la ganancia de peso y reducir la edad al sacrificio (Andrighetto *et al.*, 2008).

Si estos animales se sacrifican con un peso corporal similar al del ganado vacuno del género *Bos*, la composición de la canal y la calidad de la carne serían comparables (Irurueta *et al.*, 2008; Kandeepan *et al.*, 2009). Por lo tanto, sacrificar a estos animales en la edad adecuado (más de 24 meses de edad) es indispensable para obtener una carne más suave y jugosa, rica en proteínas, aminoácidos altamente esenciales, menos grasa intramuscular, bajo en ácidos grasos saturados, colesterol y triglicéridos; y altas concentraciones de ácidos grasos que están estrechamente relacionados con la salud humana (Neath *et al.*, 2007; Kandeepan *et al.*, 2009).

En una investigación realizada por Napolitano *et al.* (2013), los autores describen que la eficiencia en la conversión de forrajes con niveles más altos de lignina puede atribuirse al hecho de que el búfalo tiene mayor actividad bacteriana y un movimiento ruminal más lento y su tasa de fermentación es menor que la del ganado vacuno. De manera similar, su estructura rumen-retículo y el complejo omaso-abomaso son más pesados que en el ganado vacuno (7.38, 4.96 y 3.56, 2.74 kg, respectivamente), lo que puede llevar a que los búfalos posean mayor capacidad de almacenamiento, mayor consumo de alimento y nutrientes. Además, presentan una tasa de pasaje más lenta de sólidos y líquidos por el tracto gastrointestinal (Angulo *et al.*, 2005; Vega *et al.*, 2010; Napolitano *et al.*, 2018).

Las principales características de la carne de búfalo son su color rojo, bajo contenido en grasas y colesterol, poco marmoleo, bajo contenido de tejido conectivo, textura ideal, alto contenido en proteínas y alta capacidad emulsionante (Kandeepan *et al.*, 2013). Cabe señalar que la suavidad de la carne del búfalo es similar a la carne de res con la ventaja de que presenta una reducción en el contenido de colesterol (Palaire *et al.*, 1997; Neath *et al.*, 2007; Tateo *et al.*, 2007).

2.4.2 Leche

La leche de búfala tiene un alto valor nutricional, por lo que se pueden obtener derivados lácteos como queso, yogurt, mantequilla, dulce de leche, bolis y otros productos con rendimientos óptimos (Patiño *et al.*, 2005). Sin embargo, la composición físico química de la leche puede variar dependiendo de muchos factores, como la raza, el período de lactancia, número de partos, el clima, la estación del año, la composición de la dieta y las condiciones ambientales (Rodríguez *et al.*, 2001).

Las búfalas producen unos 5 litros de leche en promedio al día, lo que es suficiente para producir un kilogramo de queso en una amplia gama de condiciones, a diferencia de las vacas que necesitan entre 8 – 10 litros de leche. Este contraste se debe al hecho de que la leche de búfala posee mayor contenido de proteínas, grasas y minerales. Además, el color de la leche también es diferente, la leche de búfala es más blanca porque contiene menos caroteno (Mora-Medina *et al.*, 2018).

La producción de leche en búfalas es prolongada, pueden producir hasta los siete meses que es la edad aproximada en la que se destetan los bucerros. Esta leche, es adecuada para la elaboración de productos lácteos. Sin embargo, para beber en forma líquida, debe ser diluida por su alta concentración (Pineda, 2014). El queso mozzarella de alta calidad, el queso fresco, el queso curado, los dulces y natillas elaborados a base de leche de búfala son muy valorados en el mercado por su calidad, sabor y apariencia (Rodríguez *et al.*, 2001).

La leche de búfala es de mejor calidad con relación a la leche de vaca, debido a que esta leche tiene tres veces más grasa saludable (alrededor del 6-16%). Las búfalas pueden producir de 7 a 12 litros de leche por día (debido al contenido de grasa, equivalen a 21-36 litros de leche bovina), teniendo 30 - 40% más calorías que la vaca (Cuadro 1). La leche de esta especie, tiene un sabor ligeramente dulce y es absolutamente blanco porque está presente la vitamina A; es incolora, mientras que en la vaca posee pro – vitamina. Es un excelente complemento de proteínas, vitaminas, sales minerales y otros valiosos nutrientes y calorías. En comparación con

la leche vacuna y humana, la leche de búfala tiene un valor energético más alto y ayuda a prevenir el envejecimiento prematuro (Montiel y Montiel 2002; Montiel, 2008).

Comparada con la leche de vaca, sus propiedades son:

- Posee menos cantidad de agua
- Mayor proporción de proteínas: caseína, albúminas y globulinas
- Menos Colesterol 17-24 %
- Lactosa ligeramente mayor
- Fuente de vitamina A
- Bajo en sales minerales, Na, Cl y K

Cuadro 1. Comparación entre leche de búfala y otras especies

Especie	Agua (%)	Grasa (%)	Lactosa (%)	Albumina (%)	Sales (%)
Búfala	85	7.6	4.8	4.70	1.0
Vaca	90	3.5	5.0	0.35	0.9
Cabra	90	4.0	4.8	0.65	1.0
Oveja	86	6.3	4.5	0.90	1.1
Mujer	90	3.5	7.0	0.50	0.3

Fuente: Tomado de Almaguer (2007).

De las búfalas que se encuentran actualmente en América del sur, solamente una pequeña cantidad se ordeñan, obteniendo un rendimiento promedio de 5 litros/día durante el período de lactancia de 240 a 270 días. En comparación con la producción de vacas lecheras de razas especializadas; este número parece pequeño, pero sin olvidar que en los ambientes y con la alimentación con el que se mantienen a las búfalas, las vacas altas productoras de leche que logran sobrevivir no darían leche ni se reproducirían (Rodríguez *et al.*, 2001).

Composición física y química de la leche de búfala: Su sabor es ligeramente dulce, blanco y presenta un color blanco azulado. Dado que no hay betacaroteno, lo cual tiene sentido, las búfalas pueden metabolizar este pigmento en vitamina A. Debido a su alto contenido catiónico, la leche de búfala tiene baja elasticidad térmica y tensión de cuajada, además presenta alto contenido de sólidos totales. Esta leche se coagula

más rápido y tiene menor estabilidad a altas temperaturas en comparación con la leche de las vacas (Ahmad *et al.*, 2013).

pH: El pH de esta leche esta entre 6.25 - 7 y 6.30 - 6.85. Manifiesta una temperatura de fusión superior a pesar de tener mayor contenido de sólidos grasos, la densidad y glóbulos de grasa son más grandes. El contenido de fosfolípidos y colesterol presentes en la leche de búfala es menor que el de las vacas (Faria *et al.*, 2002).

Características microbiológicas: Esta leche se caracteriza por inhibir el crecimiento de bacterias, lo que se atribuye al alto contenido de lecitina y a la presencia de una cantidad variable de glicoproteína denominada lactoferrina (0.320 mg/ml). Se ha demostrado que tiene actividad antibacteriana contra bacterias *Coniformes*, *Bacillus thermophilus* y *Staphylococcus aureus*; inhibiendo de esta manera el desarrollo de bacterias que requieren hierro (Patiño, 2005; Patiño 2011).

Características nutricionales: Debido a su composición, se considera que esta leche tiene un alto valor energético, 90 kcal/100 g en comparación a las 60-70kcal/100 g de la leche de vaca, comprobado por las cantidades superiores de las proteínas del suero, las cantidades de calcio (hasta 190mg/100g), la presencia de ácidos grasos poliinsaturados como el tetraédrico, magnesio soluble y fósforo inorgánico (hasta 134mg/100g). Además, existen reporte donde el valor del colesterol se ha encontrado en 214mg/100g (Han *et al.*, 2007).

III MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Área de estudio

La presente investigación se realizó en diferentes unidades de producción de Búfalos ubicados en la región Norte del estado de Chiapas, esta región colinda al norte y este con el estado de Tabasco, al sur con las Regiones III Mezcalapa y VII de los Bosques y al oeste nuevamente con el estado de Tabasco (Figura 1). Cuenta con una superficie territorial de 3,428.32 Km². Predomina el clima cálido húmedo con lluvias todo el año. Durante los meses de mayo a octubre, las temperaturas mínimas promedio oscila entre los 12°C y los 22.5°C y la temperatura máxima promedio va de los 24°C y hasta los 34.5°C. La precipitación pluvial registrada en estos meses va de los 1,400 mm y hasta los 3,000 mm (INEGI, 2017).

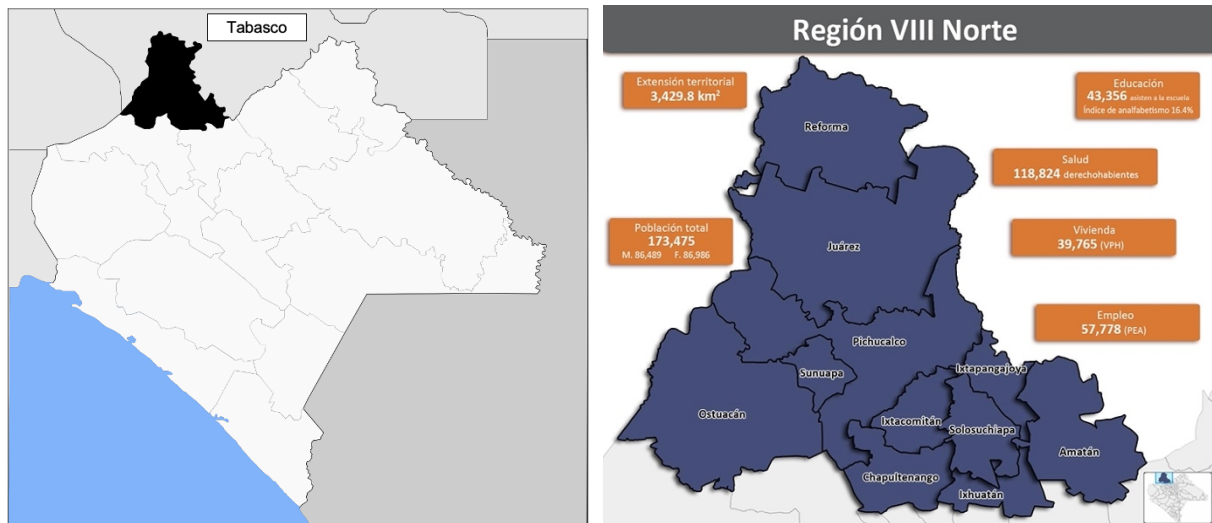


Figura 1. Región Norte del estado de Chiapas

3.2 Metodología

Evaluación de la sustentabilidad en Sistemas de producción de búfalos

Para lograr obtener la muestra de los productores, se realizó un muestreo por intención o bola de nieve, de acuerdo a Hernández y Carpio (2019). Dicha información se obtuvo mensualmente mediante encuestas y entrevistas semiestructuradas a productores cooperantes y trabajadores de siete unidades de producción; las preguntas realizadas fueron abiertas y codificadas. Además, se realizó un diagnóstico visual que facilitó identificar los indicadores de sustentabilidad.

Los datos obtenidos fueron organizados y analizados en Microsoft Excel 2017, lo que permitió realizar una caracterización productiva, social, económica y tecnológica de los ranchos. Posteriormente, se realizó el análisis de la información para evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción, mediante el método de Indicadores de la Sustentabilidad de las Explotaciones Agrícolas, IDEA versión 3 (*Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles*), el cual fue desarrollado en Francia, y desde 1996 ha sido utilizado en más de 1500 ranchos agropecuarios (Vilain *et al.*, 2008; Zahm *et al.*, 2008; M'Hamdi *et al.*, 2009). Sin embargo, para el desarrollo de esta investigación, el método IDEA se modificó y se ajustó a las condiciones del área de estudio.

Este método se basa en 17 objetivos agrupados para formar las tres escalas de sustentabilidad (Agroecológico, Socio-territorial y Económico), (Cuadro 2). Cada objetivo puede contribuir a la mejora de uno o varios componentes de sustentabilidad. Cada escala se divide en tres o cuatro componentes para dar un total de 10 componentes, que están integrados por 42 indicadores. Cada escala puede alcanzar un valor máximo de 100, el cual se representa en porcentaje, donde el valor máximo que se puede obtener es 100 puntos (Zahm *et al.*, 2006).

La hipótesis inicial del método postula que es posible cuantificar los diversos componentes de un sistema de producción atribuyéndoles una puntuación numérica,

después ponderar y agregar la información obtenida para obtener una puntuación de la explotación para cada una de las tres dimensiones que evalúa la sustentabilidad.

Cuadro 2. Objetivos del método IDEA

1. Coherencia	10. Calidad de los productos
2. Autonomía	11. Ética
3. Protección y manejo de la biodiversidad	12. Desarrollo humano
4. Protección de paisajes	13. Desarrollo local
5. Protección del suelo	14. Calidad de vida
6. Protección y gestión del agua	15. Ciudadanía
7. Protección de la atmósfera	16. Adaptabilidad
8. Manejo de conservación de los recursos naturales no renovables	17. Empleo
9. Bienestar animal	

Fuente: Zahm *et al.*, (2008).

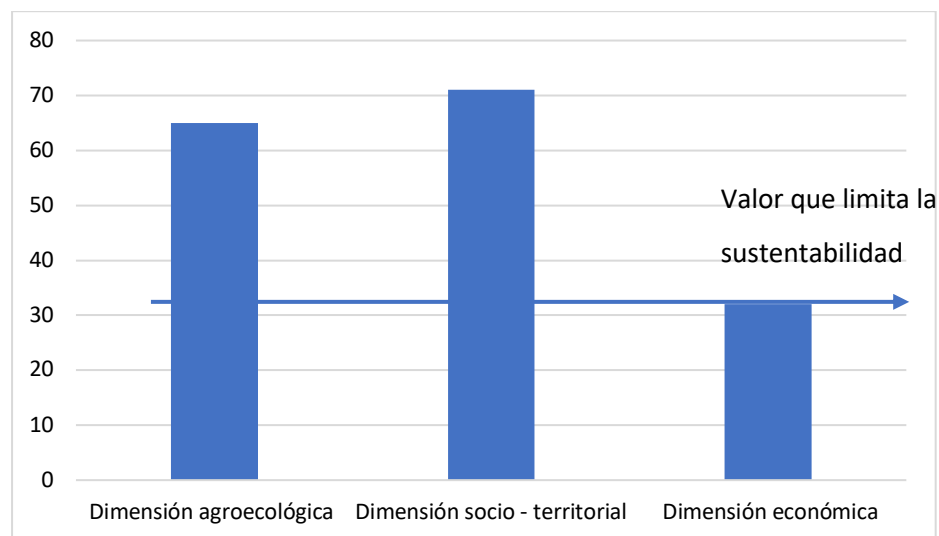
En cuanto al modo de calcularlos, éste se basa en un sistema de puntos con un puntaje máximo. Las tres dimensiones de la sustentabilidad tienen los mismos puntos y varían entre 0 y 100 unidades de sustentabilidad. El conjunto de información es traducido en unidades elementales de sustentabilidad determinando el puntaje atribuido a cada indicador. Se definen los puntajes máximos para cada indicador con el objetivo de limitar el número total de unidades de sustentabilidad. Todos sus indicadores pueden ser modificados, involucrando el tiempo y la demanda de la unidad de producción a evaluar y las características del entorno en el que se ubica (Vilain *et al.*, 2002, Zahm *et al.*, 2008).

Cada indicador está constituido de uno o varios *ítems* básicos, que caracterizan una práctica (o una característica) y que contribuyen al valor final del indicador. De hecho, los indicadores del método IDEA generalmente son compuestos: las prácticas favorables o desfavorables son evaluadas y ponderadas positiva o negativamente

según su importancia dentro del sistema técnico y según sus impactos sobre el entorno. El número de puntos o de unidades de sustentabilidad atribuidos a cada indicador es entonces contenido entre los límites cero (incluso si la suma de los ítems básicos es negativa) y un valor máximo que es propuesto para cada indicador (incluso si la suma de los ítems básicos es superior) (Zahm *et al.*, 2006).

Así mismo, cada componente es limitado a un valor máximo (generalmente 33 puntos). Esta forma de cálculo permite que un gran número de combinaciones técnicas alcancen el mismo grado de sustentabilidad en una explotación pecuaria. En efecto, aunque ciertos principios son comunes a todos los sistemas, se considera que no hay un modelo único. La diversidad de los contextos y de los medios de producción, la diversidad de los sistemas de producción y de las combinaciones técnicas ofrecen numerosos caminos para progresar. Ciertas debilidades técnicas o estructurales pueden ser parcialmente compensadas por opciones más compatibles con la organización general del sistema de producción (Vilain *et al.*, 2002).

Al final, la puntuación de una explotación para cada una de las tres escalas de la sustentabilidad es el número acumulado de unidades elementales de sustentabilidad que fueron obtenidas. Cuanto más elevada sea la puntuación, más sustentable es la explotación pecuaria en la escala considerada. Sin embargo, el puntaje final de la sustentabilidad está dado por la escala que menos puntaje obtenga (Figura 2). Es decir, para establecer el nivel de sustentabilidad de la unidad de producción, el método asigna el puntaje más bajo entre las tres escalas como puntaje final de la evaluación. (Vilain *et al.*, 2008; Zahm *et al.*, 2008; M'Hamdi *et al.*, 2009 y Prospero-Bernal, 2017).



Fuente: Tomado de Vilain *et al.*, 2008.

Figura 2. Esquema de decisión para atribuir la puntuación final de sustentabilidad

Con respecto a la ponderación de los resultados, cuando una unidad de producción posea en alguna escala el valor de 0, no significa que sea una explotación no sustentable, sino que demuestra que posee muchas áreas en las cuales intervenir para dirigirse hacia la sustentabilidad. Contrario a esto, no existen explotaciones que mantengan el 100% de sustentabilidad, debido a que siempre habrán prácticas de manejo que le permitirán funcionar mejor. A través de la puntuación de los resultados se busca encontrar manejos que aporten hacia la sustentabilidad. Es decir, la metodología puede identificar cambios en los sistemas de producción con características similares, pero con variaciones en prácticas de manejo (Zahm *et al.*, 2019 y Prospero-Bernal, 2017). Esta herramienta se puede medir a lo largo del tiempo. Por lo tanto, puede ayudar a los productores a avanzar hacia la sustentabilidad.

Por lo anterior, considerando las condiciones del área de estudio de esta investigación, el método IDEA fue modificado y ajustado en algunos indicadores. Los indicadores que no se incluyeron porque no cuentan con información suficiente, fueron los siguientes: Valorización y conservación del patrimonio genético (A4), Contribución a desafíos ambientales (A9), Valorización del patrimonio construido y del paisaje (B2) y Servicios y actitudes múltiples (B8).

La escala agroecológica (Cuadro 3) se fundamenta en los principios agropecuarios de los sistemas integrados, procurando la eficiencia económica al menor costo ecológico y una mayor eficiencia en el uso de los recursos no renovables. Consiste de 18 indicadores divididos en tres componentes (diversidad de la producción, organización del espacio y prácticas de manejo), con una puntuación máxima de 33 o 34 puntos por concepto dando un total de 100 puntos en esta escala (Zahm *et al.*, 2008). Es importante mencionar, que para el indicador Pesticidas (A14) fue necesario adaptarlo a las especificaciones del COFOCALEC (2012).

Cuadro 3. Dimensión agroecológica de la sustentabilidad

COMPONENTES		INDICADORES	VALORES MAXIMOS	
Diversidad doméstica	A1	Diversidad de cultivos anuales y temporales	14	33 unidades
	A2	Diversidad de cultivos perenes	14	
	A3	Diversidad animal	14	
	A5	Rotaciones	8	
	A6	Tamaño del predio	6	
Organización del espacio	A7	Manejo de la materia orgánica	5	33 unidades
	A8	Zona de regulación ecológica	12	
	A10	Valoración del espacio	5	
	A11	Manejo de la superficie forrajera	3	
	A12	Fertilización	8	
Prácticas agrícolas	A13	Efluentes orgánicos líquidos	3	34 unidades
	A14	Pesticidas	13	
	A15	Tratamientos veterinarios	3	
	A16	Protección del recurso suelo	5	
	A17	Manejo de agua	4	
	A18	Dependencia energética	10	

Fuente: Tomado de Vilain y colaboradores (2008).

La escala socio-territorial (Cuadro 4) se cimienta en las características que integra la unidad de producción con el entorno y la sociedad, tomando en cuenta la calidad de vida del productor y la generación de servicios a la comunidad. Consta de 18 indicadores divididos en tres componentes (calidad de los productos, ética y desarrollo

humano y empleos y servicios a la comunidad), con una puntuación máxima de 33 o 34 puntos dando un total de 100 puntos en esta escala (Zahm *et al.*, 2008). Para el indicador Proceso de calidad (B1) en esta investigación se consideró la norma mexicana sobre la calidad de la leche.

Cuadro 4. Dimensión socio-territorial de la sustentabilidad

COMPONENTES		INDICADORES	VALORES MAXIMOS	
Calidad de los productos y del territorio	B1	Proceso de calidad	10	
	B3	Manejo de desechos no orgánicos	5	33
	B4	Accesibilidad del espacio	5	unidades
	B5	Participación social	6	
	B6	Valorización de cadenas de valor cortas	7	
Empleo y servicios	B7	Autonomía y valorización de los recursos locales	10	
	B8	Servicios, actividades múltiples	5	33
	B10	Trabajo colectivo	5	unidades
	B11	Carácter perenne	3	
	B12	Contribución al equilibrio alimentario mundial	10	
Ética y desarrollo humano	B13	Bienestar animal	3	
	B14	Formación	6	34
	B15	Intensidad del trabajo	7	unidades
	B16	Calidad de vida	6	
	B17	Aislamiento	3	
	B18	Hospitalidad, higiene y seguridad	4	

Tomado de Vilain y colaboradores (2008).

La escala económica (Cuadro 5) se establece en la generación de recursos económicos y la eficiencia. Los objetivos de la dimensión económica de la sustentabilidad requieren nociones esenciales, ligados a las funciones empresariales de la explotación y constituyen un barómetro económico que ayuda a comprender los resultados económicos más allá del corto plazo y de las incertidumbres coyunturales. Consta de 6 indicadores divididos en cuatro componentes los cuales son: viabilidad,

independencia, transmisibilidad y eficiencia. En conjunto acumulan un máximo de 100 puntos para ésta escalas (Zahm *et al.*, 2008). Para el caso de los indicadores sensibilidad a la ayudas y eficiencia del proceso productivo (C4 y C6) se determinaron de acuerdo al análisis de presupuestos parciales (Espinoza *et al.*, 2007; Vences *et al.*, 2015).

Cuadro 5. Dimensión económica de la sustentabilidad

COMPONENTES		INDICADORES	VALORES MAXIMOS	
Viabilidad económica	C1	Viabilidad económica	20	30
	C2	Tasa de especialización económica	10	unidades
Independencia	C3	Autonomía financiera	15	25
	C4	Sensibilidad a la ayuda del primer pilar de la política agrícola común	10	unidades
Transmisibilidad	C5	Transmisión del capital	20	20
	C6	Eficiencia de los procesos productivos	25	unidades

Tomado de Vilain y colaboradores (2008).

La evaluación de la sustentabilidad con el método IDEA, puede ser realizada por un agricultor/ganadero bajo la supervisión de un asesor. También, puede ser llevado a cabo por un investigador, el cual necesita hacer una recolección previa de información (estado contable, estado de las parcelas y hacer la síntesis de la información). La mayor parte de los valores de los indicadores pueden ser determinados por el investigador en presencia del productor en horas de trabajo, a partir de la información que fue recopilada (Zahm *et al.*, 2004; Zahm *et al.*, 2006).

El método IDEA es tan sensible que permite observar diferencias de la valoración de la sustentabilidad entre sistemas de producción, como también al interior de un mismo sistema, ya sea a nivel de las tres escalas o sus componentes o en un indicador en particular. Viaux (2003) confirma, que esta característica del método, permite

establecer comparaciones entre explotaciones y permite a los productores trabajar en un proceso individual de cambio al interior de una dinámica de grupo.

Además, el método IDEA permite reflejar con bastante exactitud las diferentes formas de manejar las explotaciones y una presentación en esquemas de red permite reconstruir de forma sintética los diez componentes. Una comparación del promedio de un grupo permite situar cada productor, no con respecto a un objetivo de sustentabilidad absoluto, sino en comparación de aquello que es posible hacer en un medio ambiente determinado.

Por lo tanto, el desafío de este enfoque es dar respuesta a las dificultades que se presentan en los sistemas de producción, en lo que respecta a bienestar animal, seguridad alimentaria, la desertificación, cambio climático, uso eficiente de energía fósil, viabilidad económica y la equidad social, entre otros (Salas *et al.*, 2015).

3.3 Análisis estadísticos

Para dar cumplimiento a los objetivos específicos de este trabajo de investigación, se aplicaron métodos estadísticos multivariados, como el análisis de componentes principales y el análisis de conglomerados.

Para la caracterización de las UPPB se utilizaron técnicas estadísticas multivariantes, en particular Análisis Factorial por el método de Componentes principales (García, 2007). De las variables existentes se seleccionaron aquellas que podían contribuir al análisis multivariante (Coronel y Orduño, 2005), identificando particularmente aquellos factores que son relevantes en la caracterización y tipología de las explotaciones búfalinas (Cuevas *et al.*, 2016).

Se utilizaron 21 variables: Peso al nacimiento, pago de servicios veterinarios, peso al destete, lugar de destino de la venta de los animales, años dedicados a la producción de búfalos, hectáreas reforestadas en los últimos 5 años, animales añojo, años dedicados a la ganadería, bucerras vendió el año pasado, número de especie de pastos en la UPPB, butorettes, butoros, bubillas, pagos de luz eléctrica, pago predial,

pago de mano de obra por persona/día, meses en que se presenta la mayoría de los partos, porcentaje de machos y hembras nacidas, producción de leche y peso de macho adulto; las cuales fueron sometidas a técnicas multivariantes con SPSS 15.0 (Martínez-García *et al.*, 2015).

Antes de realizar el análisis de Componentes principales, se verificó el conjunto de datos en cuanto a la idoneidad de la técnica. Si las variables son independientes o se correlacionan muy fuertemente, significa que el análisis de componentes principales puede no ser el indicado (Bidogeza *et al.*, 2009). Por lo tanto, se utilizó el criterio de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) que relaciona los coeficientes de correlación observados entre las variables y la prueba de esfericidad Bartlett que evaluó la aplicabilidad del análisis factorial de las variables estudiadas. Si $(p\text{-valor}) < 0.05$ aceptamos H_0 (hipótesis nula); Es decir, se puede aplicar el análisis factorial. Si $(p\text{-valor}) > 0.05$ rechazamos H_0 , no se puede aplicar el análisis factorial (Grupo de Petrología Aplicada, 2018).

El criterio de Kaiser es preciso cuando el número de variables es menor a 30. La estadística KMO varía entre 0 y 1. Un valor de 0 indica que la suma de las correlaciones parciales es grande en relación con la suma de las correlaciones, lo que indica la difusión en el patrón de correlaciones (Es decir, es probable que el análisis factorial sea inapropiado). Un valor cercano a 1 indica que los patrones de correlación son relativamente compactos y por ello, el análisis factorial debe producir factores distintos y confiables (Field, 2013).

Kaiser (Como se citó en Field, 2013) recomienda aceptar valores mayores a 0.5 como apenas aceptables (los valores que se encuentran debajo de esto deberían llevarlo a recopilar más datos o repensar que variables incluir). Por lo tanto, los valores entre 0.5 y 0.7 son mediocres, los valores entre 0.7 y 0.8 son buenos, los valores entre 0.8 y 0.9 son excelentes y los valores por encima de 0.9 son excelentes.

Para el caso de la sustentabilidad en las UPPB, se utilizó el paquete estadístico PAST 3.24 para realizar un análisis de Univariados donde las variables se sometieron a pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk W) y homocedasticidad (Levene's test) para

evaluar el tipo de estadística que se aplicaría (paramétrica o no paramétrica). Una vez realizado los análisis se determinó que los datos eran no normales y por ende se realizaron pruebas no paramétricas. Se realizó una prueba Kruskal-Wallis para identificar diferencias entre las UPPB para los componentes del método IDEA (Martínez-García *et al.*, 2015). También, se realizó un análisis de Multivariados; donde las variables fueron agrupadas según su dimensión y fueron clasificados en cuatro dimensiones (sustentabilidad, escala agroecológica, socio-territorial, económico). Para cada dimensión se realizó un análisis de componentes principales (PCA) para ver las agrupaciones. Los factores extraídos del análisis de los componentes principales fueron considerados nuevas variables y se emplearon en el análisis de conglomerados (Guapi-Guamán *et al.*, 2017). Posteriormente se realizó un análisis de Clúster o agrupamiento. Para este ultimo análisis se utilizó el índice de similitud Eucladiano y el algoritmo de UPGM (Köbrich *et al.*, 2003).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización de las unidades de producción de búfalos en la región norte de Chiapas

La principal característica de las UPPB, es que utilizan el sistema de doble propósito (DP) en sistemas semi-intensivos por su importancia en la producción de alimentos de origen animal: carne y leche en el trópico. Estas características fueron similares a lo reportado por Bertoni et al. (2019) en estudios realizados sobre el desempeño productivo de los búfalos y sus expectativas de desarrollo en las regiones tropicales. Estos sistemas en función de la muestra han sido practicados por ganaderos de más de 55 años de edad; de los cuales el 57.15% estudio la primaria, el 28.57% la secundaria y solo el 14.28% terminó la preparatoria. Por ello, los resultados en esta investigación son similares a lo reportado por García (2018), quien menciona que la escolaridad de los productores en su investigación fue de 9 a 12 años. En estos resultados, la edad juega un papel muy importante debido a que los productores de edad más avanzada demostraron tener más experiencia en el manejo de los sistemas de producción, lo cual se relaciona positivamente con la capacitación de los ganaderos. El 52.24% de los trabajadores en las unidades de producción estudiaron la primaria, el 31.34% la secundaria y solo el 16.42% culminó la preparatoria. Finalmente, el indicador social muestra que la ganadería bufalina corresponde a un sistema semi-intensivo que se encuentra inmerso en un entorno social donde la mayoría de los productores tienen muy poca escolaridad.

El tamaño del hato más pequeño de búfalos fue de 93 (5.32%) animales y el más extenso fue de 623 (35.64%) animales. El 57.15% de las UPPB producen únicamente búfalos y el 42.85% producen búfalos en convivencia con explotaciones de bovinos. Con respecto a la convivencia con otros animales, García (2018) menciona que en el trópico mexicano los búfalos interactúan con el ganado bovino en las unidades de producción. También, existe la presencia de otros animales, pero en baja proporción. Con relación a la disponibilidad de tierra, la UPPB de menor tamaño de superficie es de 63 ha (5.59%) y la de mayor extensión de 400 ha (35.52% del total).

Las principales razas bufalinas utilizadas en esta región son la Murrah (en su mayoría) y la mediterránea. No es muy común tratar animales enfermos, tampoco hay presencia de mastitis, parásitos externos o problemas reproductivos. No se realizan actividades de medicina preventiva, debido a que estos animales son más rústicos y resistentes. Lo cual fue semejante a lo observado por García (2018), quien menciona que en algunas UPPB en el estado de Veracruz, no se realizan actividades de medicina preventiva como la vacunación, aun considerando que existe la convivencia con el ganado bovino. Sin embargo, se efectúan las pruebas diagnosticas de brucelosis y tuberculosis. A las búfalas en ordeño se les aplica oxitócica, ya que esta hormona ayuda en la extracción de la leche e incrementa la frecuencia del ordeño. Lo cual concuerda con Cosenza et al. (2007) quienes mencionan que la oxitócica es una hormona implicada en la secreción de la leche durante el ordeño. Además, en algunas explotaciones a las búfalas en ordeño se les proporciona alimentos balanceados o pan bimbo molido como fuente de nutrientes complementarios.

En cuanto a la infraestructura, todos cuentan con corrales de manejo contruidos con tubos de acero, piso de concreto, techados, cuentan con comederos y bebederos (concreto, plástico o de madera), cuentan con casa para los trabajadores, bodegas, baños, salas de ordeño, tanques de almacenamiento de leche, los cercos son convencionales con postes de madera y alambre de púas. Estos resultados fueron semejantes a lo reportado por Barboza (2011). Sin embargo, es permitido utilizar y mejorar la infraestructura física y tecnología existente e impulsarlas como fundamento para construir y progresar hacia sistemas de producción bufalina ecológica, conforme a las normas existentes y la naturaleza de esta especie.

Solamente el 28.58% de los productores cierran el ciclo de producción. Es decir, cubren con la secuencia de periodos productivos desde que el búcerro o búcerra nacen hasta que está lista para el mercadeo de su producto final, para entrar en la cadena de transformación como es el caso de la leche y sus subproductos. Los principales productos derivados de la leche son: los quesos tipo manchego y provolone ahumado, yogurt y bolis. En cuanto a la carne, los productos más comercializados son: el chorizo argentino, chistorra, carne para hamburguesas, cecina, machaca, bistecs, carne con hueso, chuletas, cortes americanos y la barbacoa. El resto de productores (71.42%),

se queda en la producción de leche o venta de animales para engorda, de donde obtienen ingresos económicos. El costo del litro de leche de búfalo en la región está en un promedio de \$ 8.90 pesos. Sin embargo, en lo que respecta a la demanda de la producción láctea, las unidades de producción se enfrentan a la necesidad de aumentar el número de animales criados para estos fines, tal como lo mencionó Macedo et al. (2001).

Por su parte, el análisis factorial identificó cuatro factores que explicaron el 93.94% de la varianza acumulada, con un coeficiente de Kaiser-Meyer-Olkin de 0.713 (Cuadro 6). El factor uno está estrechamente relacionado con el peso al nacimiento de los búfalos, pago del servicio veterinario, peso vivo al destete, lugar de destino de la venta de los animales, años en la producción de búfalos, hectáreas reforestadas en los últimos cinco años, animales añejos, años en la ganadería, venta de bucerras al año y el número de especies de pastos en la UPPB. Esto indica que, a mayor número de animales, mejoran las ventas de pie de cría o destinados al rastro lo que genera ingresos económicos a la UPPB. El uso de un sistema de registro de las unidades de producción ha permitido a los productores ajustarse, definiendo el tipo de búfalo que mejor se adapta a las condiciones del medio y del mercado. Por lo tanto, los registros productivos son la herramienta más eficaz para conocer el comportamiento de producción y productividad, así como las particularidades de cada explotación pecuaria.

El promedio de años dedicados a la producción de búfalos fue de 4.7 años. Implementando un sistema de doble propósito, donde más del 80% de la superficie forrajera es dedicado para el cultivo de forrajes, pastizales, agostaderos y el aprovechamiento agroforestal.

El factor dos señala una relación directa con el número de butorettes, butoros, bubillas, luz eléctrica, pago anual del predial y pago de mano de obra. Lo cual significa que a mayor número de estos animales se incrementan los ingresos económicos, lo cual es utilizado para amortiguar las salidas económicas y pagos de mantenimiento de la UPPB. Es decir, la calidad de la carne es uno de los rasgos económicos más importantes y está influenciado por varios factores como: la raza, genotipo, la eficiencia

alimentaria, la gestión y el medio ambiente. Lo cual concuerda con Warner et al. (2010), quienes mencionan que la calidad de la carne representa gran importancia en el ámbito económico debido al aumento de las necesidades mundiales y las cambiantes demandas de los consumidores debido al creciente aumento de la población.

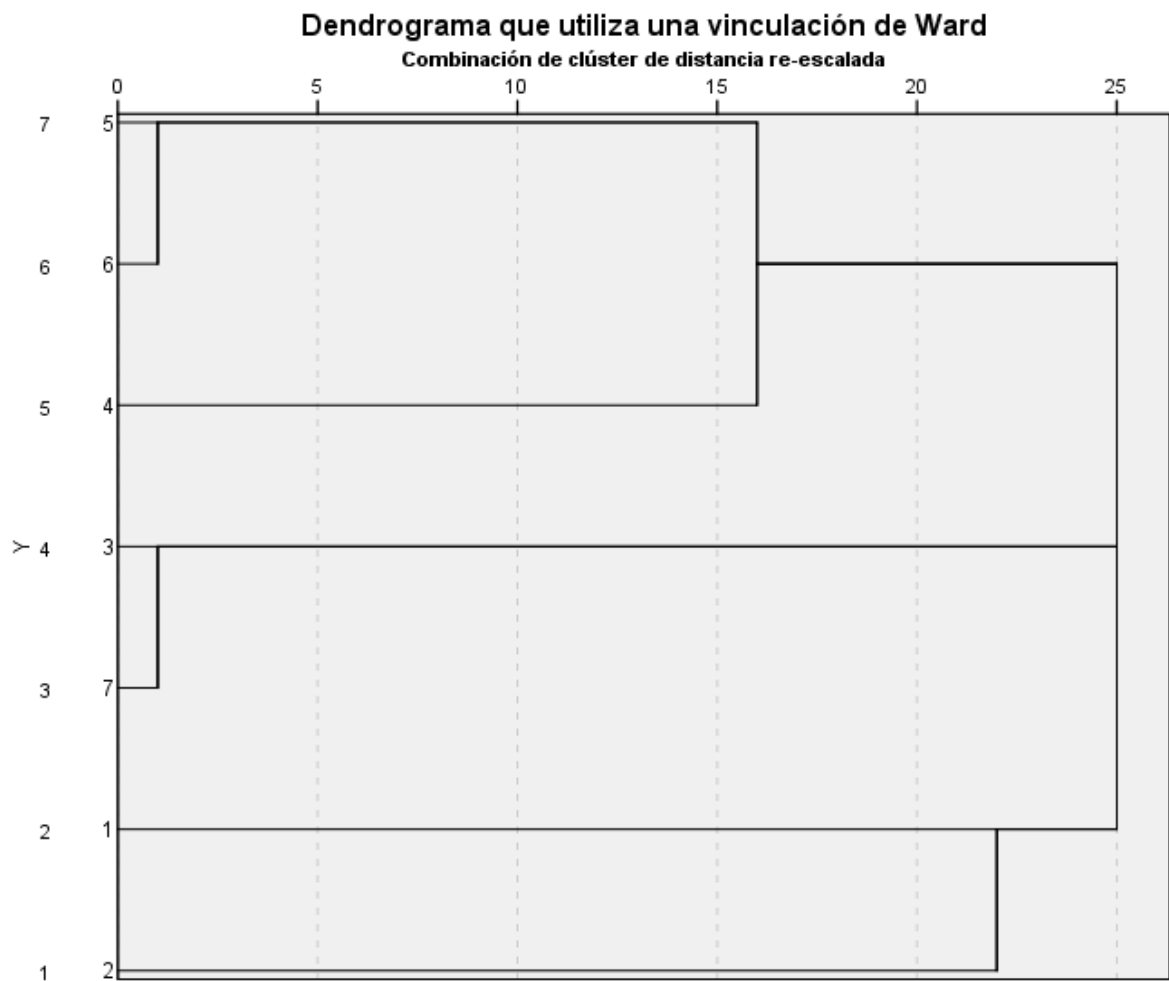
El factor tres manifestó una asociación negativa entre el porcentaje de machos y hembras nacidas y la producción de leche. Esto significa que no existe un control en el sistema búfala-cría, el cual consiste en la producción de bucerros al destete para su posterior venta y engorde.

El factor cuatro, refleja una negatividad en el peso de los machos adultos. Lo cual indica que para alcanzar el peso adecuado de un macho adulto se necesita más de tres años de alimentación bajo el sistema de doble propósito. Por lo anterior, es necesario mejorar los sistemas de producción, incluyendo el mejoramiento genético en los rebaños, mediante los avances científicos y tecnológicos relacionados. Esto concuerda con Deb et al. (2016) quienes señalan que para mejorar la producción de búfalos debería existir un vínculo entre la explotación y la aplicación de los avances científicos y tecnológicos actuales.

Cuadro 6. Asociación entre variables para cada factor rotado y varianza total explicada resultante del análisis factorial

Variables	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4
Peso al nacimiento kg	<i>1.00</i>	0.08	-0.02	-0.03
Pago de servicios veterinarios (anualmente)	<i>0.97</i>	0.03	0.07	0.07
Peso al destete kg	<i>0.90</i>	0.40	-0.14	-0.03
Lugar de destino de la venta de los animales	<i>0.88</i>	0.37	-0.05	-0.06
Años a la producción de búfalos	<i>0.86</i>	-0.13	0.33	-0.04
ha reforestadas en los últimos 5 años	<i>0.82</i>	0.44	0.35	-0.04
Añojo (12 - 18 meses)	<i>0.80</i>	0.59	0.07	-0.04
Años en ganadería	<i>0.79</i>	0.34	0.33	0.02
Cuantos bucerras vendió el año pasado	<i>0.73</i>	0.58	0.11	0.33
Nº de especie de pastos en la UPPB	<i>0.65</i>	0.03	-0.23	0.56
Butoretas (18 - 24 meses)	0.17	<i>0.94</i>	-0.07	-0.16
Butoros (a partir de los 24 meses)	-0.21	<i>0.92</i>	-0.13	-0.15
Bubillas (18 meses - hasta el parto)	0.64	<i>0.76</i>	-0.02	-0.06
Luz eléctrica (anual) \$	0.51	<i>0.72</i>	0.10	0.44
Cuánto paga anualmente de predial	0.49	<i>0.67</i>	0.35	0.38
Pago de mano de obra por persona/día	0.45	<i>0.65</i>	-0.34	0.42
Meses en que se presenta la mayoría de los partos	-0.52	-0.56	-0.39	-0.36
% de machos nacidos	-0.01	0.10	-0.97	0.08
% de hembras nacidas	0.01	-0.10	<i>0.97</i>	-0.08
Producción de leche litros/día/búfala	0.57	0.37	<i>0.66</i>	0.14
Peso de macho adulto kg	0.42	0.15	0.08	<i>-0.89</i>
Valores propios de PCA	12.26	3.31	2.39	1.77
% total explicado de la varianza	58.38	15.77	11.37	8.41
% de varianza acumulado	58.38	74.16	85.53	93.94

Los coeficientes en cursiva ≥ 0.6 en cada columna indican variables que contribuyen al factor rotado



El análisis de clúster jerárquico identificó como resultado tres grupos distintos (Cuadro 7). El grupo uno está formado por 2 unidades de producción, que se caracteriza porque los productores tienen en promedio 32.5 años dedicados a la ganadería. Sin embargo, en promedio tienen 5.5 años dedicados a la producción bufalina. El promedio del peso al nacimiento, al destete y de los machos adultos es de 42.5, 195 y 775 Kg respectivamente. Estos resultados son semejantes a lo observado por Muñoz (2002), quien reportó en su investigación que los bucerros pesan al nacer entre 35 a 40 kg. El peso al nacimiento es de gran importancia ya que de acuerdo con Hazem y colaboradores (2019) quienes mencionaron que los bucerros con un mayor peso al nacer a menudo tienden a ganar peso más rápidamente después del destete. El porcentaje de machos nacidos fue de 51 y 49 para hembras. La mayoría de los partos se presentan durante los meses de julio-octubre. La distribución promedio del hato bufalino se encontró de la siguiente manera: 31 Añojos, 27.5 butorettes, 22.5 butoros y

32.5 bubillas. La producción de leche fue de 5.75 l/día/búfala. La venta de bucerras al año fue un promedio de 37.5 animales. Cuyo destino fue en la misma región y otros estados de la república mexicana.

Las UPPB de este grupo no realizaron reforestaciones en los últimos 5 años. Las especies de pastos en las UPPB son los siguientes: Señal (*Brachiaria decumbens*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), remolino (*Paspalum notatum*) y pasto cubano 22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*). El pago del servicio veterinario anualmente es de \$ 17,500 pesos en promedio (considerando únicamente visitas periódicas, sin incluir intervenciones médicas). El promedio del pago de luz (anual), pago predial y mano de obra (persona/día) es de \$75,000, 25,000 y de 200 a 250 pesos respectivamente.

El grupo número dos, incluye 2 unidades de producción, que se caracteriza porque los productores tienen en promedio 20 años dedicados a la ganadería; sin embargo, en promedio tienen 4.5 años dedicados a la producción bufalina. El promedio del peso vivo al nacimiento y del macho adulto es de 39 y 812.5 Kg respectivamente. El porcentaje de machos nacidos fue de 51 y 49 para hembras. La mayoría de los partos se presentan durante los meses de agosto-noviembre. La distribución promedio del hato bufalino se encontró de la siguiente manera: 23.5 añojos, 29.5 butoretas, 32 butoros y 27.5 bubillas. La producción de leche fue de 5.25 l/día/búfala. Estos resultados fueron similares a lo reportado por Muñoz (2002), quien menciona que las búfalas producen alrededor de 5 litros de leche por día, en condiciones extensivas, lo cual es suficiente para elaborar 1 kg de queso. La venta de bucerras al año, fue de 12 animales. Cuyo destino fue en la misma región y otros estados de la república mexicana. Las UPPB de este grupo no realizaron reforestaciones en los últimos 5 años. Las especies de pastos en las UPPB son los siguientes: Señal (*Brachiaria decumbens*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), remolino (*Paspalum notatum*) y pasto cubano 22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*). El sistema semi-intensivo en estas UPPB, proporcionan un entorno en el que los animales son libres para llevar a cabo su comportamiento y su desarrollo normal para alcanzar un buen bienestar animal (Braghieri *et al.*, 2011).

Por último, el grupo número tres, incluye tres unidades de producción, que se caracterizan porque los productores tienen en promedio 15 años dedicados a la ganadería. Sin embargo, en promedio tienen 4 años dedicados a la producción bufalina. El promedio del peso vivo al nacimiento y del macho adulto es de 35 y 750 Kg respectivamente. La relación de machos nacidos fue de 51% y para hembras 49%. La mayoría de los partos se presentan durante los meses de agosto-noviembre. La distribución promedio del hato bufalino se encontró de la siguiente manera: 14 Añojos, 14 butorettes, 17 butoros y 15 bubillas. La producción de leche fue de: 5.5 l/día/búfala. Estos resultados concuerdan con los reportados por Macedo et al. (2001) quienes reportaron en un estudio realizado con búfalas de la raza mediterránea donde encontraron una producción de leche de 4.52 kg/día. De igual manera, Rosales (2009), reportó una producción diaria de 4.5 a 6.5 l/día.

Las UPPB de este grupo realizaron una reforestación de aproximadamente 7 ha en los últimos 5 años. Las especies de pastos en las UPPB son los siguientes: Señal (*Brachiaria decumbens*), Insurgente (*Brachiaria brizantha*), remolino (*Paspalum notatum*) y pasto cubano 22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*). El pago del servicio veterinario anualmente es de \$ 10,000 pesos en promedio (considerando únicamente visitas periódicas, sin incluir intervenciones médicas). El promedio del pago predial, luz eléctrica y mano de obra (persona/día) es de \$10,000, 40,000 y de 200 a 250 pesos respectivamente.

Cuadro 7. Características de los tres grupos resultantes del análisis de clúster jerárquico.

Variables	Clúster 1 (n=2)		Clúster 2 (n=2)		Clúster 3 (n=3)		P*
	Mediana	RIC	Mediana	RIC	Mediana	RIC	
Peso al nacimiento kg	42.50	.	39.00	.	35.00		.00
Pago de servicios veterinarios (anualmente)	17,500.00		12,500.00		10,000.00		.00
Peso al destete kg	195.00						
Lugar de destino de la venta de los animales	2.50		1.50				
Años a la producción de búfalos	5.50		4.50		4.00		.00
ha reforestadas en los últimos 5 años					7.00		.78
Añojo (12 - 18 meses)	31		23.50		14.00		.36
Años en ganadería	32.50		20.00		15.00		.54
Cuantos bucerras vendió el año pasado	37.50		12.00				
Nº de especie de pastos en la UPPB			4.00		4.00		.000
Butorettes (18 - 24 meses)	27.50		29.50		14.00		.64
Butoros (a partir de los 24 meses)	22.50		32.00		17.00		.88
Bubillas (18 meses - hasta el parto)	32.50		27.50		15.00		.78
Luz eléctrica (anual) \$	75,000.00				40,000.00		1.00
Cuánto paga anualmente de predial, (\$)	25,000.00		12,500.00		10,000.00		.54
Pago de mano de obra por persona/día (\$)	275.00				200.00		.00
Meses en que se presenta la mayoría de los partos	1.50		4.00				
% de machos nacidos					51.00		1.00
% de hembras nacidas					49.00		1.00
Producción de leche litros/día/búfala	5.75		5.25		5.50		.00
Peso de macho adulto kg	775.00		812.50		750.00		1.00

IRC, Rango intercuartílico. * Valor de p para la prueba de Kruskal-Wallis con significación en $p < 0.05$.

De acuerdo a lo anterior, es importante incorporar estrategias de producción para fomentar el desarrollo de una ganadería bufalina sustentable. Definitivamente se necesita transferir el conocimiento sobre esta especie, el uso de tecnologías apropiadas para la explotación, impulsar la apertura o la exploración de nuevos mercados para la venta de carne, leche y sus derivados, realizar las gestiones de apoyos gubernamentales para impulsar el desarrollo de este sistema, fomentar el cuidado de la biodiversidad en las UPPB y realizar investigaciones que permitan mitigar los impactos generados por el cambio climático.

4.2 Evaluación de la sustentabilidad

Con base a los resultados obtenidos de esta investigación sobre la evaluación de los niveles de sustentabilidad de los sistemas de producción de búfalos en la zona norte del estado de Chiapas, se encontró que la escala socio-territorial presentó el mayor desempeño en las UPPB, alcanzando 64.72 puntos de 100 posibles. Esto se debe a que dichas UPPB se encuentran en evolución constante de acuerdo a las exigencias de los consumidores en materia de calidad de los productos, la generación de empleos y servicios y la obligación moral de los productores (ética, calidad de vida, plenitud personal y desarrollo humano) que conducen la acción y constituyen características esenciales de la sustentabilidad social de los sistemas agropecuarios.

Sin embargo, la escala que determinó el valor de sustentabilidad de las unidades de producción fue la escala económica que obtuvo el puntaje más bajo (62.14) de las tres escalas analizadas. Los resultados de esta investigación concuerdan con los resultados obtenidos por otros investigadores como Prospero–Bernal (2017), Fadul-Pacheco et al. (2013) y Vilain et al. (2008), quienes demostraron que la escala económica era el factor limitante de la sustentabilidad.

Los indicadores evaluados en esta escala, fueron los siguientes: viabilidad, independencia, transmisibilidad y eficiencia. Con la información reabada se obtuvo que solo el 28.58% de los productores cierran el ciclo de producción. Es decir, cubren con la secuencia de periodos productivos desde que el bucerro o bucerria nacen hasta que esta lista para el mercadeo de su producto final o para entrar en la cadena de

transformación como es el caso de la leche y sus subproductos. El resto de los productores (71.42%) se quedan solamente en la producción de leche o venta de animales para engorda. Los sistemas de producción en estudio, no están preparados para adaptarse a las inevitables evoluciones financieras del mercado. Además, la transmisibilidad de estos sistemas representa un punto de análisis, ya que en caso de sucesión la importancia del capital económico necesario para su funcionamiento y su traspaso puede conducir a su desmantelamiento. Con respecto a la tasa de especialización económica. La debilidad de este indicador se debe a que en más de 50% de las UPPB, el ingreso económico corresponde a la venta de leche, mientras que menos de 50% de las UPPB obtienen ingresos de la venta de animales. Es decir, más del 50% de la venta corresponde a un solo comprador (quesero/coyote). Lo que implica, la acumulación de factores de riesgo. Sin lugar a dudas, los sistemas diversificados, en el nivel de la producción deben de estar encaminados a una mayor diversidad de productos, o en su defecto menos del 25% de las ventas deberían corresponder a un solo comprador. Estos resultados fueron semejantes a lo reportado por Vázquez-Luna (2018), quien mencionó que es de vital importancia la diversidad productiva, ya que esto permite amortiguar los cambios dentro de los sistemas de producción, siendo este un factor determinante en la ganadería bufalina.

En la Figura 3, se aprecian los componentes de las tres escalas de sustentabilidad evaluados por el método IDEA; donde las principales debilidades de las UPPB se ven reflejadas en los componentes de la escala económica.

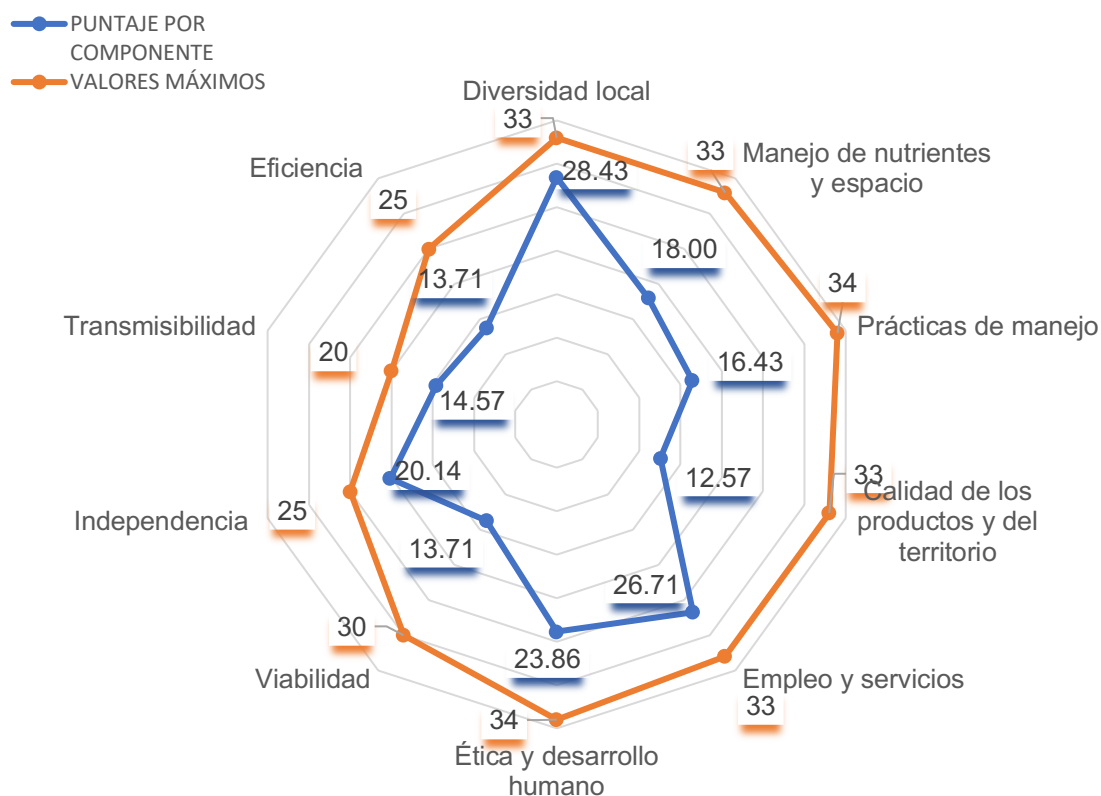


Figura 3. Puntaje obtenido en cada componente de la sustentabilidad de las UPPB.

Las Cuadros 8, 9 y 10 muestran el puntaje de cada componente de cada escala de sustentabilidad y los compara al máximo permitido por el método IDEA. El análisis de la escala agroecológica (Cuadro 8) muestra claramente que, en el componente de manejo de nutrientes y espacio, el indicador manejo de la materia orgánica tiene el valor más bajo (1.71). Esto se puede explicar por el hecho de que solo el 14.28% de los productores aprovechan el estiércol de estos animales, pocas veces realizan compostas y casi nunca realizan un tratamiento a la materia orgánica. Durante el pastoreo, el estiércol se deposita directamente en los predios. Sin embargo, la mayor parte de estos desechos orgánicos se quedan en el corral de manejo y en los sitios de descanso; evitando así, que la materia orgánica se mezcle uniformemente con el suelo. Por lo tanto, si no se recupera suficiente materia orgánica, el humus en el suelo disminuirá gradualmente, lo que conducirá al deterioro de sus características agronómicas. Provocando una disminución en la porosidad, en la capacidad de

reserva de agua y la actividad biológica, lo que implica que el laboreo del suelo sea más difícil y aumenten los riesgos de erosión.

Cuadro 8. Puntaje obtenido en cada indicador evaluado en la escala agroecológica de la sustentabilidad.

COMPONENTES	INDICADORES	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO
Diversidad local	A1: Diversidad de cultivos anuales y temporales	10.14	14
	A2: Diversidad de cultivos perennes	7.57	14
	A3: Diversidad animal	10.71	14
Manejo de nutrientes y espacio	A5: Rotación de cultivos	3.00	8
	A6: Dimensión de las parcelas	3.71	6
	A7: Manejo de la materia orgánica	1.71	5
	A8: Zonas de protección ecológica	4.29	12
	A10: Carga animal	2.29	5
	A11: Manejo de la superficie forrajera	3.00	3
Prácticas de manejo	A12: Fertilización	0.57	8
	A13: Efluentes líquidos orgánicos	1.14	3
	A14: Pesticidas	2.14	13
	A15: Tratamientos veterinarios	3.00	3
	A16: Protección del suelo	3.14	5
	A17: Manejo del agua	2.43	4
	A18: Dependencia energética	4.00	10
TOTAL		62.86	100

Fuente: Elaboración propia.

Para la escala socio-territorial (Cuadro 9) en el componente calidad de los productos y del territorio, el indicador manejo de residuos inorgánicos tiene el valor más bajo (0.29). La penalización para este indicador se debe a que ciertas actividades producen desechos de plásticos, embalajes, neumáticos y baterías que generan problemas que

deben ser resueltos localmente. Aproximadamente el 90% de las UPPB reutilizan y aprovechan los desechos generados y no existe una adecuada clasificación de los desechos para su eliminación. En el componente ética y desarrollo humano, el indicador intensidad del trabajo también presenta una puntuación baja (2.86). Esto debido a que a que los trabajadores de las UPPB eventualmente presentan estados de sobrecarga y trabajo excesivo provocados por la estacionalidad (elaboración de pacas, henificación o partos de las búfalas). Es decir, depende de numerosos factores, parámetros y no solo del tiempo. Afectando así, la calidad de vida; la cual es un objetivo esencial de la sustentabilidad pecuaria.

Cuadro 9. Puntaje obtenido en cada indicador evaluado en la escala socio-territorial de la sustentabilidad.

COMPONENTES	INDICADORES	PUNTAJE	VALOR MÁXIMO
Calidad de los productos y del territorio	B1: Calidad de la leche producida	5.43	10
	B3: Manejo de residuos inorgánicos	0.29	5
	B4: Acceso al predio	2.57	5
	B5: Vinculación comunitaria	4.29	6
Empleos y servicios	B6: Autonomía y valoración de los recursos locales	6.14	7
	B7: Autonomía y aprovechamiento de los recursos locales	8.57	10
	B9: Contribución al empleo	6.00	6
	B10: Trabajo colectivo	3.00	5
	B11: Probable sustentabilidad en la unidad de producción	3.00	3
	B12: Contribución al equilibrio alimentario mundial	5.29	10
	B13: Bienestar animal	3.00	3
Ética y desarrollo humano	B14: Formación	5.29	6
	B15: Intensidad del trabajo	2.86	7
	B16: Calidad de vida	3.71	6
	B17: Aislamiento	2.14	3
	B18: Hospitalidad, higiene y seguridad	1.57	4
TOTAL		63.14	100

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la escala económica (Cuadro 10) en el componente viabilidad económica, el indicador tasa de especialización económica tiene el valor más bajo, con una puntuación de 2.29, lo que refleja la no especialización de las unidades de producción de búfalos.

Cuadro 10. Puntaje obtenido en cada indicador evaluado en la escala económica de la sustentabilidad.

COMPONENTES	INDICADORES	PUNTUJE	VALOR MÁXIMO
Viabilidad	C1: Viabilidad económica	11.43	20
	C2: Tasa de especialización económica	2.29	10
Independencia	C3: Autonomía financiera	10.43	15
	C4: Sensibilidad a ayudas del gobierno	9.71	10
Transmisibilidad	C5: Transmisibilidad económica	14.57	20
Eficiencia	C6: Eficiencia de los procesos productivo	13.71	25
TOTAL		62.14	100

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4, se puede apreciar que la escala que determinó el valor de sustentabilidad de las unidades de producción fue la escala económica que obtuvo el puntaje más bajo (62.14) de las tres escalas analizadas. Esto de acuerdo con Vilain et al. (2008) quien cita que el valor de la sustentabilidad de una explotación estará determinado por el puntaje mínimo de las tres escalas. Por lo tanto, las UPPB son medianamente sustentables; siendo la escala económica el factor limitante. Estos resultados contrastan con los reportados por Faye *et al.* (2020) en la evaluación de sustentabilidad en granjas hortícolas, quienes indican que la escala socio-territorial arrojó los puntajes más altos en las granjas evaluadas. Por su parte, Salas et al. (2015) y Fadul-Pacheco et al. (2011) encontraron que en la escala económica se observó las puntuaciones más bajas entre las tres escalas.

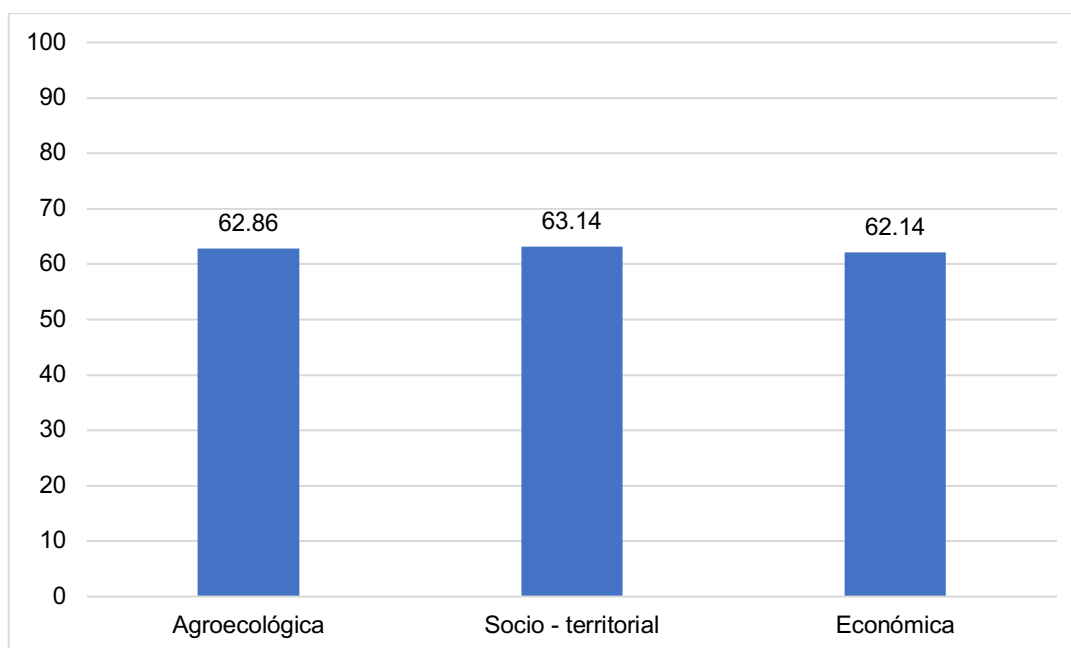


Figura 4. Puntaje final de la sustentabilidad

El diagrama de caja (Figura 5), muestra la dispersión individuos de cuatro variables diferentes de las unidades de producción, representadas en cuatro bloques verticales. La grafica de cajas consta de valores máximos y mínimos, una mediana que se encuentra en el centro de distribución y un promedio.

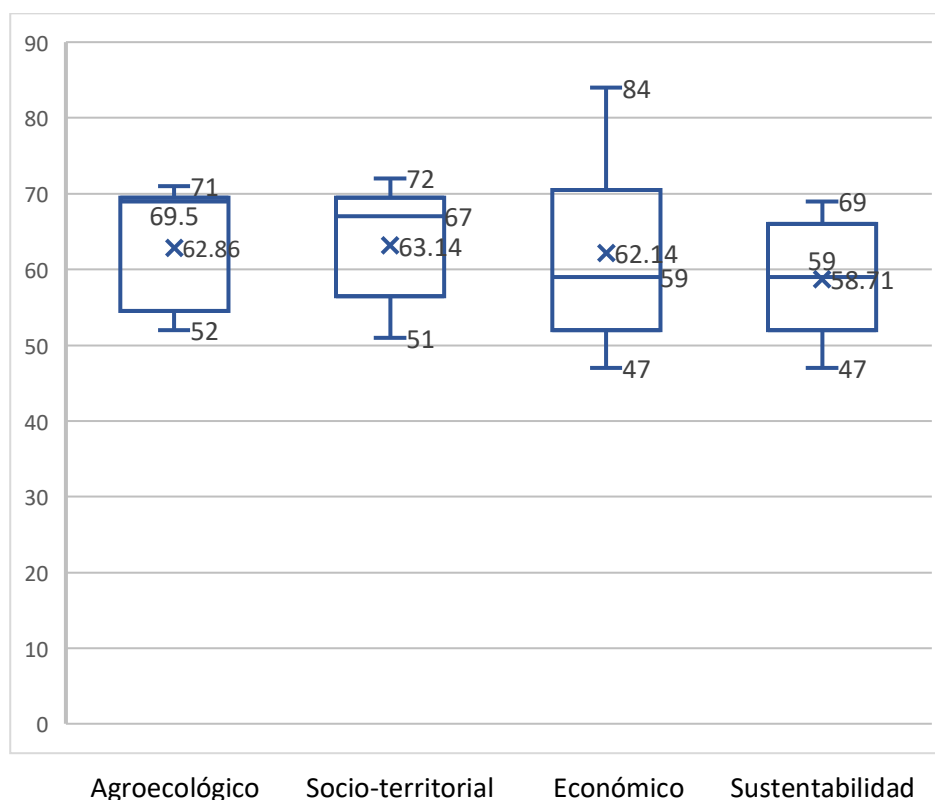


Figura 5. Resultados obtenidos por escala y la sustentabilidad de las unidades de producción.

Se encuentra que la amplitud de las puntuaciones de sustentabilidad obtenidas dentro de la escala económica es significativa, mientras que para las otras dos escalas, las puntuaciones se encuentran en un pequeño intervalo y cerca de la mediana. Mientras que el puntaje de sustentabilidad de las UPPB se encuentra muy cerca de la mediana. La amplitud dentro de la escala agroecológica es de 19 puntos, con puntuaciones entre 52 y 71. La mediana es de 69 puntos y la mayoría de los operadores están a menos de 7 puntos de ella.

La amplitud dentro de la escala socio-territorial es de 21 puntos y la mediana de 67 puntos. Por lo tanto, las operaciones en esta escala se encuentran a menos de 4 puntos de la mediana.

La dispersión dentro de la escala económica es la mayor, 37 puntos separan al más fuerte del más débil y la mediana es de 59 puntos. Sin embargo, las operaciones en esta escala se encuentran a menos de 3 puntos de la mediana.

La puntuación de la sustentabilidad de los sistemas de producción es la más baja de las tres puntuaciones obtenidas (Vilain *et al.*, 2002). En la mayoría de las unidades de producción el valor límite este dado por la escala económica. Por lo tanto, los sistemas de producción estudiados tienen puntuaciones de sustentabilidad cercanas: la mediana es de 59 y más de la mitad de las unidades están dentro de 3 puntos de ella.

La prueba de normalidad Shapiro-Wilk, demuestran que todas las variables para cada dimensión no son normales dado que el valor de P fue mayor a 0.05 y por ende no son normales (Cuadro 11). La prueba de homocedasticidad (Levene) demostró que en algunos casos algunas variables dentro de las dimensiones son homocedasticas y otras no (Cuadro 12). La prueba de Kruskal-wallis demuestra que solamente las variables de una dimensión (socio-territorial) fue significativo entre las variables. Las demás variables de las dimensiones no fueron significativas (Cuadro 13).

Cuadro 11. Prueba de normalidad. Prueba de Shapiro-Wilk

Dimensión		Agroecológico		
Variables	Diversidad local	Manejo de nutrientes y espacio	Practicas de manejo	
N	49	49	49	
Shapiro-Wilk	0.75	0.91	0.90	
p(normal)	8.93E-08*	0.0009973*	0.0005841*	
Socio-territorial				
Variables	Calidad de los productos y del territorio	Empleos y servicios	Ética y desarrollo humano	
N	49	49	49	
Shapiro-Wilk	0.75	0.90	0.90	
p(normal)	1.01E-07*	0.0007532*	0.0005424*	
Económico				
Variables	Viabilidad	Independencia	Transmisibilidad	Eficiencia
N	35	35	35	35
Shapiro-Wilk	0.63	0.70	0.52	0.53
p(normal)	3.74E-08*	4.11E-07*	1.63E-09*	1.93E-09*

*significativo

Cuadro 12. Prueba de homocedasticidad (*Levene*)

Agroecológico		Valor p
Levene's test for homogeneity of variance, from means		4.34E-37ns
Levene's test, from medians		3.25E-07*
Socio-territorial		
Levene's test for homogeneity of variance, from means		1.31E-07*
Levene's test, from medians		0.0001695ns
Económico		
Levene's test for homogeneity of variance, from means		0.5593ns
Levene's test, from medians		0.7174ns

* significativo, ns No significativo)

Cuadro 13. Prueba de Kruskal-Wallis

Agroecológico		
Hc (tie corrected):		0.96
p :		0.6195ns
Socio-territorial		
Hc (tie corrected):		18.13
p:		0.0001157*
Económico		
Hc (tie corrected):		2.67
p :		0.4462ns

*= significativo ns=no significativo

Se realizó un análisis de componentes principales para evaluar las escalas de sustentabilidad. Sin embargo, no se encontró efecto de agrupación entre las siete unidades de producción. En la Figura 6, se muestra la posición de las tres escalas de sustentabilidad y las coordenadas de las siete unidades de producción. Sin embargo, la dispersión no permite caracterizar las unidades de producción en un grupo con una escala de sustentabilidad dominante. Por lo tanto, fue necesario evaluar los componentes de cada escala de sustentabilidad (agroecológica, socio-territorial y económica).

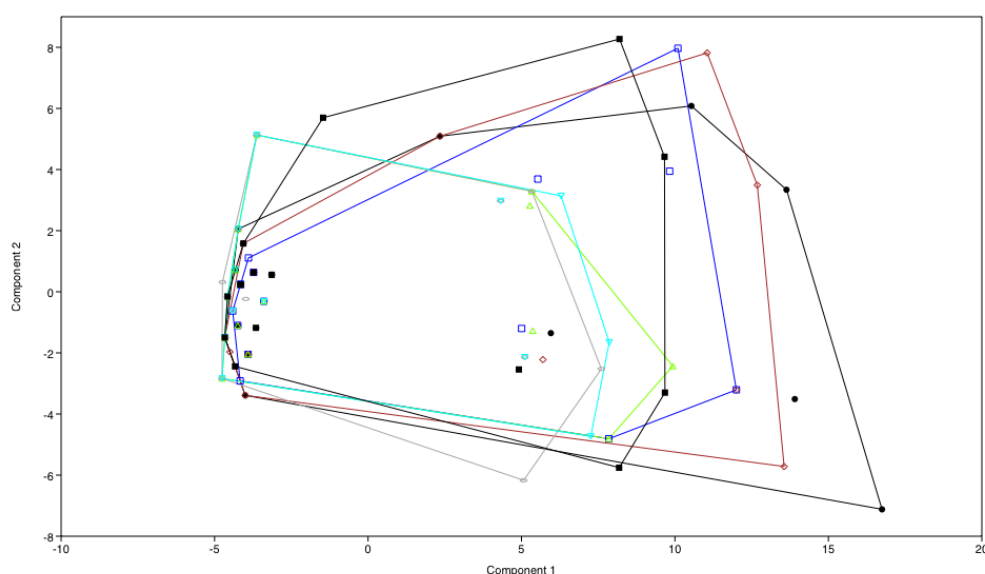


Figura 6. Análisis de componentes principales en las escalas de sustentabilidad (agroecológica, socio-territorial y económica).

El Cuadro 14, muestra que la escala agroecológica está fuertemente representada en el eje 2, mientras que la escala económica es la de mayor puntuación en el eje 1. Es decir, la escala agroecológica es de gran importancia en las unidades de producción ya que estas cuentan con los tres grandes tipos de producción (cultivos anuales, perennes y producción animal) que en conjunto aportan autonomía y sustentabilidad (Vilain *et al.*, 2008). Más del 80% de la superficie útil es agostadero que se considera como praderas permanentes y que aunado a la carga animal (1 animal/ha), permite un equilibrio en el ambiente, logrando de esta manera una disminución considerada en la erosión de los suelos y la conservación de la biodiversidad silvestre tanto vegetal como

animal. Por ello, la resiliencia de estas unidades de producción se debe a la baja dependencia de insumos externos y la no utilización de fertilizantes. Respecto a la escala económica, en las unidades de producción existe un uso considerado de mano de obra familiar (MOF) lo cual genera un alto valor agregado a estos sistemas de producción, y se convierte en un estímulo económico para continuar con las actividades, ya sea en la venta de leche, carne y subproductos derivados del búfalo. Con relación a lo anterior, se concuerda con Posadas et al. (2013), quienes afirman que la MOF se puede convertir en un estímulo económico en las actividades.

Cuadro 14. Contribución de las tres escalas de sustentabilidad

Escala	PC 1	PC 2
Escala agroecológica	0.26	0.87
Escala socio-territorial	0.17	-0.47
Escala económica	0.95	-0.15

Una de las explicaciones por las cuales no existe agrupación de las unidades de producción para caracterizar una escala dominante de sustentabilidad, es el hecho de que las siete UPPB se encuentran en la misma región demográfica, comparten un sistema de producción similar, como: es el sistema semi-intensivo, manejo, ordeño, raza de los animales y la falta de asistencia técnica especializada para un adecuado desarrollo agropecuario con un enfoque sustentable.

Análisis de componentes principales (PCA)

Dimensión agroecológica

La Figura 7, muestra la posición de tres variables de la escala de agroecológica y las coordenadas de 49 indicadores. El PCA tampoco permite distinguir claramente a grupos homogéneos. El Cuadro 15, muestra que la variable diversidad local y manejo de nutrientes y espacio son las variables más importantes dentro del análisis de PCA que contribuyen con 98% y 92% respectivamente para los dos primeros componentes.

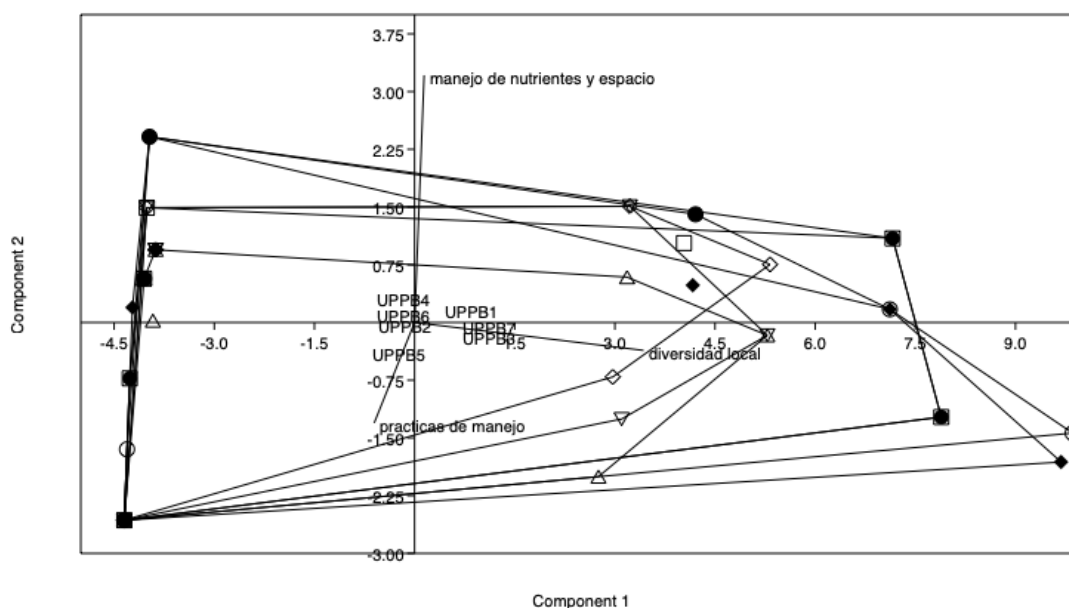


Figura 7. Análisis de componentes principales (PCA) de la dimensión agroecológico

Cuadro 15. Contribución de los componentes de la dimensión agroecológica. Las letras en negritas significan que son las variables que más contribuyen a la variación en el análisis de PCA.

Variables	PC 1	PC 2	PC 3
Diversidad local	0.98	-0.10	0.14
Manejo de nutrientes y espacio	0.04	0.92	0.39
Practicas de manejo	-0.17	-0.37	0.91

PC: Ejes

Análisis de clúster agroecológico

Este análisis permite obtener un dendrograma (Figura 8) que determina los grupos homogéneos. Este análisis permite también la agrupación de dos tipos con más de un 50% de similitud utilizando el índice de similitud euclidiano. En el primer grupo se ubican elementos de la unidad de producción 5 y 6. El grupo 2 incluye a elementos de las demás unidades de producción, pero en ambos grupos se mezclan con otras unidades de producción.

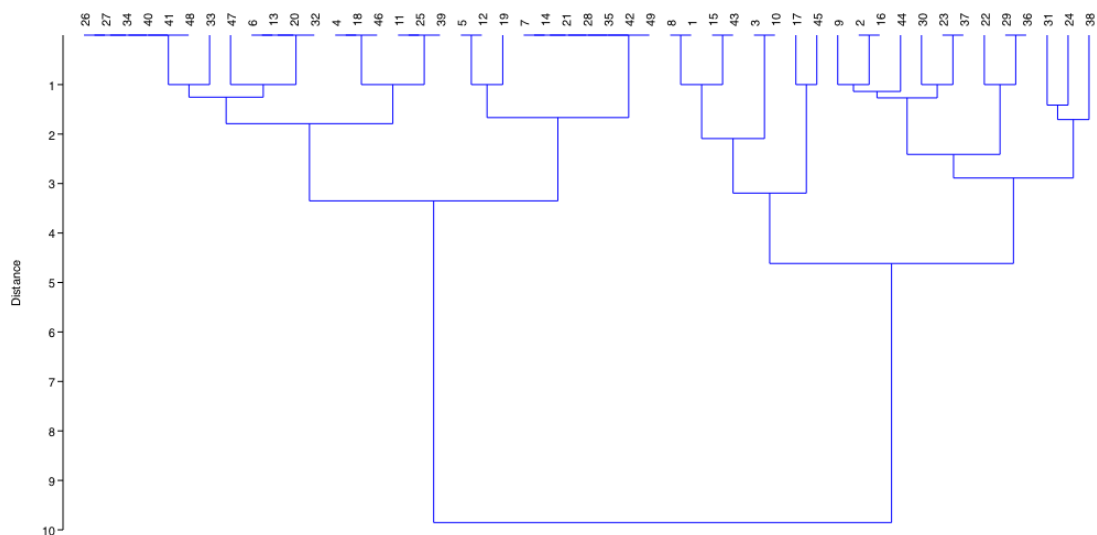


Figura 8. Dendrograma resultado del análisis de clúster

Análisis de componentes principales (PCA)

Dimensión socio-territorial

La Figura 9, muestra la posición de tres variables de la escala de socio-territorial y las coordenadas de 49 indicadores. La PCA no permite distinguir claramente a grupos homogéneos. El cuadro 16, muestra que la variable empleos y servicios y la calidad los productos son las variables mas importantes dentro del análisis de PCA que contribuyen con 85% y 85% respectivamente.

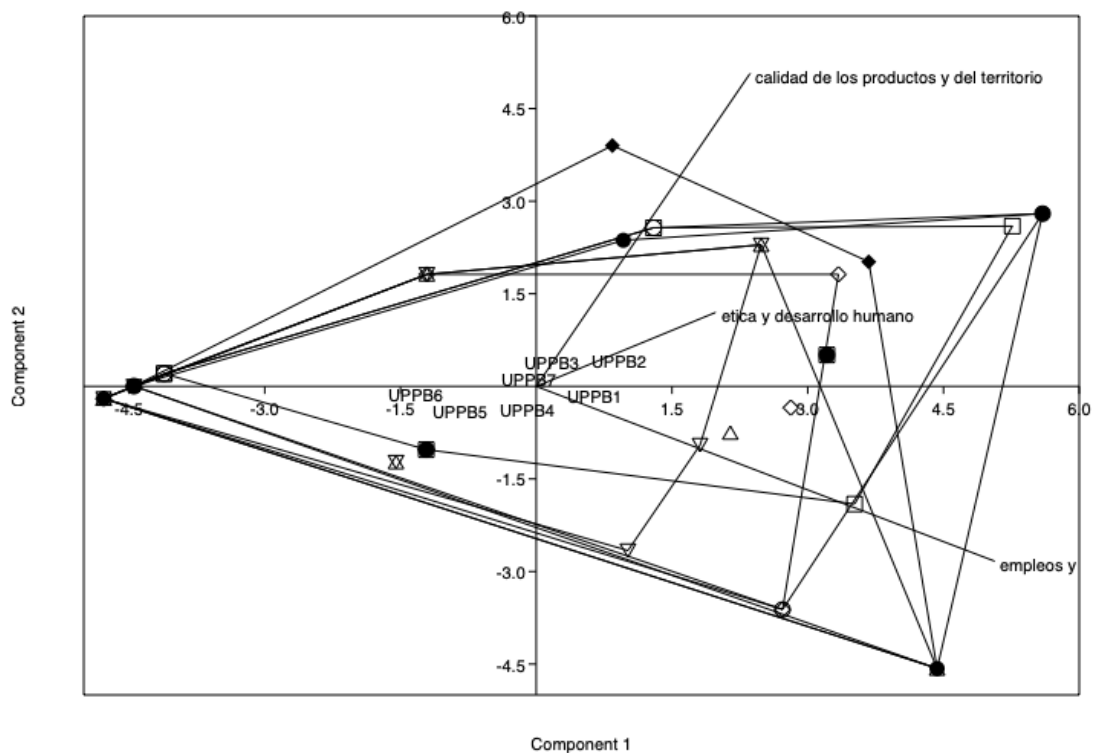


Figura 9. Análisis de componentes principales (PCA) de la dimensión socio-territorial

Cuadro 16. Contribución de los componentes de la dimensión socio-territorial. Las letras en negritas significan que son las variables que más contribuyen a la variación en el análisis de PCA.

Variables	PC 1	PC 2
Calidad de los productos y del territorio	0.40	0.85
Empleos y servicios	0.85	-0.48
Ética y desarrollo humano	0.33	0.20

PC: Ejes

Análisis de clúster socio-territorial

Este análisis permite obtener un dendrograma (Figura 10) que determina los grupos homogéneos. Este análisis permite la agrupación de dos tipos con más de un 60% de similitud utilizando el índice de similitud euclidiano. El primer grupo se ubican elementos de la unidad de producción 6 y 7 . El grupo 2 incluye a elementos de la

unidad de producción 2 y 3, pero en ambos grupos se mezclan con otras unidades de producción.

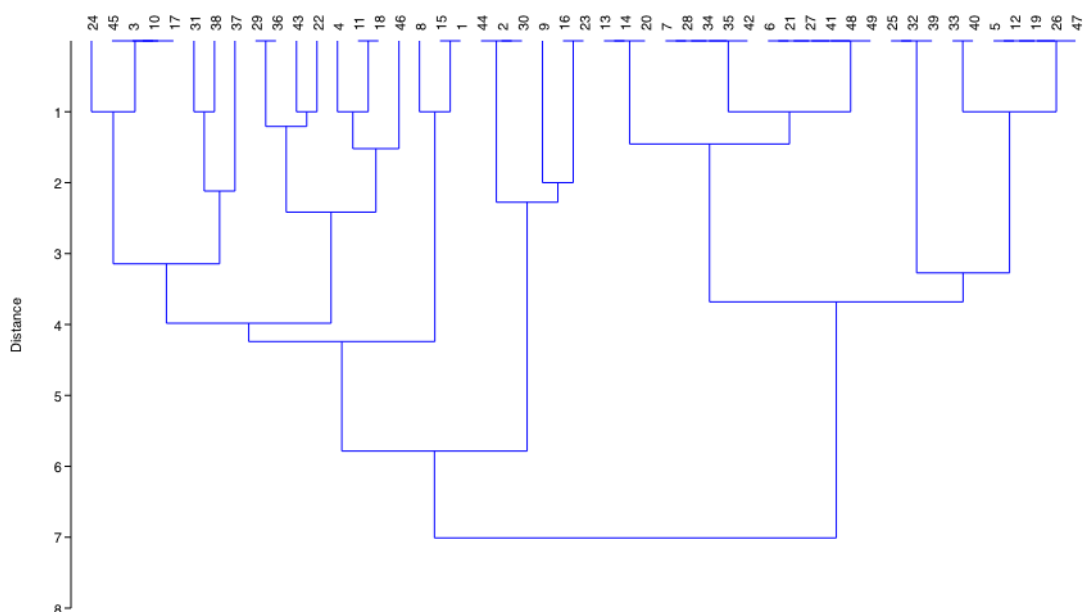


Figura 10. Dendrograma resultado del análisis de clúster

Análisis de componentes principales (PCA)

Dimensión económica

La Figura 11, muestra la posición de cuatro variables de la escala de económico y las coordenadas de 49 indicadores. La PCA tampoco permite distinguir claramente a grupos homogéneos. El cuadro 17, muestra que la variable transmisibilidad y la independencia son las variables más importantes dentro del análisis de PCA que contribuyen con 57% y 89% respectivamente para los dos primeros componentes.

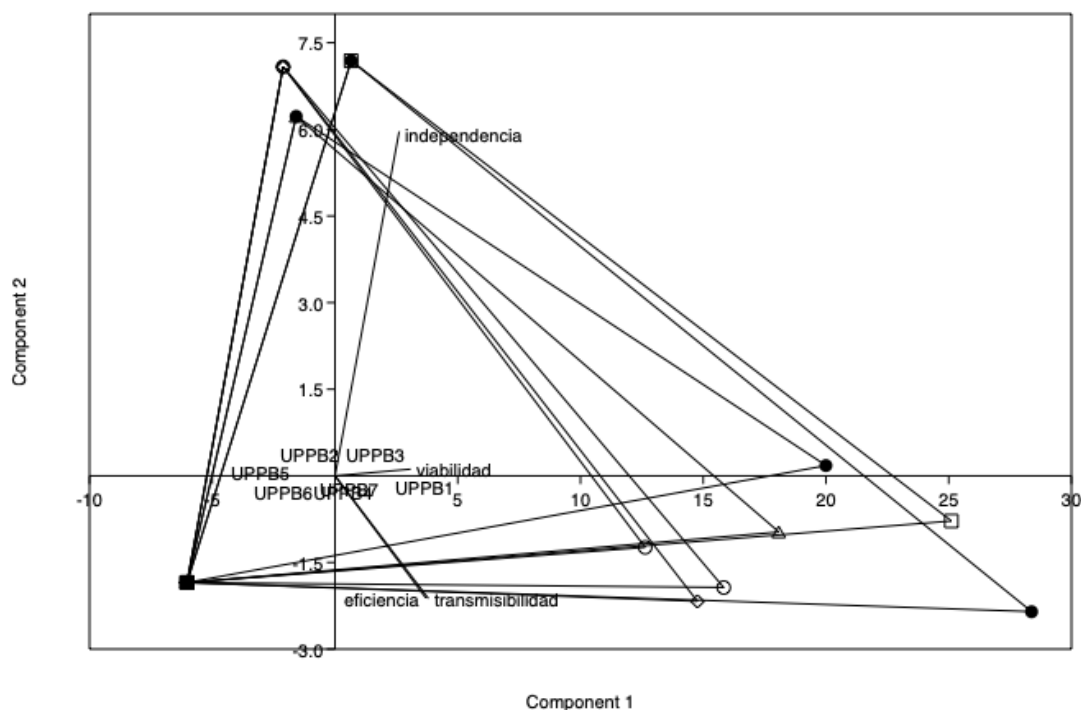


Figura 11. Análisis de componentes principales (PCA) de la dimensión económico
Cuadro 17. Contribución de los componentes de la dimensión económica. Las letras en negritas significan que son las variables que más contribuyen a la variación en el análisis de PCA.

Variable	PC 1	PC 2
Viabilidad	0.46	0.02
Independencia	0.39	0.89
Transmisibilidad	0.57	-0.32
Eficiencia	0.56	-0.32

PC: Ejes

Análisis de clúster económico

Este análisis permite obtener un dendrograma (Figura 12), que determina los grupos homogéneos. Este análisis permite también la agrupación de dos tipos con más de un 15% de similitud utilizando el índice de similitud euclidiano. El primer grupo se ubican a pocos elementos de la unidad de producción tres . El grupo dos incluye al resto elementos de las demás unidades de producción, pero en ambos grupos se mezclan con otras unidades de producción.

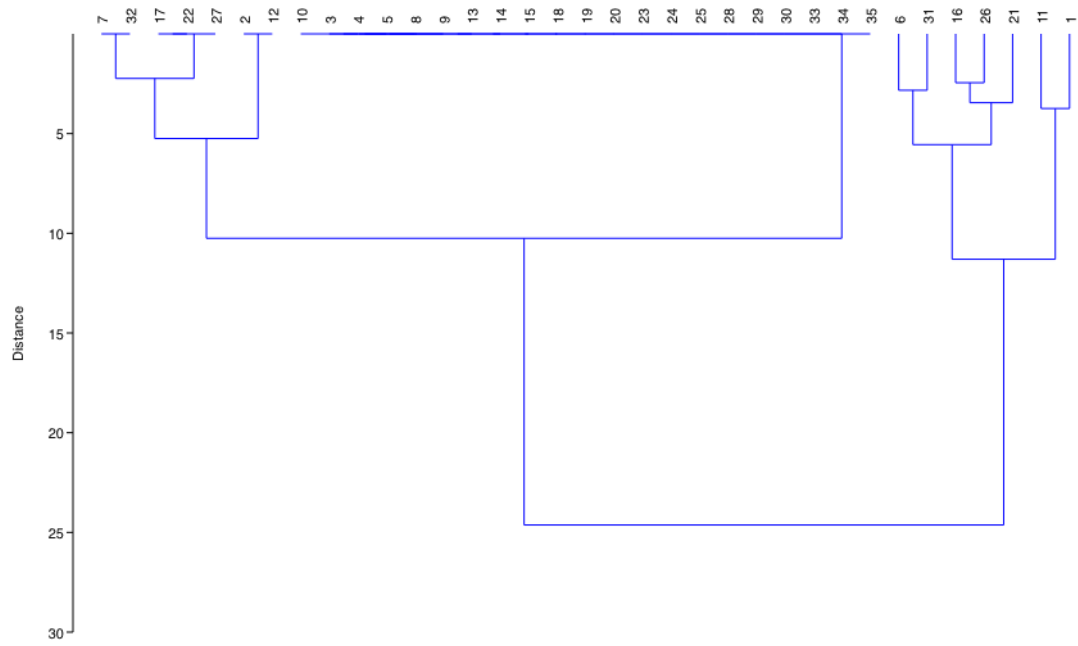


Figura 12. Dendrograma resultado del análisis de clúster

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se concluye que los de producción de producción de búfalos en la región norte del estado de Chiapas bajo condiciones del trópico húmedo son medianamente sustentables de acuerdo al nivel establecido por el método IDEA, el cual fue adaptado a las condiciones del área de estudio.

El estudio demostró que la escala socio-territorial fue la que obtuvo el mayor puntaje de sustentabilidad (63.14). Sin embargo, la escala económica fue la que obtuvo el puntaje más bajo (62.14) , convirtiéndose en el factor limitante que determinó el nivel de sustentabilidad de las unidades de producción de búfalos en la región. Esto sugiere que para mejorar la sustentabilidad de las unidades de producción en esta escala, se debe de fortalecer el acceso a los servicios de apoyos económicos gubernamentales para este sector pecuario, fortalecer las estrategias de Marketing que permitan dar el valor agregado a los subproductos en un contexto de fuerte competencia y bajo poder adquisitivo de consumo. Además, se observó una escasa especialización económica y la transmisibilidad de las UPPB se ven comprometidas y amenazadas. Por lo tanto, es necesario realizar una adecuada gestión y asignación de los recursos económicos para mejorar la rentabilidad de las UPPB, para aumentar su resiliencia y disminuir sus vulnerabilidades.

Por su parte, la escala agroecológica y socio-territorial amortiguan la sustentabilidad de esta actividad. Es decir, la escala agroecológica se destacó porque cuenta con los tres grandes tipos de producción (cultivos anuales, perennes y producción animal) lo que es un factor impulsor de los sistemas pecuarios y que en conjunto proporcionan autonomía y sustentabilidad. La resiliencia de las UPPB se soporta con la nula o baja dependencia de insumos externos, especialmente la utilización de alimentos comerciales y fertilizantes.

Por su parte, la escala socio-territorial juega un papel importante debido a la participación de la mano de obra familiar y la generación de empleos permanentes y temporales a través de la transformación de la leche a queso y la venta de carne de

búfalo en cortes y embutidos, lo cual es fundamental para su mantenimiento, por lo que se convierte en una ventaja para las mismas. Además, esta escala está destinada a evolucionar con el tiempo ya que la sociedad evoluciona de acuerdo a las necesidades, nuevas demandas o requisitos normativos del mercado.

En conjunto, estas dos escalas representan oportunidades que se deben de aprovechar para implementar estrategias que permitan incrementar la producción y por ende el ingreso económico con un enfoque sustentable. Garantizando de esta manera, el bienestar de la población y el cuidado del medio ambiente de la zona geográfica en la que se desarrollan estas actividades pecuarias.

A pesar de lo anterior, la ganadería sigue siendo la principal actividad económica del sector agropecuario en el norte de Chiapas, en este caso la combinación de actividades de producción (carne y leche), permiten que estos sistemas sean rentables, pues los ingresos por la venta de los subproductos confirman que existe un flujo económico diario, lo cual ayuda a mantener las UPPB bajo condiciones del trópico.

A partir de la evidencia encontrada, se demostró que el método IDEA es capaz de identificar las diferencias de sustentabilidad entre los sistemas de producción de búfalos en la región. Además, se pudo comprobar que no existe un modelo único de sustentabilidad en las UPPB, aunque algunos principios sean comunes en este sistema pecuarios.

Los resultados demuestran que el método IDEA adaptado a la región se puede utilizar como una herramienta de seguimiento del sector pecuario debido a que es una herramienta útil que puede evaluar la sustentabilidad de las unidades de producción y puede ser utilizada como guía por los productores para su intervención en el desarrollo a futuro de la empresa pecuaria.

SUGERENCIAS Y RECOMENDACIONES

- Es indispensable que los productores de búfalos en la región tengan en cuenta los nuevos desafíos sociales (alimentación, cambio climático, uso de recursos y calidad del aire) para poder afrontar estos desafíos del futuro en el ámbito agropecuario.
- Los sistemas de producción en estudio deben de adaptarse a las evoluciones financieras del mercado, para que en caso de sucesión el capital económico no sea un motivo de un mal funcionamiento o desmantelamiento de la empresa.
- Estos sistemas se deben de encaminar a una mayor diversificación de sus productos para evitar la acumulación de factores de riesgo. Es decir, menos del 25% de las ventas deberían corresponder a un solo comprador.
- Aprovechar adecuadamente el estiércol de los animales, a través de compostas o la lombricultura para que estos residuos biológicos sean reciclados en forma de abono para los suelos.
- Todas las unidades de producción deben de clasificar la basura en las dos principales categorías (orgánica e inorgánica) y depositarlas en el lugar correspondiente, utilizando recipientes de colores para este fin. El color gris para desechos en general, naranja para orgánicos, verde para los envases de vidrio, amarillo para plásticos y envases metálicos, en el azul van todo tipo de papeles y por último en el recipiente de color rojo depositar los residuos hospitalarios infecciosos.
- Evitar la sobrecarga de trabajo en los empleados, para mejorar la calidad de vida de estas personas, la cual es un objetivo de la sustentabilidad pecuaria.

VI LITERATURA CITADA

- Ahmad, S., F.M. Anjum, N. Huma, A. Sameen and T. Zahoor. 2013. Composition and physico-chemical characteristics of buffalo milk with particular emphasis on lipids, proteins, minerals, enzymes and vitamins. The Journal of Animal and Plant Sciences. 23(1):62-74. <https://bit.ly/3kQdAXa> Consultada el 25 de mayo de 2019.
- Almaguer P., Y. 2007. El búfalo, una opción de la ganadería. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 8(8):1-23. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612734014.pdf> Consultada el 13 de febrero de 2019.
- AMERICARNE. 2009. Carnes no tradicionales: La potencialidad del Búfalo. Red Alimentaria. Sitio Argentino de Producción Animal. La Filiberta, Argentina. Pp. 1-2. http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/64-carne_bufalo.pdf Consultada el 16 de noviembre de 2018.
- AMEXBU. 2017. Asociación Mexicana de Criadores de Búfalos. <http://www.amexbu.org.mx/bufalos-es/mexico-crece-la-produccion-carne-bufalo-agua-sagarpa/> Consultada el 13 de febrero de 2018.
- Andrighetto, C., A. Mendes Jorge, R. de Olivera Roça, E. Rodrigues, W. Bianchini, and C. de Lima Francisco. 2008. Características físico-químicas e sensoriais da carne de bubalinos Murrah abatidos en diferentes períodos de confinamiento. Revista Brasileira de Zootecnia, 37(12):2179–2184. <https://doi.org/10.1590/s1516-35982008001200015> Consultada el 03 de diciembre de 2018.
- Ángulo R., A., J.F. Ramírez, N.A. Hurtado, L.F. Restrepo, C.A. Montoya y M. Bedoya. 2002. Búfalos en Argentina. Principales razas. Asociación Argentina de Criadores de Búfalos 2002. Argentina. Pp. 233-245. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/34Capitulo_XVIIIbufalos.pdf Consultada el 17 de diciembre de 2018.
- Ángulo R., A., L.F. Restrepo y J.A. Berdugo. 2005. Características de calidad de las canales bufalinas y vacunas comercializadas en Medellín, Colombia. Livestock Research for Rural Development. 17(9):103. <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/angu17103.htm> Consultada el 25 de noviembre de 2018.
- Ángulo R., D. Agudelo-Gómez, M.F. Cerón-Muñoz and S. Jaramillo-Botero. 2006. Genetic parameters in buffalo calves fed at full milk in beef production system

- in middle Magdalena region of Colombia. *Livestock Research for Rural Development*. 18(12):180. <http://www.lrrd.org/lrrd18/12/angu18180.htm> Consultada el 27 de noviembre de 2018.
- Anjaneyulu, A.S.R., R. Thomas, and N. Kondaiah. 2007. Technologies for value added buffalo meat products—a review. *Am. J. Food Technol.* 2:104–114. <https://dx.doi.org/10.3923/ajft.2007.104.114> Consultada el 22 de mayo de 2019.
- Astier, M. 2006. Medición de la sustentabilidad en sistemas agroecológicos. *In: VII Congreso SEAE Zaragoza, Ponencia 3. México, D.F. MundiPrensa-GIRA-ILEIA-ICCO*. pp. 1-7. <https://bit.ly/3CCfksZ> Consultada el 21 de febrero de 2020.
- Astier M., O. Masera y Y. Galván. 2008. Evaluación de la sustentabilidad. *In: Un enfoque dinámico y multidimensional*. Valencia, España: IMAG IMPRESSIONS, SL., Bonifaió. 200 p.
- Barboza J., G. 2011. Bondades ecológicas del búfalo de agua: camino hacia la certificación. *Tecnología en Marcha, Revista Especial*. 24(5):82-88. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835763.pdf> Consultada el 19 de diciembre de 2019.
- Bartocci, S., C. Tripaldi y S. Terramoccia. 2002. Characteristics of foodstuffs and diets, and the quanti-qualitative milk parameters of Mediterranean buffaloes bred in Italy using the intensive system. *Livestock Production Science*. 77(1):45-58. [https://doi.org/10.1016/s0301-6226\(02\)00022-2](https://doi.org/10.1016/s0301-6226(02)00022-2) Consultada el 08 de octubre de 2019.
- Belmiro, E. 2006. Explotación ecológica del Búfalo. *Sitio Argentino de Producción Animal*. <https://bit.ly/3Fuv2Is> Consultada el 26 de julio de 2019.
- Berdugo G., J.A., F. Napolitano, D. Mota-Rojas, J. Nava-Adame, J.D. Ruíz-Buitrago, C.S. González-López y I. Guerrero-Legarreta. 2018. El búfalo de agua y el estrés calórico. Sección de aprendamos juntos de bienestar animal. <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/el-bufalo-de-agua-y-el-estres-calorico-1877/> Consultada el 05 de diciembre de 2019.
- Bermejo, R. 2014. Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomímesis. Bilbao, Hegoa. 59 p. [https://publicaciones.hegoa.ehu.eus/uploads/pdfs/253/Sostenibilidad DHL.pdf?1488539808](https://publicaciones.hegoa.ehu.eus/uploads/pdfs/253/Sostenibilidad_DHL.pdf?1488539808) Consultada el 11 de agosto de 2019.

- Bertoni M., A., A. Álvarez, D. Mota-Rojas. 2019. Desempeño productivo de los búfalos y sus opciones de desarrollo en las regiones tropicales. *Sociedades rurales, producción y medio ambiente*. 19(38):59-80. <https://bit.ly/3x5Fnro> Consultada el 27 de mayo de 2020.
- Bidogeza, J.C., P.B.M. Berentsen, J. Graaff, and A.G.J.M, Oude-Lansink. 2009. A typology of farm households for the Umutura Province in Rwanda. *Review. Food Security*. In: Springer,1(3):321-335. <https://doi.org/10.1007/s12571-009-0029-8> Consultada el 21 de junio de 2019
- Borghese, A. 2013. Buffalo Livestock and Products in Europe. *Buffalo Bulletin*. 32:50-74. <https://ibic.lib.ku.ac.th/e-bulletin/IBBUSI201301004.pdf> Consultada el 15 de marzo de 2019.
- Braghieri, A., C. Pacelli, G. De Rosa, A. Girolami, P. De Palo, F. Napolitano. 2011. Podolian beef production on pasture and in confinement. *Animal*. 5:927–937. <https://doi.org/10.1017/S1751731110002685> Consultada el 08 de octubre de 2018.
- Cervantes, E., A. Espitia y E. Prieto. 2010. Viabilidad de los sistemas bufalinos en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal – RECIA*. 2(1):215-224. <https://doi.org/10.24188/recia.v2.n1.2010.342> Consultada el 25 de abril de 2020.
- Cino, M., D., A. Álvarez, Y. Ayala, L.M. Fraga, D. García y M. Sanz. 2012. Análisis socioeconómico de la introducción de la especie bubalina (*Bubalus bubalis*) en una empresa ganadera en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 46(1),31-35. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193024313005> Consultada el 20 de noviembre de 2020.
- COFOCALEC. 2012. Sistema producto leche-alimento-lácteo-leche cruda de vaca. Especificaciones fisicoquímicas sanitarias y método de prueba. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus derivados, A.C.
- Coronel M. y S.F. Orduño. 2005. Tipificación de los sistemas agropecuarios en el área de riego de Santiago del Estero, Argentina. *Problemas del desarrollo*, 36:64-88. <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v36n140/v36n140a4.pdf> Consultada el 23 de mayo de 2020.
- Cosenza, G., A. Pauciullo, A. Mancusi, D. Nicodemo, R. Di Palo, L. Zicarelli, D. Di Berardino and L. Ramunno. 2007. Mediterranean river buffalo oxytocin-neurophysin I (OXT) gene: structure, promoter analysis and allele detection. *Italian Journal of*

- Animal Science 6:303–306. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.303> Consultada el 24 de septiembre de 2019.
- Cruz L., C. 2007. Trends in buffalo production in Asia. Italian Journal of Animal Science. 6(2):9-24. <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.s2.9> Consultada el 07 de mayo de 2020.
- Cuevas, V., A. Loaiza, J.A. Espinosa, A. Vélez y M.D. Montoya. 2016. Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos de doble propósito en Sinaloa, México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 7(1):69-83. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v7i1.4150> Consultada el 24 de marzo de 2020.
- Das A.K., D. Sharma and N. Kumar. 2008. Buffalo Genetic Resources in India and their Conservation. Buffalo Bulletin, 27(4):265-268. <https://ibic.lib.ku.ac.th/e-Bulletin/2008-265.htm> Consultada el 11 de febrero de 2020.
- Deb, G.K., T. Nahar, P. Duran and G. Presicce. 2016. Safe and sustainable traditional production: The water buffalo in Asia. Front. Environ. Sci. 4:1–8. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2016.00038> Consultada el 02 de septiembre de 2019.
- De la Cruz-Cruz, L.A., I. Guerrero-Legarreta, R. Ramirez-Necoechea and P. Roldan-Santiago. 2014. The behaviour and productivity of water buffalo in different breeding systems: a review. Veterinární Medicina. 59(4):181-193. <https://doi.org/10.17221/7479-vetmed> Consultada el 28 de agosto de 2019.
- De Mendoza, G.M., L.A. de Moreno, N. Huerta-Leidenz, S. Uzcátegui-Bracho, M.J. Beriain, and G.C. Smith. 2005. Occurrence of conjugated linoleic acid in longissimus dorsi muscle of water buffalo (*Bubalus bubalis*) and zebu-type cattle raised under savannah conditions. Meat Sci. 69:93–100. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.06.008> Consultada el 23 de junio de 2020.
- Desta T., T. 2011. Introduction of domestic buffalo (*Bubalus bubalis*) into Ethiopia would be feasible. Renewable Agriculture and Food Systems. 27(4):305-313. <https://doi.org/10.1017/s1742170511000366> Consultada el 01 de diciembre de 2020.
- Domínguez A., G. 2012. Seroprevalencia y Factores de Riesgo asociados a la Neosporosis, Leptospirosis y Rinotraqueitis Infecciosa Bovina en Búfalos de Agua (*Bubalus bubalis*) de las zonas Centro y Sur de Veracruz, México. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. 64 pp. <https://bit.ly/2Z6d937> Consultada el 21 de junio de 2019.

- Domínguez A., G., D. Romero-Salas, D.I. Martínez-Herrera y Z. García-Velásquez. 2013. Los búfalos de agua y las enfermedades infecciosas. La ciencia y el hombre - Universidad Veracruzana. 26 (2): 49-55. <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol26num2/articulos/bufalos.html> Consultada el 02 de mayo de 2019.
- El-Salam M.ABD. and S. El-Shibiny. 2011. A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. Dairy Science & Technology, EDP sciences/Springer. 91(6):663-699. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00930589/file/hal-00930589.pdf> Consultada el 25 de agosto de 2019.
- Escalante A., J. 2008. La carne de búfalo una alternativa para una buena mesa y una buena alimentación. <http://salud.coomevacom.co/publicaciones.php?id=8130> Consultada el 26 de septiembre de 2018.
- Espinoza O., A., E. Espinosa-Ayala, J. Bastida-López, T. Castañeda-Martínez and C. M. Arriaga-Jordán. 2007. "Small-scale dairy farming in the highlands of central Mexico: Technical, economic and social aspects and their impact on poverty" en Experimental Agriculture. 43(2):241-256. <https://doi.org/10.1017/S0014479706004613> Consultada el 02 de febrero de 2019.
- Fadul-Pacheco, L., A.R. Alfonso-Ávila, A. Espinoza-Ortega, E. Sánchez-Vera y C.M. Arriaga-Jordán. 2011. Evaluación de la sustentabilidad en sistemas de producción de leche en pequeña escala. En La ganadería ante el agotamiento de los paradigmas dominantes, vol. 2. <https://bit.ly/3HCzAyk> Consultada el 17 de junio de 2020.
- Fadul-Pacheco, L., M.A. Wattiaux, A. Espinoza-Ortega, E. Sánchez-Vera and C.M. Arriaga-Jordán. 2013. Evaluation of sustainability of smallholder dairy production systems in the highlands of Mexico during the rainy season, Agroecology and Sustainable Food Systems, 37(8):882–901. <https://doi.org/10.1080/21683565.2013.775990> Consultada el 26 de marzo de 2019.
- FAO. 2014. SAFA Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems, Guidelines (version 3.0). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/a-i3957e.pdf> Consultada el 26 de abril de 2018.
- FAO. 2016. Climate is changing. Food and agriculture must change too. Rome, Italy. <http://www.fao.org/3/I5758E/I5758E.pdf> Consultada el 19 de agosto de 2018.

- FAO. 2016. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Agricultura Sostenible. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/> Consultada el 16 de noviembre de 2018.
- FAO. 2019. El apoyo de la FAO para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible en América del Sur – Panorama actual. Santiago de Chile. 72 pp. <http://www.fao.org/3/ca3884es/ca3884es.pdf> Consultada el 27 de septiembre de 2020.
- FAOSTAT. 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. <http://faostat3.fao.org/compare/E> Consultada el 11 de enero de 2019.
- Faria, M., H. Tonhati, M. Ceron-Muñoz, J. Duarte y B. Vasconcellos. 2002. Características físico-químicas do leite de búfalas ao longo da lactação. Revista do instituto de laticínios cândido testes. 57(324):3-7. <https://www.revistadoilct.com.br/03 de mayo de 2018>. Consultada el 03 de mayo de 2018.
- Faye, A., E. Zucchini, Y. Ngom, P. Vignaroli, V. Tarchiani and D. Dia. 2020. Assessing the Sustainability of Horticultural Farms in Central Senegal: An Adaptation of the IDEA Method. Journal of Agriculture and Sustainability, 13(6). <https://doi.org/10.28924/ip/jas.1923> Consultada el 28 de diciembre de 2020.
- Field A. 2013. Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics. 4th ed. SAGE publications. Great Britain.
- García M., A. 2007. Dinámica reciente de los sistemas de vacuno en el Pirineo Central y evaluación de sus posibilidades de adaptación al entorno socio-económico. Tesis Doctoral. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón, Universidad de Zaragoza Departamento de Agricultura y Economía Agraria, España. <https://1library.co/document/zljvgely-dinamica-reciente-sistemas-pirineo-evaluacion-posibilidades-adaptacion-economico.html> Consultada el 22 de diciembre de 2020.
- García M., R.A. 2018. Determinación de la prevalencia a brucelosis en búfalos de agua (*bubalus bubalis*) en cuatro unidades de producción de los estados de tabasco y Veracruz de la región tropical de la república mexicana. Tesis de licenciatura para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. CENTRO Universitario UAEM

- Amecameca. Universidad Autónoma del Estado de México. Amecameca, Estado de México. pp 6. <https://bit.ly/3nwAuVa> Consultada el 26 de agosto de 2018.
- González de Molina, M. 2011. Introducción a la agroecología. Cuadernos Técnicos SEAE – Serie: Agroecología y Ecología Agraria. Sociedad Española de Agricultura Ecológica (SEAE). España. 68 pp. https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/introduccion_agroecologia.pdf Consultada el 27 de septiembre de 2019.
- Gras R., Benoît M., Deffontaines J. P., Duru M., Lafarge M., Langlet A., Osty P. L. 1989. Le Fait Technique en Agronomie: Activité Agricole, Concepts et Méthodes d'Étude. INRA, Editions L'Harmattan.
- Grupo de Petrología Aplicada. 2018. Análisis multivariante con SPSS. Reducción de datos: Análisis de componentes principales y factorial. Universidad de Alicante, España. <https://bit.ly/3nzoYsc> Consultada el 16 de septiembre de 2020.
- Guapi-Guamán, R.A, D. Masaquiza-Moposita y L.M. Curbelo-Rodríguez. 2017. Caracterización de Sistemas Productivos Lecheros en Condiciones de Montaña, Parroquia Químiag, Provincia Chimborazo, Ecuador. Revista De Producción Animal. 29(2): 14-24. <https://revistas.reduc.edu.cu/index.php/rpa/article/view/1684> Consultada el 07 de junio de 2019.
- Han, B.Z., Y. Meng, M. Li, Y.X. Yang, F.Z. Ren, Q.K. Zeng and M.J.R. Nout. 2007. A survey on the microbiological and chemical composition of buffalo milk in China. Food Control. 18(6):742-746. <http://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.03.011> Consultada el 28 de octubre de 2020.
- Hazem, A., E.I. Debaky, N.A. Kutchy, A. Ul-Husna, R. Indriastuti, S. Akhter, B. Purwantara and E. Memili. 2019. Review: Potential of water buffalo in world agriculture: Challenges and opportunities. Applied Animal Science. 35(2):255-268. <https://doi.org/10.15232/aas.2018-01810> Consultada el 11 de agosto de 2020.
- Hernández A., C.E. y N.A. Carpio-Escobar. 2019. Introducción a los tipos de muestreo. Alerta, Revista Científica Del Instituto Nacional De Salud. 2(1):75-79. <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535> Consultada el 13 de enero de 2020.
- Hoogesteijn, R. and A. Hoogesteijn. 2008. Conflicts between cattle ranching and large predators in Venezuela: could use of water buffalo facilitate felid conservation? Oryx. 42:132-138. <https://doi.org/10.1017/S0030605308001105> Consultada el 24 de julio de 2019.

- INECC. 2018. Efectos del cambio climático. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/efectos-del-cambio-climatico> Consultada el 24 de enero de 2019.
- INEGI. 2017. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Anuario estadístico y geográfico de Chiapas. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825094836.pdf Consultada el 17 de abril de 2019.
- INEGI. 2020. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P> Consultada el 17 de marzo de 2021.
- Irurueta, M., A. Cadoppi, L. Langman, G. Grigioni and F. Carduza. 2008. Effect of aging on the characteristics of meat from water buffalo grown in the Delta del Paraná region of Argentina. Meat Sci. 79(3):529–533. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.010> Consultada el 17 de diciembre de 2019.
- Joele R., M., L.F.H. Lourenço, J.B. Lourenço-Júnior, G. Araújo, J. Budel, A. García. 2017. Meat quality of buffaloes finished in traditional or silvopastoral system in the Brazilian Eastern Amazon. J. Sci. Food Agric. 97(6):1740-1745. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7922> Consultada el 17 de abril de 2019.
- Kandeepan, G., A.S. Anjaneyulu, N. Kondaiah, S.K. Mendiratta and V. Lakshmanan. 2009. Effect of age and gender on the processing characteristics of buffalo meat. Meat Science 83:10–14. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.03.003> Consultada el 21 de febrero de 2019.
- Kandeepan, G., S.K. Mendiratta, V. Shukla and M.R. Vishnuraj. 2013. Processing characteristics of buffalo meat- a review. J. Meat Sci. Technol. 1:1-11. <http://www.jakraya.com/journal/pdf/jmstArticle.pdf> Consultada el 19 de julio de 2019.
- Köbrich, C., T. Rehman and M. Khan. 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multivariate analyses in Chile and Pakistan. Agric Syst 76(1):141-157 [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00013-6) Consultada el 11 de diciembre de 2019.

- López A., R., O. Fundora y E. Arabel. 2005. ¿Por qué el búfalo de agua presenta mayor eficiencia productiva que los vacunos? 11. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/28bufalo_mas_eficiente.pdf Consultada el 17 de octubre de 2018.
- Macedo P., M., F.S. Wechsler, A.D. Ramos, J.B. do Amaral, J. Desouza, F.D. de Resende and J.V. de Oliveira. 2001. Chemical composition and production of milk from Mediterranean buffalo cows raised in western of Sao Paulo State, Brazil. *Revista Brasileira De Zootecnia – Brazilian Journal of Animal Science* 30(3):1084–1088. <https://bit.ly/3x9buX5> Consultada el 11 de marzo de 2019.
- Magrin G., O. 2015. Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile. Pp. 19-22. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39842/S1501318_es.pdf Consultada el 23 de junio de 2019.
- Marai I., F.M., and A.A.M. Haebe. 2010. Buffalo's biological functions as affected by heat stress — A review. *Livestock Science*. 127(2-3):89-109. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.001> Consultada el 28 de julio de 2019.
- Martínez-García, C.G., A. Rayas-Amor, J.P. Anaya-Ortega, F.E. Martínez-Castañeda, A. Espinoza-Ortega, F. Prospero-Bernal and y C.M. Arriaga-Jordán. 2015. Performance of small-scale dairy farms in Mexico during dry season under traditional feeding strategies. *Tropical Animal Health and Production*, 47:331-337. <https://bit.ly/32kAgs3> Consultada el 27 de agosto de 2019.
- Masera, O., M. Astier y S. López-Ridaura. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: El marco de evaluación Mesmis. México: Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. 109 p. <https://bit.ly/3cs473E> Consultada el 11 de mayo de 2019.
- M'Hamdi, N., R. Aloulou, M. Hedhly, and B.M. Hamouda. 2009. Évaluation de la durabilité des exploitations laitières tunisiennes par la méthode IDEA. *Biotechnologie, Agronomie. Société et Environnement*. 13 (2):221–228. <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?file=1&id=17160&pid=3865> Consultada el 13 de agosto de 2019.
- Molina R., M., R. Olea-Pérez, C.M. Arriaga-Jórdan, F. Prospero-Bernal y F.A. Galindo-Maldonado. 2018. Evaluación de la sustentabilidad en el sector agropecuario: un

- acercamiento a las metodologías. <https://bit.ly/3HFRzUI> Consultada el 10 de septiembre de 2019.
- Montiel, U.N. and M.C. Montiel. 2002. The Buffalo the double purpose bovine systems *In* Milk production of crossbreed buffaloes in an area of low precipitation. Nongenetic factors that affect the milk production and lactation length. The 1st Buffalo Symposium of Americas. Belém. Pará. Brazil.
- Montiel U., N.S. 2008. Origen del búfalo en Venezuela. Otra alternativa de producción de leche *In* XIV Congreso Venezolano de Producción e Industria Animal. Maracaibo, Venezuela. Pp. 363-392. <https://bit.ly/30Egl6w> Consultada el 07 de febrero de 2019.
- Mora-Medina, P., J.A. Berdugo-Gutiérrez, D. Mota-Rojas, D. Ruiz-Buitrago, J. Nava-Adame, and I. Guerrero-Legarreta. 2018. Behaviour and Welfare of Dairy Buffaloes: Pasture or Confinement? *Journal of Buffalo Science*. 7(3):43-48. <https://doi.org/10.6000/1927-520x.2018.07.03.2> Consultada el 21 de agosto de 2020.
- Mota-Rojas, D., G. De Rosa, P. Mora-Medina, A. Braghieri, I. Guerrero-Legarreta and F. Napolitano. 2019. Dairy buffalo behaviour and welfare from calving to milking. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*. 14(35):1-9. <https://bit.ly/2Z8jRfW> Consultada el 13 de diciembre de 2020.
- Muñoz B., M. 2002. Producción de búfalos: Una alternativa para leche, carne y fuerza de trabajo. Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. <https://bit.ly/3x6SxEH> Consultada el 24 de septiembre de 2019.
- Mendoza H., A. 2020. Comunicación personal. Productor de Búfalos en la zona norte del estado de Chiapas, México.
- Napolitano, F., C. Pacelli, F. Grasso, A. Braghieri and G. De Rosa. 2013. The behaviour and welfare of buffaloes (*Bubalus bubalis*) in modern dairy enterprises. *Animal*. 7(10):1704-1713. <https://doi.org/10.1017/s1751731113001109> Consultada el 15 de abril de 2019.
- Napolitano, F., D. Mota-Rojas, J.A. Berdugo-Gutiérrez, M. González-Lozano, P. Mora-Medina, J.D. Ruiz-Buitrago y I. Guerrero-Legarreta. 2018. El bienestar de la búfala lechera al parto. Sección Ganadería. <https://www.ganaderia.com/destacado/El-bienestar-de-la-búfala-lechera-al-parto> Consultada el 26 de febrero de 2019.

- Naveena, B.M. and M. Kiran. 2014. Buffalo meat quality, composition, and processing characteristics: Contribution to the global economy and nutritional security. *Animal Frontiers*. 4(4):18-24. <https://doi.org/10.2527/af.2014-0029> Consultada el 26 de abril de 2019.
- Neath, K.E., A.N. Del Barrio, R.M. Lapitan, J.R.V. Herrera, L.C. Cruz, T. Fujihara, S. Muroya, K. Chikuni, M. Hirabayashi and Y. Kanai. 2007. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. *Meat Science*. 75(3):499-505. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.08.016> Consultada el 22 de abril de 2019.
- Olmos, M.A. y W. González-Santos. 2013. El valor de la sustentabilidad. *Ciencia y Agricultura*. 10(1):91-100. <https://www.redalyc.org/pdf/5600/560058656009.pdf> Consultada el 27 de octubre de 2020.
- ONU. 1987. Informe nuestro futuro en común o informe de Brundtland. <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427> Consultada el 11 de octubre de 2018.
- ONU. 1992. Declaración de Río sobre Medio Ambiente y el Desarrollo. Departamento de asuntos económicos y sociales – División de desarrollo sostenible. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm> Consultada el 11 de agosto de 2018.
- ONU. 2015. La división de desarrollo sostenible, de la ONU. Departamento de asuntos económicos y sociales. <http://www.un.org/spanish/esa/desa/aboutus/dsd.html> Consultada el 16 de marzo de 2019.
- ONU 2019. Desarrollo sostenible. Asamblea General de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml> Consultada el 02 de agosto de 2020.
- Paleari, M.A., S. Camisasca, G. Beretta, P. Renon, I. Tessuto, G. Benedetti, and G. Bertolo. 1997. Comparison of the physico-chemical characteristics of buffalo and bovine meat. *Fleischwirt. Intern*. 6:11–13.
- Patiño, E.M., E.L. Faisal, J.F. Cedres, F.I. Mendez y S.C. Guanziroli. 2005. Contenido mineral de leche de búfalas (*Bubalus bubalis*). Cátedra tecnología de la leche y derivados. Facultad de Ciencia Veterinarias. UNNE. Argentina. *Rev. Vet.* 16(1):40-42. https://produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/16-minerales_leche.pdf Consultada el 23 de octubre de 2018.

- Patiño, E.M. 2011. Producción y calidad de la leche bubalina. Tecnología en Marcha. Revista Especial. 24(5):25-35. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4835762.pdf> Consultada el 09 de mayo de 2018.
- Perera B., M.A.O. 2008. Reproduction in Domestic Buffalo. Reproduction in Domestic Animals. 43:200-206. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01162.x> Consultada el 15 de marzo de 2019.
- Pineda P., M.M. 2014. Importancia de la leche y productos lácteos, centrifugación, pigmentos naturales. Monografía Presentada para obtener el Título Profesional bajo Modalidad por Suficiencia en: Ingeniería de Industrias Alimentarias. Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa – Perú.
- Pope, J., D. Annandale and A. Morrison-Saunders. 2004. Conceptualising sustainability assessment. Environmental Impact Assessment Review. 24(6):595-616. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2004.03.001> Consultada el 02 de abril de 2018.
- Posadas D., R.R., C.M. Arriaga-Jordán y F.E. Martínez-Castañeda. (2013). Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico. Trop Anim Health Pro 46:235-240. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-013-0482-4> Consultada el 14 de noviembre de 2018.
- Prospero-Bernal, F. 2017. Estudios sobre la sustentabilidad en sistemas de producción de leche en pequeña escala. Tesis de Maestría y Doctorado en Ciencias. Universidad Autónoma del estado de México. 106 p.
- Prospero-Bernal, F., F. López-González, C.G. Martínez-García, C.M. Arriaga-Jordán. 2020. Assessment of the sustainability between 2010 and 2015 of small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario. ITAE. 116(1):41-56.
- Ramírez T., A., J.M. Sánchez-Núñez y A. García-Camacho. 2004. El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle. 6(21):55-59. <https://www.redalyc.org/pdf/342/34202107.pdf> Consultada el 24 de noviembre de 2018.
- Rodríguez R., E.M., M. Sanz-Alaejos and C. Díaz-Romero. 2001. Mineral Concentrations in Cow's Milk from the Canary Island. Journal of Food Composition

- and Analysis. 14(4):419-430. <https://doi.org/10.1006/jfca.2000.0986> Consultada el 11 de julio de 2018.
- Rosales R. 2009. El búfalo de agua en costa rica. Una alternativa para la producción de carne y leche. ECAG. 50:14-19.
- Ruiz M., L.C. 2018. Evaluación del rendimiento de leche de búfala y de vaca en la producción de quesos provolone y tipo manchego en la región norte del estado de Chiapas. Tesis de licenciatura para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Chiapas. Chiapas, México.
- SAGARPA. 2017. El búfalo, animal por triple partida. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.gob.mx/sader/es/articulos/mxalimentandomx-el-bufalo-animal-por-triple-partida> Consultada el 23 de enero de 2019.
- SAGyP. 2005. Manual de Buenas Prácticas en Producción Bubalina. Dirección de ganadería: Área Bubalinos. Argentina. Pp. 1-54. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/17-manual_bubalinos.pdf Consultada el 25 de marzo de 2019.
- Salas R., I.G., C.M. Arriaga-Jordán, S. Rebollar-Rebollar, A. García-García and B. Albarrán-Portillo. 2015. Assessment of the sustainability of dual-purpose farms by the IDEA method in the subtropical area of central Mexico. Tropical Animal Health and Production. 47(6):1187-1194. <https://doi.org/10.1007/s11250-015-0846-z> Consultada el 29 de enero de 2019.
- Sarandón, S.J. 2002. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El Impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable. SJ Sarandón (Editor). E.C.A. Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap. 20:393-414.
- Simón L. y Galloso M. 2011. Presencia y perspectivas de los búfalos en Cuba. Pastos y Forrajes, Vol. 34(1):3-20. <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269119476001.pdf> Consultada el 09 de mayo de 2019.
- Spangenberg, J.H. 2004. Sustainability beyond environmentalism: The missing dimensions. Ecological Indicators. 22 p. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=A6AC2ECD2424F8D038D8CC51A285A8E9?doi=10.1.1.201.2770&rep=rep1&type=pdf> Consultada el 12 de marzo de 2019.

- Tateo, A., P. De Palo, N.C. Quaglia, and P. Centoducati. 2007. Some qualitative and chromatic aspects of thawed buffalo (*Bubalus bubalis*) meat. Meat Sci. 76:352–358. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.12.003> Consultada el 25 de octubre de 2019.
- Torres, E. 2009. Búfalo: Una especie promisorio. Universidad Nacional de Colombia. 5 pp. www.produccion-animal.com.ar Consultada el 19 de noviembre de 2018.
- Vázquez-Luna, D. 2018. Búfalo de agua (*bubalus bubalis*): Un acercamiento al manejo sustentable en el sur de Veracruz, México. Agro Productividad, 11(10). <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1240> Consultada el 29 de junio de 2019.
- Vega R.S.A., A.N. Del Barrio, P.P. Sangel, O. Katsube, J.C. Canaria, J.V. Herrera, R.M. Lapitan, E.A. Orden, T. Fujihara and Y. Kanai. 2010. Eating and rumination behaviour in Brahman grade cattle and crossbred water buffalo fed on high roughage diet. Animal Science Journal. 81(5):574-579. <https://doi.org/10.1111/j.1740-0929.2010.00784.x> Consultada el 14 de abril de 2019.
- Vences P., J., A.L. Nájera, B. Albarrán, S. Rebollar-Rebollar, A. García. 2015. Utilización del método IDEA para evaluar la sustentabilidad de la ganadería del estado de México. In: Sustentabilidad productiva sectorial. Algunas evidencias de aplicación. Iglesias P.D., M.F. Carreño y A.A.N. Carillo (Comps). Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. Pp. 15-39. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/68709/LIBRO+SUSTENTABILIDAD+PRODUCTIVA.pdf?sequence=3> Consultada el 15 de octubre de 2020.
- Viaux P. 2003. Pour une agriculture durable. Vous avez dit durable, mais est vraiment mesurable?, Arvalis, Revue Perspectives Agricoles. 295:18–24. <https://bit.ly/3qUb45P> Consultada el 17 de mayo de 2019.
- Vilain, L., P. Girardin, P. Viaux and C. Mouchet. 2002, IDEA une méthode d'évaluation de durabilité des systèmes agricoles. Travaux et innovations. 91: 18-22. https://idea.chlorofil.fr/fileadmin/documents/En_savoir_plus/Vilain2002.pdf Consultada el 05 de julio de 2019.
- Vilain L., K. Boisset, P. Girardin, A. Guillaumin, C. Mouchet, P. Viaux, and F. Zahm. 2008. La méthode IDEA: indicateurs de durabilité des exploitations agricoles: guide d'utilisation. Educagri éditions, Dijon. 183p. <https://bit.ly/3oEnxYI> Consultada el 13 de octubre de 2018.

- Warner, R.D., P. L. Greenwood, D.W. Pethick, and D.M. Ferguson. 2010. Genetic and environmental effects on meat quality. *Meat Sci.* 86:171–183. <https://bit.ly/3Fuvpmk> Consultada el 20 de noviembre de 2019.
- Yilmaz, O. and R.T. Wilson. 2012. The domestic livestock resources of Turkey: Economic and social role, species and breeds, conservation measures and policy issues. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 24(157). <http://www.lrrd.org/lrrd24/9/yilm24157.htm> Consultada el 17 de octubre de 2019.
- Yue X.P., R. Li, W.W. Xie, P. Xu, T.C. Chang, L. Liu, F. Cheng, R.F. Zhang, X.Y. Lan, H. Chen and C.Z. Lei. 2013. Phylogeography and Domestication of Chinese Swamp Buffalo. *PLoS ONE*. 8(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056552> Consultada el 24 de noviembre de 2019.
- Zahm, F., P. Viaux, L. Vilain, P. Girardin and C. Mouchet. 2004. The IDEA method (Farm Sustainability Indicators): a diagnostic assessment method to make the transition from the concept of sustainability to its assessment using indicators. *In: proceedings of Helsinki PEER Conference*. pp.14. <https://hal.inrae.fr/hal-02586691> Consultada el 02 de octubre de 2019.
- Zahm F., P. Girardin, C. Mouchet, P. Viaux and L. Vilain. 2006. De l'évaluation de la durabilité des exploitations agricoles á partir de la méthode IDEA á la caracterisation de la durabilité de la "ferme européenne" á partir de la méthode IDERICA. In *Les indicateurs territoriaux de développement durable. Questionnements et expériences*, L'Harmattan. Pp. 285-314. <https://idea.chlorofil.fr/en-savoir-plus/references-bibliographiques.html> Consultada el 29 de septiembre de 2019.
- Zahm, F., P. Viaux, L. Vilain, P. Girardin and C. Mouchet 2008. Assessing farm sustainability with the IDEA method - from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. *Sustainable Development*. 16(4):271-281. <https://doi.org/10.1002/sd.380> Consultada el 06 de octubre de 2018.
- Zahm, F., U.A. Alonso, J.M. Barbier, H. Boureau, B. Del'homme, M. Gafsi, P. Gasselin, S. Girard, L. Guichard, C. Loyce, V. Manneville, A. Menet and B. Redlingshöfer. 2019. Évaluer la durabilité des exploitations agricoles. La méthode IDEA v4, un cadre conceptuel combinant dimensions et propriétés de la durabilité. *Cahiers Agricultures*. 28,5. <https://doi.org/10.1051/cagri/2019004> Consultada el 14 de diciembre de 2020.

Zarta-Ávila, P. 2018. La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, (28), 409-423.
Doi: <https://doi.org/10.25058/20112742.n28.18> Consultada el 21 de agosto de 2019.

Zava, Marco. 2011. El Búfalo doméstico. Primera edición. Edición conjunta INTA/Orientación Gráfica Editora. Buenos Aires. 928 p.

Cuestionario para obtener información de las unidades de producción de búfalos
La información será utilizada en forma confidencial, para fines académicos

Fecha _____ Entrevistador _____

I.- INFORMANTE

¿Cuál es su nombre? _____

¿Es el propietario del Rancho? Si (☐), No (☐) Especifique: _____

Nombre del Propietario (o productor responsable) _____ Edad _____

Lugar de nacimiento _____

Localidad donde vive actualmente: Rancho (☐) Ejido (☐) Cabecera municipal (☐) Otro lugar (☐) (especifique)

II.- DATOS GENERALES DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

Nombre del rancho: _____ Ubicación (indicar coordenadas con uso de GPS) _____

Nombre de la comunidad _____ Nombre del municipio _____

Referencias de ubicación _____

¿Con cuántos ranchos cuenta y cuales son? _____

Observaciones:

III.- DISTRIBUCIÓN Y USO DE LA TIERRA EN LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN

¿Qué superficie total tiene este rancho? (ha) _____
Superficie plana (ha) _____ Superficie en ladera (ha) _____
¿Cuál es el uso que le da a este rancho? _____
(Indicar el número de hectáreas que se destina a cada tipo de uso) _____
Ganadería (ha) _____ Agricultura (tipo de cultivo y número de hectáreas) _____
Plantación forestal (ha) _____ Tierra no utilizada (Acahual) (ha) _____ Bosque donde no entra ganado (ha) _____
Otro (tipo y número de hectáreas) _____

Tipos de agostaderos para el ganado:

praderas abierto (ha) _____ praderas con acahual, arbustos o matorrales (ha) _____ praderas con arboles dispersos (ha) _____
pastoreo en monte, selva o montaña (ha) _____

Indique con (✓) con que especies de pasto cuenta en este rancho: Gramma natural _____ Estrella _____ Insurgente _____
Merkeron _____ Mombasa _____ Rajador _____ Cubano _____ Otras especies (mencione cuáles) _____

Indique las dos especies de pasto que más abundan en este rancho: _____

Otra especie de pasto (especifique) _____

¿En cuántos potreros tiene dividido este rancho? _____

Indique con (✓) los tipos de cerco que utiliza en este rancho: Cerco convencional: postes de madera y alambre de púas (), Cerco vivo ()
Cerco eléctrico ()

Observaciones:

IV.- CARGA ANIMAL

¿Cuál es el objetivo principal de la cría de búfalos?: Engorda (), Leche (), Doble propósito ()

Pié de cría () Otro _____

¿Cuántos búfalos de estos tiene?

Sementales _____ bucerros (Desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad) _____

bucerras (Desde el nacimiento hasta los 12 meses de edad) _____ añojo (De 12 a 18 meses de edad) _____

añoja (De 12 a 18 meses de edad) _____ bubillas (De 18 meses de edad hasta el parto) _____

Butoretas (Desde los 18 meses hasta 24 meses) _____ Butoros (A partir de los 24 meses) _____

búfalas preñadas _____ búfalas con cría _____

Total de animales en la unidad de producción (el entrevistador calcula la sumatoria*) _____

*El número de búfalas con cría indicado por el productor se duplica en la sumatoria, para considerar también a las crías en el total de búfalos.

Con base en el total de búfalos que usted tiene**, indique la raza de sus animales:

Tipo, raza o cruza	Número de animales

** El total de búfalos, debe coincidir con la sumatoria del número de búfalos de todas las razas

Además de búfalos ¿Con cuántos de los siguientes animales de pastoreo cuenta?

Bovinos _____ Equinos _____ Ovinos _____ Caprinos _____ Otro (especificar) _____

V.- MANEJO REPRODUCTIVO

Tasa de natalidad

Del total de búfalas que tiene ¿cuántas parieron en el último año? _____

Del total de crías nacidas en el último año, ¿Cuántos fueron?: machos _____ hembras _____

De las hembras nacidas, ¿Cuántas dejó y/o dejará para reemplazo en el hato? _____

Para preñar a las búfalas usted usa: Monta natural (), Inseminación artificial ()

¿Cuánto gasta anualmente por la inseminación del ganado? _____

Grado de control y manejo reproductivo del hato

¿Cada cuanto tiempo paren la mayoría de sus búfalas? _____

¿Qué tipo de problemas reproductivos son más frecuentes en las búfalas? _____

¿En el último año, en qué meses se presentaron la mayoría de partos en sus búfalas? _____

Variable	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Paren												

¿En el último año, en qué meses se ordeñaron a las búfalas en su rancho? ¿indique el número aproximado de búfalas ordeñadas por mes?

Variable	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Número de búfalas ordeñadas por mes												
Indique la producción promedio de leche por búfala al día en cada mes de ordeño												

Si no ordeña, ¿cuál es el motivo? _____

Bucerros destetados y otros

¿A qué edad se destetan los bucerros? _____
 ¿Cuántos kg pesan los bucerros al momento del destete? _____
 Vende los bucerros? Si (), No () ¿A qué edad los venden? _____
 ¿Cuántos kilos aproximados pesan los bucerros al momento de la venta?: _____
 ¿Deja algunos bucerros para repasto o engorda? Si () No (), ¿Cuántos? _____ Cuánto dura la engorda? _____

VI.- MORTALIDAD Y ENFERMEDADES

Mortalidad

¿Cuántas crías y cuantos búfalos adultos se murieron en el último año? (anotar el mes en que ocurrió) TOTAL _____

Variable	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Crías												
Causa												
Adultos												
Causa												

Grado de control de enfermedades

¿Qué medicamentos aplica a su ganado, cuantas veces al año y en qué mes o meses?

Práctica	Nombre o tipo de Medicamento	Nº de veces	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	¿Cuánto gasta en esto?
Desparasitación interna															
Desparasitación externa															
Leptospirosis															
Brucelosis															
Tuberculosis															
Colibacilosis.															
Aplica vitaminas y reconstituyentes															
Otro															

¿Cuánto gasta durante el año para la compra de antibióticos? _____

¿En su rancho se llevan a cabo las pruebas de Tuberculosis y Brucelosis? (Si) (No), ¿Cuanto gasto en el último año en estas pruebas? _____

¿De qué se enferma (enfermedades) su ganado búfalino, en qué mes se presenta y cómo controla usted esas enfermedades?

Enfermedad	¿Cuándo se presentan?												Tratamiento o control
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	

VII.- ALIMENTACIÓN

Manejo alimenticio

¿Tiene escasez de forraje durante el año? Si () No (), En qué meses:

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

Alimento ofrecido en el corral (kg/animal/año)

¿Además del pastoreo, le da a su ganado bufalino algún tipo de alimento en el corral? Si (), No ()

En el último año, ¿Qué tipo de alimentos ofreció a sus animales en el corral, que cantidad les dio y cuanto gastó en ello?

Alimento	Nombre o Tipo	Mes en que lo usa												Unidades por años (bolsas, kg, toneladas, pacas, etcétera)	\$ total/año
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Forraje de corte fresco (1)															
Hojas de árboles forrajeros (2)															
Pacas de forraje henificado (3) (seco)															
Forraje Ensilado (4)															
Rastrojo en canoa (5)															
Alimento balanceado (6)															
Sal mineral (7)															
Sal común. (8)															
Pollinaza (9)															
Melaza (10)															
Sustituto de leche para buceros (11)															
Otro															

VIII.- MAQUINARIA Y EQUIPOS

Maquinaria, equipo e infraestructura

A continuación enliste las herramientas manuales y equipo personal que se utiliza en el rancho

Herramienta manual o equipo	De acuerdo con la intensidad de trabajo en su rancho, ¿Cuánto tiempo le dura cada tipo de herramienta manual?	¿Cuál es el costo del mantenimiento de cada herramienta por año?
1. Machete (Si) (No)		
2. Pala (Si) (No)		
3. Carretilla (Si) (No)		
4. Bomba para fumigar (Si) (No)		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

¿Mencione con cual de la siguiente maquinaria cuenta en su rancho?

Maquinaria	(Si)(No)	Cantidad	¿Cuánto gasta para el mantenimiento de cada tipo de maquinara por año?
Tractor	() ()		
Picadora/molino de forraje	() ()		
Mezcladora de alimento	() ()		
Ordeñadora mecánica	() ()		
Motosierra	() ()		
Yunta y arado	() ()		
Carreta	() ()		
Otro	() ()		

¿Aproximadamente cuánto gasta de combustible para la maquinaria y equipo utilizado en el rancho?

(Indique cuanto y cada cuando) _____

¿Cuenta con camioneta? (Si) (No), Cantidad _____

¿Cuenta con camión de tres toneladas? (Si) (No), Cantidad _____

¿Aproximadamente cuánto gasta de combustible para su camioneta y camión de tres toneladas, en las actividades del rancho?

(Indique cuanto y cada cuando) _____

IX.- INFRAESTRUCTURA

¿Con cuál de los siguientes tipos de infraestructura y servicios cuenta en su rancho?

Infraestructura y servicios	(Si)	(No)
Agua entubada	()	()
Drenaje	()	()
Jaguey	()	()
Teléfono	()	()
Energía eléctrica	()	()
Otros		

¿Cuál es el tipo de acceso al rancho?:

Camino pavimentado () Camino de terracería () vereda o brecha () acceso fluvial (por lancha) ()

¿Con cuales de las siguientes instalaciones cuenta para sus búfalos?

Tipo de instalación o utensilio	(Si)(No)	Nº	Tamaño	Material (especificar características, usa lamina, tipo de piso, material, etcétera)
Corral de manejo	() ()			
Sala de ordeño	() ()			
Bodega	() ()			
Comederos	() ()			
Bebederos	() ()			
Depósito de agua	() ()			
Riego de pastos	() ()			
Silo	() ()			
Baño garrapaticida de inmersión	() ()			
Otro: Especificar:				
Otro:				

X.- INGRESOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCIÓN

¿Cuántos y a qué precio vendió sus animales y/o sus productos en el año 2019?

Tipo de animal y/o producto vendido	¿Cuánto produjo?	¿Cuánto consumió?	¿Cuánto o qué cantidad vendió?	Precio (indicar unidad de medida)	¿Dónde los vendió?	¿A quién se los vendió?	Hasta dónde fueron a parar los animales y/o productos?
Bucarro							
Bucerra							
Añojo							
Añoja							
Bubilla							
Butorete							
Butoro							
Búfalo							
Búfala de desecho							
Búfala en producción							
Semental							

Ingreso y destino de la producción

¿Cuántos y a qué precio vendió sus animales y/o sus productos en el año 2019?

Tipo de animal y/o producto vendido	¿Cuánto produjo?	¿Cuánto consumió?	¿Cuánto o qué cantidad vendió?	Precio (indicar unidad de medida)	¿Dónde los vendió?	¿A quién se los vendió?	Hasta dónde fueron a parar los animales y/o productos?
Leche							
Queso Provolone							
Queso Manchego							
Carne para hamburguesa							
Chuletas \$/kg							
Agujas nortañas \$/kg							
Cecina \$/kg							
Tasajo \$/kg							
Carne marinada \$/kg							
T – Bone \$/kg							
Embutido Tipo: _____ _____							
Otro producto:							

XI.- COSTOS – EGRESOS

Gastos operacionales

Para su ganado bufalino, cuánto gasta en el rancho para cubrir los siguientes rubros: (indicar meses en que realiza el gasto)

Concepto	Total (\$)
Pago de servicios veterinarios	
Compra de animales: Especificar tipo: _____	
Agua: _____ Luz eléctrica: _____ Cuota de asociación ganadera: _____	
Otro: _____	

Depreciación

Su rancho consta de:

Tractor () precio de compra _____ años de uso _____
 Picadora () precio de compra _____ años de uso _____
 Camión o camioneta () precio de compra _____ años de uso _____
 Mezcladora () precio de compra _____ años de uso _____
 Bomba de fumigar () precio de compra _____ años de uso _____
 Sala de ordeña () precio de compra _____ años de uso _____
 Cerco eléctrico () precio de compra _____ años de uso _____

XII.- MANO DE OBRA FAMILIAR

Mano de Obra Familiar

Números de miembros de la familia (que viven en la misma casa) _____

Cuántos miembros de la familia trabajan en el rancho (incluyendo al propietario) _____

Miembro de la familia que participa en el trabajo del rancho	¿Es Mayor (1) o menor de edad (2)	Escolaridad (indique específicamente hasta qué grado estudió)	Actividades que realiza en el rancho	¿Cuántos días a la semana trabaja?	¿Cuántas horas trabaja por día?	¿Percibe un sueldo? (indicar cuanto)
1. Propietario _____						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						

XIII.- MANO DE OBRA CONTRATADA

Mano de obra contratada permanente

¿Con cuántos trabajadores permanentes (que trabajan todo el año) cuenta en su rancho? _____

Trabajador permanente	¿Es Mayor (1) o menor de edad (2)	Actividades que realiza en el rancho	¿Cuánto le paga? (indicar cada cuanto)
1.			
2			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			

Mano de obra contratada temporal

¿Contrata trabajadores temporales durante el año? (si) (no)
Especifique cuántos trabajadores temporales contrata durante el año:

Mes	Número de trabajadores contratados	Número de días del mes que trabajan	Actividades que realizan	Costo del jornal
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				

XIV.- FUENTES DE INGRESOS NO AGRÍCOLAS

Fuentes de ingreso no agrícolas

Además de la agricultura y la ganadería ¿Qué actividades realizó en el año 2019 y cuanto le aportaron?

Actividad	Indique aporte semanal, mensual, o anual en \$M.N
Animales de Solar	
Actividad Forestal	
Pesca	
Maestro	
Estudiante	
Albañil	
Transportista	
Comercio	
Jornalero	
Jubilado	
Otro.- Especificar _____	

Remesas:

En el año 2019, ¿algún miembro de su familia estuvo trabajando fuera de la comunidad y les mandó dinero? SI _____ NO _____
 ¿Dónde trabajó? _____ ¿Por cuánto tiempo se fue? _____ ¿Qué hizo allí? _____ ¿Cuánto les mandó?
 _____ ¿Cada cuándo? _____

Pensiones:

En el año 2019, ¿Algún integrante de su familia recibió pensión? SI _____ NO _____ Tipo de pensión _____
 ¿Cuánto recibió a la quincena? _____

Oportunidades:

En el año 2019, ¿Recibió apoyo de gobierno? SI ____ NO ____

¿Qué tipo de apoyo recibió?

Prospera _____ 70 y más _____ Dinero para alimentación _____ Beca _____ Útiles escolares _____ Papilla _____

Si recibió dinero, ¿Cuánto recibió al bimestre? _____

¿En el último año ha pedido dinero prestado? SI _____ NO ____

¿A quién?

1. Prestatario local ☐

2. Caja de ahorro ☐

3. Banco ☐

4. Otro

¿Cuánto?

¿Cuánto le cobraron de intereses? () % Actualmente ¿Cuánto debe? _____

XV.- CARACTERIZACIÓN SOCIAL

Indicadores de caracterización social

¿Tiene vivienda propia? SI ____ NO ____

¿Con qué servicios cuenta en su vivienda?

Luz eléctrica Si () No (), Agua entubada Si () No (), Drenaje Si () No () TV de paga si() no() teléfono () motocicleta ()
refrigerador () estufa de gas ()

Tipo de tenencia de la tierra: 1) Pequeña propiedad (); 2) Ejidal (); 3) Comunal ();

Usted paga predial por su rancho? Si () No (), ¿Cuánto pago en el último año? _____

¿En el último año usted tomo tierra rentada? Si () No () Cuantas ha ____ Tipo de uso que le dio ____ ¿durante cuantos meses? ____ ¿Cuánto le cobraron? ____

¿En el último año, usted les rentó tierra a otros productores? Si () No () Cuantas ha ____ Tipo de uso que se le dio ____

¿Cuánto cobró? ____

¿Quiénes de los miembros de las familia toman las decisiones acerca de las actividades desarrolladas en el rancho? ____

¿Qué tipo de decisiones son? ____

Usted ha abandonado o dejado de usar algunas de sus tierras? (si) (no) SI: Porque motivo? ____

¿Algún familiar continuara con la producción ganadera en un futuro? (Si) (No)

Subsidios

¿En el año 2018, de cuáles programas del gobierno recibió apoyos para la agricultura y cuál fue el apoyo? ____

Número de hectáreas inscritas: ____

¿En el año 2018, de que programas del gobierno recibió apoyos para la ganadería y cuál fue el apoyo? ____

Número de animales registradas ____

¿Recibe asistencia técnica, capacitación o asesoría para mejorar la producción ganadera y agrícola? Si () (1), NO () (2), Sobre qué temas? ____

¿Quién le da la asistencia técnica? ¿Institución Privada? (), ¿ONG? () ¿Institución del gobierno? (), Otra: ____

¿Qué institución? ____

XVI.- ORGANIZACIÓN

¿Usted o algún integrante de su familia pertenece a alguna organización productiva?

1. Sí ☐

2. No. ☐

¿Qué tipo de organización?

Ninguna ☐

Sociedad de productores rurales ☐

Sociedad agrícola ☐

Sociedad ganadera ☐

Otro ☐

Nombre de la organización: _____

¿Qué beneficios obtiene usted o su familia de dicha (s) organización (es)?

Si usted no pertenece actualmente a una organización ¿Alguna vez perteneció usted a alguna organización? Si _____ No _____

¿Cuál? _____

¿Por qué motivos dejó usted de pertenecer a la organización?

¿Desde cuándo se dedica usted a la ganadería? _____

¿Qué cree que va a pasar en los próximos 10 años con la producción bubalina en la región? (Visión a futuro)

INDICADORES DE CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

Diversidad de especies de animales domésticos

¿Cuáles y cuántos de los siguientes animales tiene?

Especie	Cantidad
Cerdos	
Conejos	
Aves de corral	
Perros	
Gatos	
Otra	

Diversidad de especies forrajeras

Según su experiencia, ¿Qué pasto considera como el más adecuado para la zona y por qué?

Pasto _____ Porque _____
 Pasto _____ Porque _____

Realiza fertilización de pastizales: Si () No ()

Tipo de fertilizante: Ninguno () Urea () fósforo () Ambos () Otros: _____

Cantidad aplicada y frecuencia de fertilización: _____

¿Controla malezas en sus pastos? Si () No ()

¿Qué método utiliza? Manual (), mecánico (), químico (), mixto () ¿Cuál? _____

¿Con qué frecuencia? _____

¿En qué meses del año realiza el control de malezas?

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

¿Con qué frecuencia quema sus potreros? Nunca () Bianual () Anual ()

Otra, ¿Cuál? _____

¿Considera que es bueno quemar los pastos? Si () No ()

¿Porqué? _____

¿Qué tipo de plagas se han presentado en sus potreros en los últimos cinco años? (especificar mes en que se ha presentado)

Nombre	Método de control	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D

¿Con cuáles de los siguientes tipos de árboles forrajeros cuenta y como los utiliza?

Tipo de árbol	(si)(no)	Como están sembrados o distribuidos en el potrero	
		Cerca viva	Dispersos en potrero
Caulote	() ()	()	()
Guaje o Guash (leucaena)	() ()	()	()
Chontal, machetillo o pitillo (Eritrina)	() ()	()	()
Gliricidia o cocoite	() ()	()	()
Ramón (Osh)	() ()	()	()
Otro			

¿Cómo llegaron esos árboles a sus potreros? ¿Por siembra () De manera natural ()

¿Usted alimenta a sus animales con árboles forrajeros? Si () No (), Con que método? Ramoneo directo, () Corte y acarreo () Otro (Especificar)

Estado de las praderas

¿Durante el año se inundan algunas partes de sus tierras? (Si) (No), Número de hectáreas _____

¿Qué superficie de su terreno ha deforestado en los últimos 6 años? _____

¿Qué superficie de su terreno ha reforestado en los últimos 6 años? _____

¿En cuál de los siguientes estados considera que se encuentran sus pastizales?

Empastado (); Medianamente empastado (); Sobre pastoreado ()

¿Cuál es el principal problema del suelo en sus potreros?

Piedras (), Inundación (), Cansado (), Plagas (), Compactación (), Pendientes ()

Grado de conservación del bosque circundante

¿Cuál es el grado de conservación del bosque cercano a las áreas de pastoreo? Alto (), Medio (), Bajo ()

Grado de abundancia de fauna silvestre

¿Qué tan abundantes son las especies de animales de monte en sus áreas de pastoreo? Alta (), Baja (), Nula ()

¿de dónde obtiene el agua del rancho?

Agua entubada () Río o arroyo () (pozo) (jagüey) (captación de agua) otro _____

¿En su rancho ha ocurrido algún tipo de desastre natural en los últimos 10 años? SI_ NO ¿En qué años? ¿Qué tipo de desastre?



Revista Mexicana de Agroecosistemas

Oaxaca, Volumen VI (Suplemento 2), 2019
Memoria de artículos en extenso y resúmenes



Fotografía: Ovinocultor con su rebaño
Región Mixteca, Oaxaca, México.

Cuerpo académico de investigación en producción animal, FMVZ-UABJO.

XLVI Reunión Científica de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria

Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C.





**ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE BÚFALOS
(*Bubalus bubalis*) EN EL SURESTE MEXICANO: UNA REVISIÓN**

**[ANALYSIS OF THE CURRENT SITUATION OF BUFFALO PRODUCTION (*Bubalus
bubalis*) IN MEXICAN SOUTHEAST: A REVIEW]**

**Hubercein Ramírez Barrios^{1§}, Horacio León Velasco², Leopoldo Medina Sansón³, Jorge Luis Ruiz Rojas,
Gilberto Yong Ángel, Raul Perezgrovas Garza, Horacio Ruiz Hernández**

¹Estudiante de la Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical – UNACH. ²Doctor en Ciencias - Universidad Autónoma de Chiapas. ³Doctor en Ciencias - Universidad Autónoma de Chiapas. [§]Autor para correspondencia: (hubercein@gmail.com).

RESUMEN

El objetivo de esta revisión fue analizar la situación actual de los sistemas de producción de búfalos (*Bubalus bubalis*) en el trópico húmedo del sureste mexicano, para identificar las mejores alternativas de producción que permitan obtener resultados satisfactorios y sustentables a largo plazo. Por lo anterior, se realizaron entrevistas a los productores y además, una búsqueda exhaustiva de bibliografía en revistas indizadas y memorias de congresos sobre la eficiencia zootécnica y las ventajas competitivas que caracteriza a estos animales por su adaptabilidad a los ecosistemas adversos. Sin lugar a dudas, el reto de la producción de búfalos en el trópico mexicano hoy en día es cumplir con los indicadores de sustentabilidad: ambiental, social y económico. Sin embargo, es necesario integrar en estas unidades de producción estrategias que garanticen la producción de carne y leche y a la vez promuevan la conservación de los recursos naturales. Por lo tanto, se concluye que la producción de búfalos de agua en la región sureste de México representa una opción importante para la obtención de proteína de origen animal, con un criterio de sustentabilidad para cumplir con la demanda de alimentos que necesitaran las futuras generaciones, pero sin que esto impacte de manera negativa al ambiente.

Palabras clave: Alimentación, cambio climático, sustentabilidad.

ABSTRACT

The objective of this review was to analyze the current situation of buffalo production systems (*Bubalus bubalis*) in the humid tropics of southeastern Mexico, to identify better production alternatives that allow obtaining satisfactory and sustainable results in the long term. Therefore, interviews were conducted with producers and also an exhaustive search of bibliography in indexed journals and conference proceedings on animal science efficiency and the competitive advantages which characterize these animals for their adaptability to adverse ecosystems. The challenge of buffalo production in the Mexican tropics today is to comply with sustainability indicators: environmental, social and economic. However, it is necessary to integrate into these production units strategies that guarantee the production of meat and milk and at the same time promote the conservation of natural resources. In conclusion, the production of water buffaloes in the southeast



region of Mexico represents an important option for obtaining animal proteins, with a sustainability criterion to meet the further demand of food, but less negatively impact on the environment.

Index words: Sustainability, climate change, food.

INTRODUCCIÓN

Los búfalos de agua se dividen en dos tipos: el de río y el de pantano, ambos se clasifican como subespecies de la especie *Bubalus bubalis* y se les llamó desde el punto de vista taxonómico como *Bubalus bubalis fluvialis* para los de río y *Bubalus bubalis limneticus* para el tipo de pantano (Mitat, 2008). Estos animales son originarios de Asia, desde donde fueron llevados a África, Europa, Oceanía y por último, traídos al continente Americano. El búfalo de agua se introdujo a México en la última década del siglo XX como una alternativa para la ganadería bovina (Domínguez *et al.*, 2013) y tras casi 20 años de adaptabilidad su producción se ha extendido a estados como Veracruz, Tabasco y Chiapas (AMEXBU, 2017).

En los últimos años la introducción de búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en México, ha representado una excelente opción de producción para las zonas tropicales y subtropicales del país, debido a que constituyen una alternativa importante como fuente de proteína de origen animal, de alto valor para la alimentación humana (Almaguer, 2007). Estos animales se caracterizan por su resistencia a enfermedades y a medios hostiles, poseen una fertilidad mayor del 70%, buena capacidad de adaptación, son longevos, dóciles y consumen alimentos que transforman eficientemente en leche de alta calidad y abundante carne; atributos que hacen muy deseable a esta especie para la producción pecuaria (Hazem *et al.*, 2019). Sin embargo, para la crianza y el desarrollo de esta especie se necesita agua, sombra, disponibilidad de forrajes para el pastoreo, extensiones territoriales suficientes y un manejo adecuado para contribuir positivamente a la producción ganadera sustentable (Naveena y Kiran, 2014). Por lo tanto, las unidades de producción de búfalos en esta región del país representan una opción viable para la obtención de proteína de origen animal necesaria para cumplir con la demanda de alimentos de las futuras generaciones.

Por lo anterior, en este trabajo de revisión se expresan algunas consideraciones sobre los antecedentes y perspectivas de la crianza de los búfalos de agua en el trópico mexicano, para encontrar las mejores alternativas que permitan obtener, altos resultados productivos sin dañar el entorno, logrando incrementar los conocimientos sobre esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una serie de entrevistas a productores de búfalos y una revisión bibliográfica en revistas indizadas y memorias de congresos sobre la eficiencia zootécnica y las ventajas competitivas de estos sistemas de producción.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de búfalos como alternativa sustentable en el trópico mexicano, de acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014) y el Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2014), para el 2050 se estima un aumento del 50% en la demanda de productos de origen animal debido al crecimiento demográfico, lo que ocasionará una mayor demanda de alimentos. Ante esta situación, las cadenas productivas deben de tener un criterio de sustentabilidad para cumplir con la demanda de alimentos que necesitarán las futuras generaciones (FAO, 2014), pero sin que esto impacte de manera negativa al ambiente, e incremente la emisión de gases con efecto invernadero como el CO₂ y el metano.

Actualmente, México se encuentra ante una situación que plantea un enorme desafío: acrecentar la población de ganado Bubalino con animales que produzcan carne y leche con alto valor nutritivo. Por lo tanto, se espera que la cría de búfalos en México se convierta en una actividad regular, como la crianza de ganado bovino, caprino, ovino y porcino (AMEXBU, 2017; SAGARPA, 2017).

En este sentido, toda actividad desarrollada en los sistemas de producción de búfalos (*Bubalus bubalis*) en México representa una opción importante, debido a que estos animales no compiten con otras especies en la producción de alimentos, más bien consumen alimentos fibrosos que transforman eficientemente en leche y carne, en terrenos pantanosos e inundables, demuestran gran capacidad de adaptación cuando se crían de forma semi-intensiva en pasturas naturales en donde expresan su enorme potencial productivo (Mitat, 2008; Martine, 2015).

Situación actual de la producción de búfalos en el sureste mexicano, la producción ganadera en algunas zonas tropicales del país tiende a innovar su productividad utilizando nuevos métodos y nuevas opciones de crianza animal como es la introducción de nuevas especies en el entorno ganadero, como es el caso de la crianza de búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) con la finalidad de mejorar la producción y la oferta de carne, leche y subproductos. Esta innovación ha adquirido un aumento considerable, teniendo una gran difusión en las unidades de producción bovina de las zonas tropicales y subtropicales del país (García, 2018). Lo anterior, se debe a la capacidad que tiene la especie de aprovechar con mayor eficiencia las pasturas, presentando mejores tasas de conversión de alimentos (Rodas y Hernández, 2001).

En México existen más de 120 mil ejemplares de esta especie y tras años de adaptación su producción se ha extendido a diferentes estados de la Republica como Nayarit, Jalisco, Aguascalientes, Querétaro, San Luis Potosí, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Campeche y Quintana Roo (AMEXBU, 2017). Las tres principales razas bubalinas en nuestro país son: Mediterránea, Murrah y Jafarabadi (SAGARPA, 2017). Estos animales se han distribuido en superficies en donde las condiciones ambientales son imperantes, como suelos anegados permanentemente o con inundaciones frecuentes (Simón y Galloso, 2011).



Entre los principales productos derivados de la leche de búfala en el sureste mexicano se encuentran los quesos mozzarella, el cual es utilizado en la elaboración de pizzas; manchego natural y envinado; provolone ahumado, pero también se puede producir yogurth y cajeta (SAGARPA, 2017). La leche de búfala, es una de las leches mas ricas en materia seca, conteniendo de altos porcentajes de grasa, proteínas y minerales, menos cantidad de agua, menos cantidad de colesterol y es fuente importante de Vitamina A. En el Cuadro 1, se muestra la comparación química de la leche de búfala y de vaca.

Cuadro 1. Comparación química de la leche de búfala y de vaca.

Análisis Químico	Búfalo (%)	Vacuno en términos generales (%)
Materia seca	27.8	25
Humedad	72.2	75
Proteína cruda (Nitrógeno 6.25)	21.4	18
Extracto etéreo	4.06	5.4
Extracto libre de nitrógeno	0.08	1
Cenizas	2.26	1

Fuente: Lilia *et al.* (2018).

Cuadro 2. Comparación química de la carne de búfalo y la del ganado vacuno.

Análisis Químico	Búfala (%)	Vaca (%)
Humedad	83.87	87.64
Sólidos totales	16.13	12.36
Grasa	6.50	3.50
Proteína	3.60	3.40
Lactosa	5.20	4.75
Cenizas	0.83	0.71

Fuente: Adaptado de Mendes y De Lima (2011), Cedrés *et al.* (2002).

En cuanto a la producción cárnica, la carne de búfalo, es bastante parecida a la del vacuno, aunque tiene algunas diferencias. La grasa es en su mayoría subcutánea, lo que es saludable debido al menor contenido de colesterol (35%) y más Omega 3 y ácido linoleico, contiene 11 % más de proteínas, 10 % más de minerales respecto a la carne vacuna (AMEXBU, 2017). Los cortes clásicos que destacan de la carne de búfalo son el sirloin, T- bone, Rib eye, New York y arrachera (SAGARPA, 2017). En el Cuadro 2, se observa la comparación química de la carne de búfalo y del ganado vacuno.

El cambio climático y la producción de búfalos en el trópico, en el sureste de México, la existencia de ecosistemas frágiles, sistemas de producción insostenibles, altos niveles de pobreza y estrategias de desarrollo no acordes con las condiciones locales, entre otros factores, han convertido a esta región en una de las más propensas a sufrir los efectos adversos del cambio climático debido a que las actividades pecuarias sufren frecuentemente y cada vez con mayor intensidad, los efectos de las sequías e inundaciones (PCCCH, 2011). Por lo anterior, es urgente sentar las bases para alcanzar un incremento significativo en la productividad de la ganadería



tropical, pero sin que esto impacte de manera negativa al ambiente exacerbando la emisión de gases con efecto invernadero como el metano y el óxido nitroso provenientes de los sistemas ganaderos (Ku-Vera, 2018).

Ante este panorama los sistemas de producción de búfalos en el trópico mexicano necesitan de acciones planificadas de adaptación para enfrentar los cambios ambientales relacionados no solo con el cambio del clima y los eventos climáticos extremos, sino también con el cambio en el uso del suelo y las propiedades de los recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad) para preservar a los sistemas humanos y naturales. Estos cambios demuestran categóricamente la necesidad de actuar para mantener los servicios ecosistémicos, especialmente aquellos de vital importancia para la humanidad como: aprovisionamiento (alimentos, fibras, suministro de agua potable), regulación (regulación del clima, polinización, control de enfermedades, control de inundaciones), y apoyo (producción primaria y ciclo de nutrientes) (Magrin, 2015).

Algunas de las actividades de manejo de ecosistemas que se pueden utilizar en los sistemas de producción de búfalos con el fin de aumentar la resiliencia y reducir la vulnerabilidad, son: restauración ecológica de los ecosistemas, manejo comunitario de los recursos naturales, conservación y establecimiento de áreas protegidas, aumento de la diversidad biológica, forestación y reforestación, reducción de incendios forestales y prescripción de quemas, corredores ecológicos, conservación ex situ de semillas y bancos de germoplasma, ordenamiento territorial adaptativo, establecimiento de sistemas agropecuarios diversos con la utilización del conocimiento local y el mantenimiento de la diversidad genética, manejo integrado del recurso hídrico (reconociendo el rol de las cuencas hidrográficas, los bosques y la vegetación asociada en la regulación de los flujos de agua) (Noble *et al.*, 2014; UICN, 2012).

Efectos del cambio climático en la producción de búfalos en el trópico mexicano, el búfalo de agua (*Bubalus bubalis*), a pesar de ser un animal rústico, no está exento de los efectos desfavorables y modificaciones al ambiente, de hecho, no es un mamífero eficiente en el control de su temperatura corporal. Son esencialmente animales con inclinación a los ambientes sombreados y al agua, característica que les permite soportar el calor y la humedad particular de los trópicos. Sin embargo, presentan signos de falta de confort cuando se exponen a la radiación directa del sol en la época de verano (Marai y Haezeb, 2009). Esto se debe a que sus cuerpos absorben gran cantidad de radiación solar debido a su piel oscura y gruesa (epidermis de 6-7 mm), baja eficiencia de evaporación, su sistema de enfriamiento es pobre y presentan una insuficiente capacidad de transpiración (De la Cruz *et al.*, 2014).

Por lo tanto, el estrés calórico en los búfalos reduce el nivel de confort y ocasiona cambios drásticos en algunas funciones biológicas tales como: reducción de ingesta y utilización del alimento, metabolismo del agua, proteínas, balance de energía, minerales, reacciones enzimáticas, secreciones hormonales y metabolitos sanguíneos (Sarwar *et al.*, 2009; Pasha y Khan, 2010; Nagarcenkar y Sethi, 1981). Estas alteraciones tienen como resultado la disminución del crecimiento, producción y reproducción. Modificaciones en el comportamiento sexual de las hembras con menor presentación de celos, menores tasas de gestaciones, mayor mortalidad



embrionaria temprana y reducción en la eficiencia reproductiva; las afectaciones a los machos se resumen en aumento de la libido en las horas más frescas del día y la disminución en la calidad seminal (Marai *et al.*, 2006; Napolitano *et al.*, 2018; Berdugo-Gutierrez *et al.*, 2018).

CONCLUSIONES

Los búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) son rumiantes que actualmente juegan un papel importante en la vida de los seres humanos como fuente de leche, carne y subproductos. La resistencia a las enfermedades, la capacidad de adaptarse a condiciones climáticas diversas, la mayor digestibilidad de los pastos de baja calidad, el crecimiento más rápido y el aumento de peso corporal demuestran su versatilidad y capacidad para contribuir positivamente a la producción ganadera sostenible del trópico húmedo mexicano. En este sentido, el desarrollo de una ganadería bubalina sustentables debe de incorporar estrategias para contrarrestar los efectos negativos del cambio climático.

LITERATURA CITADA

- Almaguer, P. Y. 2007. El búfalo, una opción de la ganadería. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria 8. Disponible en línea en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807.html>.
- AMEXBU. 2017. Asociación Mexicana de Criadores de Búfalos. Disponible en línea en: <http://www.amexbu.org.mx/bufalos-es/mexico-crece-la-produccion-carne-bufalo-agua-sagarpa/>
- Berdugo-Gutiérrez, J., F. Napolitano, D. Mota-Rojas, J. Nava, C. González, J. Ruíz-Buitrago y I. Guerrero-Legarreta. 2018. El búfalo de agua y el estrés calórico. Disponible en línea en: <https://bmeditores.mx/secciones-especiales/aprendamos-juntos-del-bienestar-animal/el-bufalo-de-agua-y-el-estres-calorico-1877>
- Cedrés, J. F., A. Crudeli, G. M. Patiño, E. I. Rebak, G. A. Bernardi, A. A. Rivas y P. J. G. Barrientos. 2002. Composición química y características físicas de la carne de búfalos criados en forma extensiva en la provincia de Formosa. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar>
- De la Cruz, C. L. A., R. Guerrero, L. N. Ramírez, R. P. Roldan, S. P. Mora, M. R. G. Hernández, and D. R. Mota. 2014. The behaviour and productivity of wather buffalo in different breeding systems: a review. Veterinarni Medicina 59(4): 181-193.
- Domínguez, A. G., D. Romero, S. D. I. Martínez y H. Z. V. García. 2013. Los Búfalos de agua y las enfermedades infecciosas. Revista La Ciencia y el Hombre 26(2): 49-55.
- FAO, 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations. SAFA Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems, Guidelines (version 3.0) Rome, Italy.
- García, M. R. A. 2018. Determinación de la prevalencia a brucelosis en búfalos de agua (*Bubalus bubalis*) en cuatro unidades de producción de los estados de tabasco y Veracruz de la región tropical de la república mexicana”. Tesis de licenciatura para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista. CENTRO Universitario UAEM Amecameca. Universidad Autónoma del Estado de México. Amecameca, Estado de México. pp 6.



- Hazem, A. L. Debaky, A. Nasser, A. Kutchy, A. UI-Husna, I. Rhesti, A. Shamim, P. Bambang and M. Erdogan. 2019. Review: Potential of wather buffalo in world agriculture: Challenges and opportunities. *Applied Animal Science* 35: 255-268.
- IPCC. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU), In *Climate Change. 2014. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* Eds (Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Ku Vera, J. C. 2018. Crisis de la ganadería bovina en el trópico de México: Opciones para mejorar la eficiencia reproductiva. Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimenticia A.C. (AMPA). Memoria de congreso. Michoacán, México.
- Marai, I. F. M and A. M. A. Haebe. 2009. Buffalo's biological functions as affected by heat stress — A review. *Livestock Science* 127: 89-94
- Martine, J. P. 2015. Búfalos: una opción en Formosa. Análisis comparativo. Universidad Nacional de Formosa (UNaF) Universidad de la Cuenca del Plata (UCP). *In: XIV Congreso Internacional de Costos y II Congreso Colombiano de costos y gestión*, Medellín, Colombia.
- Magrin, G. O. 2015. Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). pp. 8.
- Mendes, J. A. y C. F. De Lima. 2011. Evaluación de canales y calidad de la carne de búfalo. *Tecnología en Marcha, Revista Especial* 24 (5) 36-59.
- Mitat, A. 2008. La producción de leche en el día de control para la selección de búfalas en Cuba. Tesis en opción al grado científico de Doctora en Ciencias Veterinarias. Centro de Investigación para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical. Ministerio de la Agricultura, La Habana. Cuba.
- Nagarckenkar, R. y K. R. Sethi. 1981. Association of adaptive traits with performance in buffaloes. *Indian J Anim Sci.* 51: 1121-1123.
- Napolitano, F., D. Mota-Rojas, J. Berdugo-Gutiérrez, M. González-Lozano, P. Mora-Medina, J. Ruíz-Buitrago y I. Guerrero-Legarreta. 2018. El bienestar de la búfala lechera al parto. *Pecuarios.com. Sección Ganadería*. Disponible en: <https://www.ganaderia.com/destacado/El-bienestar-de-la-bufala-lecheraalparto>.
- Naveena, B. M. and M. Kiran. 2014. Buffalo meat quality, composition, and processing characteristics: Contribution to the global economy and nutritional security. *Animal Frontiers*, 4(4): 18-24.
- Noble, I. R., S. Huq, Y. J. Anokhin, D. Carmin, P. Goudou, F. B. Lansigan, Osman-Elasha and A. Villamizar. 2014. Adaptation needs and options. In: *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 833-868.



- Pasha, T. N y U. E. Khan. 2010. Producción de leche de búfalo en Pakistán, en Actas del 9 ° Congreso Mundial de Búfalo (Buenos Aires), 222-230.
- PCCCH. 2011. Plan Acción ante el Cambio Climático en Chiapas. Gob. de Chiapas, ECOSUR, CI, CP, INE, SEMARNAT. 137 pp.
- Rodas, A. y P. Hernández. 2001. Rendimiento carnicero de búfalos vs. vacunos acebuados producidos a sabanas y sacrificados serialmente a cuatro edades contemporáneas, en: VI World Buffalo Congreso [memorias]. Maracaibo Venezuela.
- SAGARPA, 2017. el búfalo, animal por triple partida. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Disponible en línea en: <https://www.gob.mx/sader/es/articulos/mxalimentandomx-el-bufalo-animal-por-triple-partida>
- Simón, L. y M. Galloso. 2011. Presencia y perspectivas de los búfalos en Cuba Presence and perspective of buffaloes in Cuba. Pastos y Forrajes 34(1): 3-20.
- Sarwar, M., M. A. Khan, M. Nisa, S. A. Bhatti y M. A. Shahzad. 2009. Manejo nutricional para la producción de búfalos. Asia Aust. J. anim. Sci. 22: 1060-1068. doi: 10.5713 / ajas.2009.r.09
- UICN. 2012. Adaptación basada en ecosistemas: Una respuesta al cambio climático. Disponible en línea en: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/2012-004.pdf>.