



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC**

**DOCTORADO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**EVALUACIÓN DE BIENESTAR ANIMAL EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE BOVINOS DOBLE PROPÓSITO EN MICHOACÁN MÉXICO**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**PRESENTA**

**M.C. LUIS ALEJANDRO ROJAS SANDOVAL**

**TUTORES**

**Dr. ANASTACIO GARCÍA MARTÍNEZ**

**Dr. JAIME MONDRAGON ANCELMO**

**Dra. MARCIA DEL CAMPO GIGENA**

**Temascaltepec, Estado de México, noviembre de 2024**

## INDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTOS.....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>8</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>10</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1. La ganadería de bovinos .....	16
2.2. Sistemas de producción de doble propósito.....	18
2.3. Las características de la ganadería en la región de tierra caliente en Michoacán .....	20
2.4. Historia del bienestar animal .....	25
2.5. Definición de bienestar animal .....	29
2.6. Legislación de bienestar animal en México .....	32
2.7. Evaluación del bienestar animal.....	33
2.7.1. <i>Protocolo Animal Welfare Quality</i> .....	36
2.7.2. <i>Protocolo Animal Welfare Indicators (AWIN)</i> .....	37
2.7.3. <i>Protocolo Animal Needs Index (ANI)</i> .....	39

2.7.4 Certificación Animal Welfare Approved.....	44
2.8. Evaluación del bienestar animal en los sistemas extensivos de producción de bovinos.....	46
2.8.1. <i>Evaluación del comportamiento</i> .....	47
2.8.2. <i>Evaluación de Instalaciones</i> .....	50
2.8.3. <i>Evaluación de la Alimentación</i> .....	51
2.8.4. <i>Evaluación de la Relación humano animal</i> .....	53
2.8.5. <i>Evaluación de indicadores de salud</i> .....	54
2.8.6. <i>Evaluación durante al transporte</i> .....	56
<b>III. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>58</b>
<b>IV. HIPOTESIS .....</b>	<b>59</b>
<b>V. OBJETIVOS.....</b>	<b>60</b>
5.1. General.....	60
5.2. Particulares .....	60
<b>VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>61</b>
6.1. Área de estudio .....	61
6.2. Análisis de los datos.....	62
6.3. Recolección y análisis de datos para bienestar animal .....	63
<i>Cuadro 2. Libertad de hambre y sed de bovinos en sistemas semi-extensivos (puntaje: 0 a 15)</i> .....	64

6.4. Muestra y método de monitoreo para identificar Indicadores de salud en bovinos de unidades de producción doble propósito en trópico seco.....	68
6.5. Análisis de la información .....	69
6.6. Tipificación de los sistemas ganaderos .....	69
<b>VII. RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
7.1. Resultados generales.....	70
7.2. Publicación capítulo de libro en la XLIV Reunión Científica AMPA septiembre de 2017 Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Con el título: Tipificación de unidades de producción doble propósito en el trópico seco de Michoacán, México. ....	71
7.3. Estudios sociales y económicos de la producción pecuaria. Primera edición, junio de 2017 con el título: Los sistemas ganaderos de bovinos doble propósito en el subtrópico de Michoacán, México .....	72
7.5. Publicación de Artículo en Tropical and Subtropical Agroecosystems Indicadores de salud en bovinos de unidades de producción doble propósito en trópico seco. ....	74
7.6. Publicación de Artículo en Tropical and Subtropical Agroecosystems. La ganadería doble propósito en trópico seco: diversidad de unidades de producción y orientación productiva .....	75
<b>VIII. DISCUSIÓN .....</b>	<b>76</b>
<b>IX. CONCLUSIONES .....</b>	<b>80</b>
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Recursos destinados a los bovinos en sistemas semi-extensivos durante el manejo (puntaje: 0 a 21) .....</i>	<i>63</i>
<i>Cuadro 2. Libertad de hambre y sed de bovinos en sistemas semi-extensivos (puntaje: 0 a 15) .....</i>	<i>64</i>
<i>Cuadro 3. Libertad de comportamiento natural bovinos en sistemas semi-extensivos (puntaje: 0 a 21) .....</i>	<i>64</i>
<i>Cuadro 4. Interacción humano bovinos en sistemas semi-extensivos (puntaje: 0 a 13) .....</i>	<i>65</i>
<i>Cuadro 5. Salud de bovinos en sistemas semi-extensivos (puntaje: 0 a 34) .</i>	<i>65</i>

## RESUMEN

La ganadería de doble propósito en el trópico seco se considera una actividad económica relevante, caracterizada por la diversidad de unidades de producción (UP), por la cantidad de leche y carne que aporta, generación de empleo en zonas rurales y por la producción estacional de forraje para alimentar al ganado. Esta diversidad se refleja en las condiciones de salud y bienestar de los bovinos. El objetivo fue Tipificar los sistemas de producción de doble propósito de Michoacán y el nivel de bienestar animal. La información sobre la estructura, manejo del ganado e indicadores económicos de la UP, se obtuvo mediante encuestas estructuradas aplicadas mediante entrevista directa a 93 ganaderos. Los datos fueron analizados por métodos estadísticos multivariados. Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para estandarizar la información y un análisis clúster (AC) para tipificar UP. Para hacer la evaluación de Bienestar animal se adaptó un protocolo basado en el Índice de Necesidades de los Animales y se aplicó en 16 unidades participantes fueron 16. Se analizó las variables relacionadas con: los recursos destinados a los animales, la libertad de hambre o sed, la libertad que ofrece el sistema para que los animales muestren su comportamiento natural, la interacción de los humanos con los animales y la salud de estos. El método tiene un máximo 104 puntos en total, 5 indicadores, 32 variables que se muestran en las Cuadros de la 1 a la 5. Para el estudio de los indicadores de salud animal se recolectaron datos utilizando el protocolo adaptado de UC Davis Cow-Calf Health and Handling. Se aplicaron técnicas de estadística bivariado y multivariada (análisis de componentes principales y análisis de clúster) para analizar los datos. Se identificaron tres tipos de UP de DP: un grupo de pequeña escala orientado a la producción y venta de becerros destetados y de mayor representatividad del sistema, denominado de subsistencia (UPS); un segundo grupo con mayor orientación hacia la producción de leche y diversificación de la actividad, denominado familiar (UPF) y un tercer grupo caracterizado por mayor especialización en la venta de carne, mayor número de animales y superficie e identificado como empresarial (UPE). La evaluación de Bienestar animal en las unidades de producción en los tres sistemas se encuentra en un rango de 49 a 59% con relación al puntaje total y a la interpretación que señala

el ANI-L35/200 (Bartuseeck 1999), que cataloga con un Nivel de Bienestar Animal (NBA) a UPS y UPF (51 a 60%) como bastante adecuado y las UPE con NBA Poco adecuado (mediocre) (31 a 50%). Respecto a los indicadores de salud animal se identificaron seis factores que explican las condiciones de salud actual y pasada de los bovinos estudiados. A partir de estos, se obtuvieron tres grupos de bovinos con diferencias estadísticamente significativas en ocho indicadores clave. El Grupo 1 (G1) se caracterizó por una buena condición corporal y un estado de salud pasado favorable. El Grupo 2 (G2) mostró problemas recientes de salud, lesiones en la piel, ataques de fauna silvestre y parasitosis. El Grupo 3 (G3) presentó condiciones regulares en cuanto a salud pasada y reciente. Las UP de subsistencia y tipo familiar, predominan en estos sistemas de producción, aunque su desarrollo es limitado, mientras que las UP de mayor especialización son poco representativas del sistema ganadero en estudio, pero muestran mejores indicadores de desarrollo. EL Nivel de Bienestar animal en los sistemas productivos semi-extensivos de la región tropical del sureste de Michoacán en general son pobres situándose entre un NBA poco (mediocre) a Bastante adecuado. Lo que muestra que aún hay muchas áreas que mejorar en estos sistemas productivos. En la salud de los Hatos el Grupo 2 (G2) fue identificado como el grupo con mayores problemas de salud, mientras que el G3 mostró condiciones intermedias y el G1 agrupó a los bovinos con mejores indicadores de salud. Estos hallazgos destacan la importancia de implementar mejores prácticas de sanidad y bienestar animal en las unidades de producción para mejorar la calidad de la carne producida.

## **ABSTRACT**

Dual-purpose livestock farming at dry tropics is found considered as a relevant economic activity. Characterized by diversity of production units (PUs), milk and meat yields provides job creation at rural areas and seasonal forage production forage for cattle feeding. This diversity reflects on bovine's health and welfare conditions. Main objective of this work was to classify the dual-purpose production systems in Michoacán and the level of animal welfare. Information about the structure, livestock management, and economic indicators of the UP was obtained through structured surveys applied through direct interviews on 93 livestock farmers. Data were analyzed by multivariate statistical methods, principal component analysis (PCA) was conducted to standardize the information and a cluster analysis (CA) to classify UP. Animal Welfare assessment was drive with a protocol based on the Animal Needs Index (ANI), adapted and applied in 16 participating units. Variables related to the resources allocated to the animals, liberty of hunger or thirst, freedom allowance by the system to develop natural behavior on the animals, interaction between humans and animals (HAI), and the animal's health were analyzed. Method has a maximum of 104 points in total, five indicators, and 32 variables shown in tables 1 to 5. To study animal health indicators, data were collected using the adapted UC Davis Cow-Calf Health and Handling protocol. Bivariate and multivariate statistical techniques (principal component analysis and cluster analysis) were applied for the analysis. Three types of DP UPs were identified; a small-scale group oriented towards production and sale of weaned calves and with greater representativeness in the system, called subsistence (UPS), a second group with a greater orientation towards milk production and activity diversification, called family (UPF), and a third group characterized by greater specialization in meat sales, a larger number of animals and surface area, and identified as business-oriented. (UPE). Animal Welfare evaluation in the production units in the three systems is in a range of 49 to 59% in relation to the total score and the interpretation indicated by ANI-L35/200 (Bartuseeck 1999), which categorizes UPS and UPF (51 to 60%) with a Fairly Adequate Animal Welfare Level (NBA) and UPE with a Poorly Adequate NBA (lack) (31 to 50%). Regarding animal health



indicators, six factors were identified explaining the current and past health conditions of the studied cattle. From total, three groups of cattle resulted on statistically significant differences in eight key indicators. Group 1 (G1) was characterized by good body condition and a favorable past health status. Group 2 (G2) showed recent health problems, skin lesions, wildlife attacks, and parasitosis. Group 3 (G3) presented regular conditions regarding past and recent health. Subsistence and family-type production units predominate at these production systems, although their development is limited, while most specialized production units are underrepresented in the livestock system under study, but they show better development indicators. Animal welfare level on the semi-extensive production systems of the subtropical region at the southeast of Michoacán is generally poor, ranging from a low (Lack) to fairly adequate NBA. Indicating there are still many areas to improve in these production systems. Herd's health, Group 2 (G2) was identified as the group with the most significant health problems, while G3 showed intermediate conditions and G1 grouped the cattle with the best health indicators. These findings highlight the importance of implementing better animal health and welfare practices in production units to improve the quality of the meat produced.

## I. INTRODUCCIÓN

La presente introducción aborda el tema de la evaluación de la evaluación de bienestar animal en sistemas de producción de bovinos en Michoacán México. El incremento proyectado en la demanda de productos ganaderos para el año 2050 se explica por diversos factores, tales como el crecimiento demográfico, el aumento de los niveles de ingresos y las preocupaciones nutricionales (Herrero y Thornton, 2013). En el año 2022, México logró posicionarse como uno de los diez principales productores de carne a nivel mundial, alcanzando una producción de 2.180 mil toneladas según COMECARNE (2023). El sector ganadero se posiciona como un pilar fundamental para la economía y la seguridad alimentaria, dado que en el año 2022 aportó más de 250 000 millones de pesos al Producto Interno Bruto (PIB) de México, según datos de Statista (2024).

En México, los sistemas de producción ganadera de bovinos exhiben una notable diversidad y se categorizan de acuerdo con las regiones agroecológicas, los procedimientos de producción, los niveles de rendimiento y los productos obtenidos (Amendola *et al.*, 2005). Esta situación conduce a una marcada heterogeneidad en la industria ganadera (Hernández *et al.*, 2013).

Los sistemas de producción de ganado vacuno destinados a la carne se caracterizan por la diversidad de modalidades de explotación, las cuales requieren importantes inversiones en terrenos y ganado. Los objetivos zootécnicos varían, y pueden incluir la producción de carne con doble propósito (carne y leche) o exclusivamente carne. En estos sistemas, suele haber una predominancia de hembras destinadas a la reproducción y machos destinados al engorde, según Aguilar-Jiménez *et al.* (2023).

Los sistemas de producción de doble propósito se caracterizan por sus enfoques tradicionales de manejo, los cuales pueden ser extensivos o semi-extensivos. Las investigaciones realizadas por Albarrán-Portillo *et al.* (2015), Amendola *et al.* (2005),

González *et al.* (2006), Galina *et al.* (2003) y Rojo-Rubio *et al.* (2009) indican que en estas unidades de producción se llevan a cabo cruces entre bovinos de las razas *Bos Indicus* y *Bos Taurus*. Además, se destacan por presentar una eficiencia reproductiva baja, un incremento limitado en el peso diario de los terneros y una producción modesta de leche por vaca en cada ciclo productivo. Se describen estos sistemas como aquellos que generan leche a diario mediante el ordeño y producen carne a partir del ternero después del destete (Rojo-Rubio *et al.*, 2009).

Las zonas tropicales y subtropicales, que en México abarcan el 25.9% del territorio nacional, según el INEGI en 2014. Estas áreas poseen un significativo potencial de desarrollo socioeconómico, debido a la abundancia de recursos naturales como suelo, agua y pastos. Además, ofrecen la oportunidad de aumentar la cantidad de unidades animales en terrenos subutilizados, como señalan Magaña y colaboradores en 2006.

Las unidades de producción (UP) se distinguen por su gestión tradicional, extensiva, intensiva o una combinación de estas últimas, conocidas como semi-extensivas (Castro *et al.*, 2002; Galina *et al.*, 2003; Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Según diversos estudios (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015; Bautista-Tolentino *et al.*, 2011; Amendola *et al.*, 2005; Vilaboa y Díaz, 2009), el tamaño de las Unidades de Producción en México se asemeja al promedio de los sistemas de Producción en el mundo.

El análisis de las características de los Sistemas de Producción Diferenciada (SDP), considerando tanto su homogeneidad como su heterogeneidad, resulta fundamental para obtener información precisa que pueda ser útil en la identificación de áreas de investigación, el desarrollo de innovaciones, la transferencia de tecnologías, la formulación de políticas públicas, la clasificación de organizaciones productivas o gremiales, u otras intervenciones estratégicas que puedan mejorar la actividad y las condiciones de vida de la población rural afectada (Usai *et al.*, 2006).

Según la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), el bienestar animal se define como el estado de salud física y mental que experimenta un animal durante su vida, incluyendo el momento de su muerte. El bienestar de un animal se considera favorable cuando muestra signos de salud, comodidad, alimentación

adecuada, seguridad, capacidad para mostrar comportamientos naturales y ausencia de sensaciones negativas como dolor, miedo y angustia (OIE, 2013). Según Hughes (1976), se define como un estado de bienestar mental y físico que se alcanza mediante la armonía con el entorno del animal. Según Dawkins (1988), el bienestar se relaciona con la capacidad del individuo para llevar a cabo un comportamiento propio o característico de su especie. Fraser y Broom (1997) resaltan que el bienestar se define por la habilidad de un individuo para ajustarse al entorno. El concepto de estado de un organismo en relación con sus esfuerzos por adaptarse al entorno, según Broom (1991), es fundamental en la biología. En América tropical, Australia y las islas del Pacífico, la ganadería extensiva es el sistema más frecuente. Este tipo de ganadería se caracteriza por estar vinculado a árboles y pastos autóctonos. Durante la temporada de sequía, es común encontrar pastizales de baja calidad, los cuales están maduros y poseen una digestibilidad limitada (Améndola *et al.*, 2005).

El bienestar de los animales de granja ha sido el foco principal de la investigación, centrándose en los problemas que se consideran habituales en los sistemas intensivos. Por otro lado, el bienestar de los animales criados en sistemas extensivos ha recibido menos atención, a pesar de presentar desafíos, según Temple y Manteca (2020) y Turner y Dwyer (2007).

Los sistemas extensivos se enfrentan a diversos desafíos, a pesar de que existe la percepción equivocada de que no generan problemas en cuanto al bienestar animal (Del Campo, 2008). No obstante, se pueden identificar factores estresantes en el entorno, tales como la presencia de depredadores y condiciones climáticas adversas. Los sistemas abiertos brindan al animal la libertad de tomar acciones, según Turner y Dwyer (2007).

Dado el creciente interés en los productos derivados de la ganadería extensiva, se propone la necesidad de investigar la evaluación del bienestar animal en estos sistemas, con el fin de respaldar las afirmaciones de mayor calidad asociadas a dichos productos en comparación con sistemas que no permiten el pastoreo (Spigarelli *et al.*, 2020).

La ganadería de doble propósito en México es de gran relevancia debido a su contribución a la generación de empleo en el sector primario, la producción de alimentos a nivel local y nacional, así como el suministro de becerros para la engorda en las regiones central y norte del país. La ganadería en cuestión es de carácter tradicional, caracterizada por sistemas de producción poco sofisticados, falta de innovación y limitado entendimiento del bienestar animal. Diversos factores inciden en la baja productividad y en la reducción de los ingresos de los pequeños ganaderos, lo que resulta en un deterioro de su calidad de vida y del bienestar de los animales. Es esencial adquirir un conocimiento profundo sobre los sistemas de producción, sus distintos tipos, las disparidades y semejanzas entre ellos, así como comprender el nivel de bienestar animal que cada uno de ellos puede proporcionar.

Esta investigación pretende conocer los tipos de sistemas productivos de doble propósito en la región de subtropical de Michoacán y conocer como es el bienestar animal en este tipo de sistemas productivos.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. La ganadería de bovinos

El aumento previsto de la demanda de productos derivados de la ganadería, para 2050 se atribuye a factores como el incremento de la población, el aumento de los ingresos y las aprensiones nutricionales (Herrero y Thornton, 2013).

En el año 2022, la producción mundial de carne de vacuno alcanzó los 340 millones de toneladas, los Estados Unidos, Brasil y China, en conjunto, contribuyeron con alrededor del 51% de la producción total. Cabe destacar que la India tenía 306.7 millones de cabezas, Brasil 193.7, China 98.1, EE. UU. 92.8, Argentina 53.3, Australia 23.0, Rusia 17.7, Francia 17.4 y México 17.3 (Dias-Sousa, 2024).

El sector lácteo tiene una importancia sustancial en la economía mundial, la India lidera el número de cabezas de ganado lechero con 57.6 millones, seguida por Brasil con 15.9, Pakistán con 15.2, Estados Unidos con 9.4, Rusia con 6.5, Turquía con 6.5, China con 6.2, Nueva Zelanda con 4.8, Alemania con 3.8 y Francia con 3.2 (Dias-Sousa, 2023).

En 2022, México se aseguró un lugar entre los 10 principales productores de carne del mundo, con un rendimiento de 2.180 mil toneladas (COMECARNE, 2023). El sector ganadero se erige como una base crucial tanto para la economía como para la autonomía alimentaria, ya que contribuyó con más de 250 000 millones de pesos al PIB de México en 2022 (Statista, 2024). Durante el mismo año, el país poseía 36,3 millones de cabezas de ganado, principalmente para carne bovina, con una concentración del 55% en las regiones de Veracruz, Jalisco, Chiapas, Chihuahua y Michoacán (SIAP, 2023).

Los estados que presentaron las poblaciones más altas de ganado lechero en el año 2022 fueron: Jalisco (15%), Durango (13%), Chihuahua (12%), Laguna-Durango (11%), Coahuila (10%), Laguna-Coahuila (9%), Guanajuato (8%), Hidalgo, Puebla (7%) y Querétaro (4%) (SIAP, 2023).

En cuanto al inventario de ganado bovino de carne, Veracruz (13%), Jalisco (9%), Chiapas (8%), Chihuahua (7%), Michoacán (6%), Oaxaca (5%), Tabasco (5%), Sinaloa (5%), Sonora (5%) y Durango (4%) fueron los estados con las cifras más altas (SIAP, 2023).

Los sistemas de producción ganadera de bovinos en México presentan una diversidad significativa y se clasifican según las regiones agroecológicas, los procesos de producción, los niveles de producción y los productos resultantes (Amendola *et al.*, 2005), lo que lleva a una heterogeneidad considerable dentro del sector ganadero (Hernández *et al.*, 2013).

México cuenta con una amplia gama de sistemas de producción de ganado vacuno de carne y lechero, que abarcan sistemas de confinamiento intensivo, traspatio y pastoreo extensivo.

Los sistemas intensivos de ganado vacuno de carne en México se caracterizan por centrarse en maximizar la productividad y la calidad de la carne. Esto implica el engorde de machos jóvenes no castrados de hasta dos años, lo que resulta en atributos físicos deseables, como grasa blanca, color rojo intenso, textura suave y abundante veteado (Núñez *et al.*, 2022). Estos sistemas también incluyen los avances tecnológicos y la incorporación de insumos externos, como piensos y productos farmacéuticos. Además, suelen hacer una contribución significativa a los ingresos familiares, lo que subraya su importancia económica (Aguilar-Jiménez *et al.*, 2023).

Los sistemas extensivos de carne de vacuno en México se distinguen por la variedad de tipos de unidades de producción, en las que se realizan inversiones sustanciales en tierra y animales. Estos sistemas presentan una diversidad en cuanto a sus objetivos zootécnicos, como la producción de carne con doble propósito (carne y leche) o carne, así como la composición de sus rebaños; por lo general, predominan las hembras para la repoblación y los machos para el engorde (Aguilar-Jiménez *et al.*, 2023).

Los sistemas de producción de doble propósito en México son reconocidos por sus enfoques de manejo tradicionales, extensivos o semi-extensivos. Estas unidades suelen incluir cruces entre bovinos de *Bos Indicus* y *Bos Taurus* (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015, Amendola *et al.*, 2005, González *et al.*, 2006, Galina *et al.*, 2003, Rojo-Rubio *et al.*, 2009). También se caracterizan por una baja eficiencia reproductiva, un aumento de peso diario limitado de los terneros y una modesta producción de leche por vaca (Rojo-Rubio *et al.*, 2009).

Los sistemas lecheros de bovinos en México muestran una diversidad significativa en función de las regiones agroecológicas, los recursos disponibles y las condiciones socioeconómicas. Por ejemplo, los sistemas de producción a pequeña escala en la región central implican prácticas como corte y acarreo de pastos o pastoreo, se proporcionan suplementos alimenticios a las vacas. Estos sistemas suelen producir alrededor de 12 litros de leche por vaca al día, principalmente para los mercados locales (Pozo-Leyva *et al.*, 2022). La mano de obra familiar desempeña un papel crucial en estos sistemas (Sánchez Gutiérrez *et al.*, 2015), donde predominan las razas criollas cruzadas con Holstein, Suiza y Jersey. El ordeño manual y la inseminación artificial son prácticas comunes (Ojeda-Carrasco *et al.*, 2020).

Los sistemas de producción intensiva de leche en México se caracterizan por un alto nivel de avance tecnológico, que abarca la infraestructura, la maquinaria agrícola, las técnicas de ordeño, la conservación del forraje, la producción superior a 30 litros por vaca por día, las dietas balanceadas, el manejo de la salud de la ubre, la inseminación artificial y los sistemas de procesamiento de datos (Avilés Ruiz *et al.*, 2024).

## **2.2. Sistemas de producción de doble propósito**

En México la ganadería de doble propósito (DP) es una alternativa para la producción de carne y leche (Magaña *et al.*, 2006), es clave para la seguridad alimentaria, el empleo rural (REDGATRO, 2015) la participación laboral de la mujer



(Villarroel-Molina *et al.*, 2022) y la generación de ingresos económicos importantes para los productores (García-Martínez *et al.*, 2008).

Estos sistemas se describen como aquellos que producen leche (ordeño diario) y carne (ternero después del destete), en cada ciclo productivo (Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Se ubican en las zonas tropicales y subtropicales, representan el 25.9% del territorio nacional (INEGI, 2014), con gran potencial de desarrollo socioeconómico (Magaña *et al.*, 2006), por la cantidad de recursos naturales disponibles como: suelo, agua, pastos y la posibilidad incrementar unidades animales en superficies no aprovechadas (Magaña *et al.*, 2006).

Las unidades de producción (UP) se caracterizan por su gestión tradicional, extensiva e intensiva o la combinación de estos llamados semi-extensivos (Castro *et al.*, 2002; Galina *et al.*, 2003; Rojo-Rubio *et al.*, 2009). El tamaño de las UP en México es similar al promedio de los sistemas DP en el Mundo (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015; Bautista-Tolentino *et al.*, 2011; Amendola *et al.*, 2005; Vilaboa and Díaz, 2009). Se usan cruza de ganado *Bos Indicus* y *Bos Taurus* (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015a; Amendola *et al.*, 2005; Galina *et al.*, 2003; Magaña *et al.*, 2006; Rojo-Rubio *et al.*, 2009).

Otras características son la baja productividad de: eficiencia reproductiva, ganancia de peso diario de los becerros, producción de leche por vaca, producción de becerros (Rojo-Rubio *et al.*, 2009). Suelen ser UP donde trabajan los propietarios, aportando mano de obra familiar y pocas veces contratada.

El perfil de los propietarios de UP cuenta con más de 40 años y con bajo grado de escolaridad y experiencia (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015; García-Martínez *et al.*, 2015). A pesar de las características generales, las UP suelen ser heterogéneas debido a las particularidades propias de cada territorio, clima, tipo de propiedad de la tierra, la cultura del productor entre otros factores; lo que, hace complejo analizar cada situación en particular (Valerio *et al.*, 2004) desde un enfoque individual o de conjuntos.

Diversos estudios se han realizado para conocer características de los subsistemas y poder explicar sus diferencias, similitudes y tipos. Se ha estudiado el estatus socioeconómico de hatos que participan en programas de servicios ambientales (Mena *et al.*, 2016) el componente tecnológico y socioeconómico (Bernués y Herrero, 2008; Bidogeza *et al.*, 2007; Cortez-Arriola *et al.*, 2015; Solano *et al.*, 2000; Vilaboa y Díaz, 2009), las tendencias, dinámicas y escenarios futuros (García-Martínez *et al.*, 2008; Nainggolan *et al.*, 2013), la productividad (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015; Connell *et al.*, 2007), el manejo nutricional (Holguín *et al.*, 2004), genética (Santellano-Estrada *et al.*, 2006), los recursos naturales como el suelo y las especies forrajeras (Bautista-Tolentino *et al.*, 2011; Castro *et al.*, 2002) la descripción de las características y tipificación (Castel *et al.*, 2003; Gaspar *et al.*, 2008; Martín-Collado *et al.*, 2014; Milán *et al.*, 2006; Morgan-Davies *et al.*, 2014; Pardos *et al.*, 2008; Usai *et al.*, 2006), el análisis de las perspectivas productivas (Puebla-Albiter *et al.*, 2023), las limitaciones y las potencialidades del sistema (Absalón-Medina *et al.*, 2012), análisis representativos para la construcción y modelos matemáticos predictivos (Köbrich *et al.*, 2003).

Estudiar las características de los SDP, considerando la homogeneidad y heterogeneidad permite recabar información más precisa que puede contribuir para identificar líneas de investigación, desarrollo de innovaciones, transferencia de tecnologías, proyectos sobre políticas públicas, tipos de organizaciones productivas o gremiales (Usai *et al.*, 2006) o cualquier tipo de intervención estratégica que pueda contribuir efectivamente en la mejora de la actividad y las condiciones de vida de la población rural involucrada.

### **2.3. Las características de la ganadería en la región de tierra caliente en Michoacán**

En la ganadería de Michoacán y más específicamente en los sistemas de bovinos en las zonas de trópico seco (Tierra Caliente), se han realizado pocos estudios (Canela y Salas, 2007; Molina *et al.*, 2007; Leonard y Medina, 1988). Sin embargo, los análisis se han centrado en la descripción de la ganadería, y pocos estudios han definido los tipos de sistemas existentes a excepción de Léonar y Medina (1988),

quienes definieron 4 tipos de sistemas desde un análisis socioeconómico. Dentro de estos estudios se ha reportado que en la Región de Tierra Caliente (RTC) la actividad ganadera y sus labores culturales como el manejo del ganado se ha mantenido a pesar de los cambios sociales. En Michoacán de acuerdo con el inventario ganadero 2004 con 1, 603,103 cabezas: la región del trópico subhúmedo contribuyó 42% de la población bovina, el altiplano 24.1%, el Valle de Apatzingán 14.5%, la Ciénega con 11.9% y finalmente la región Bajío con 6.9%. (SAGARPA, 2004).

La Región de Tierra Caliente en Michoacán la constituye el trópico subhúmedo y la Región del Valle de Apatzingán con 915,369 cabezas y representa el 57% de la población total (SAGARPA, 2004).

Estas dos regiones a pesar de ser parte de la Región de Tierra Caliente, o trópico seco o trópico sub húmedo tienen diferencias de acuerdo a los sistemas de producción, ya que en la región del Valle de Apatzingán existe una tendencia a la producción de doble propósito, la utilización de insumos externos, sistemas de riego, infraestructura carretera y larga experiencia agrícola (Sánchez y Sánchez, 2005), mayor capitalización entre otros factores que permiten que exista una diferencia con la Región del Medio Balsas (Trópico sub húmedo de Michoacán).

La región subhúmeda abarcan los Distritos de Desarrollo Rural de Aguililla, Coahuayana, Huetamo, L. Cárdenas, La Huacana y algunos municipios de otros distritos como Tuzantla, y Turicato. (Sánchez y Sánchez, 2005; SAGARPA, 2004).

Esta ganadería está inmersa en varias zonas con características especiales, se encuentra entre 200 y 1,100 metros sobre el nivel del mar con pendientes de 2 al 65%, por lo que el terreno pertenece a las clases de "a nivel" o "casi a nivel", "ondulado" o "suavemente ondulado", "quebrado" o "suavemente quebrado", "cerril" y "escarpado", con suelos de origen in situ, aluvial y coluvial de profundidad somera (0 a 25 cm), media (25 a 50 cm) y profunda (mayor de 50 cm), drenaje interno de medio a rápido, pedregosidad de 2 a 60%, rocosidad de 0 a 30% y pH de 6.4 a 6.8., clima es cálido sub húmedo con lluvias en verano Awo, aw1, de acuerdo a la

clasificación climática de Koppen, con precipitación pluvial anual de 600 a 1,100 mm, temperatura media anual de 23 a 27 grados centígrados, y 6 a 8 meses secos al año con regiones con selva mediana sub caducifolia, selva baja caducifolia, selva baja espinosa (SAGAR, 2000).

Estas características ecológicas moldean la fisionomía en el sistema ya que el ganado se mantiene en pastoreo extensivo donde se aprovecha los recursos forrajeros naturales compuestos por árboles y gramíneas nativas (SAGAR, 2000; González et. al, 2006) o inducidos como los pastos tropicales introducidos en la región (SAGARPA, 2004), así como esquilmos agrícolas. La complementación alimenticia es relativamente baja y se utiliza estratégicamente para la época de sequías. Las razas ganaderas son de tipo cárnico principalmente Brahaman, Gyr, Guzerat, Pardo Suizo, Charoláis y Simental, la vocación productiva es la producción de becerros al destete, dependiendo de la disposición de forrajes. Este sistema es el principal productor para las engordas del estado u otras regiones del país (Sánchez y Sánchez, 2005).

Leonard y Medina (1988), en su estudio mencionan que las unidades estrictas de orientación ganadera son de 50 a 120 cabezas de ganado, se dedican a la producción de novillo, la estrategia de este sistema es la optimización de recursos agrícolas con pocos gastos y tienen como característica los altos costos por compra de concentrados y esquilmos para la época de estiaje.

En la caracterización hecha por Molina *et al.* (2007) el tamaño de hato en la región fue de 46.9 cabezas, y 39 cabezas para Sánchez y Sánchez (2005). Canela y Salas (2007), reportan que en los municipios San Lucas y Tuzantla el tamaño de hato es de 33.8 y 17 cabezas respectivamente.

La edad al destete se observó que en promedio es de 10.7 meses, el 83% de los ranchos tienen intervalo entre partos de 18 a 24 meses (Molina et al., 2007). Sánchez y Sánchez (2005) señalan que existe un parto cada dos años, Canela y Salas (2007), describen que las vacas están pariendo cada 31.2 meses (2.6 años) en el municipio de San Lucas y cada 21.7 meses (1.81 años) en el municipio de

Tuzantla, la diferencia es de más de 10 meses, aun siendo dos municipios de la misma región, la fertilidad observada fue de 53%. En esta zona la baja fertilidad es un problema multifactorial, donde influye la nutrición, la sanidad, el manejo de hato, las razas ganaderas, la fertilidad del toro y el número de toros por vientre, entre otros factores (Sánchez y Sánchez, 2005).

El tamaño promedio de las unidades de producción (UP) es de 105 hectáreas, de las cuales 89 son para uso ganadero, 16 son de uso agrícola y 4 son para uso forestal. Sánchez y Sánchez (2005) explican que, en este sistema, la carga animal en la Región de Tierra Caliente Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 092 se requiere de 2 a más de 3 Ha por Unidad Animal (UA), en contraste SAGAR (2000) menciona de 7.20 a 13.60 Ha por UA en la misma zona. El 92% de los ganaderos complementan las dietas de sus hatos, 71% de ellos utilizan esquilmos agrícolas, 59% utilizan alimentos balanceados y solo 69% de los productores complementan con minerales a pesar de los bajos niveles de fósforo en los suelos de la región (Sánchez y Sánchez, 2005).

Las razas de ganado en la RTC el 74% son cruza de Cebú con Suizo, el 7% cruza Cebuinas y 4% son cruza Cebú con otras razas europeas, 4% Suizos y otro 6% otras razas. (SAGARPA 2004). Existe una tendencia al cruzamiento con razas europeas por su temperamento y mejor mercado, sin embargo, el productor reconoce la adaptación del ganado Cebú a los terrenos, la distancia a fuentes de agua y resistencia a las garrapatas.

En el contexto social, la edad del productor en la citada región es de 55 años y un promedio de educación escolar de 3 años, la mayoría de las unidades de producción en Michoacán son pequeñas y son operadas por población campesina donde el sistema de producción es familiar y es la base sociocultural. En el sector primario la ganadería es la actividad que genera más empleos permanentes (Sánchez y Sánchez, 2005).

Leonar y Medina (1988) mencionan que los sistemas de producción que hay en la región son los siguientes:

a) Los sistemas que son semicapitalistas donde pocas familias concentran los medios de producción como: los tractores, vehículos, las tierras, los sementales además de que diversifican sus recursos como son la engorda de cerdos, el sistema de doble propósito, el aprovechamiento de los recursos naturales, los diversos tipos de cultivos y poseen grandes extensiones de tierra, practican el comercio con productos de consumo de la ganadería y agricultura, estos tienen también apoyo de los hijos migrantes que contribuyen a estos sistemas, de 60 al 70% de su actividad principal es comercio y tienen personal asalariado para atender a su ganadería, cuentan con un rango de 80 a 300 cabezas de ganado. La estrategia de mayor importancia de este sistema es incrementar la superficie agrícola, e invertir en el sector comercial.

b) Los sistemas de orientación ganadera estricta, son UP netamente ganaderos desde los años 50, heredaron el ganado de sus familiares, las superficies de siembra con las que cuentan son de 10 a 15 Ha de labor y cuentan de 50 a 120 cabezas cada UP, se dedican a la producción de becerro al destete, utilizan maquinarias y fertilizantes, tiene altos costos de producción por concepto de alimentación (compra de concentrados y forrajes), las estrategias del sistema se basan en la optimización de los costos de la producción forrajera, tiene la venta de leche que les genera ingresos adicionales. El principal problema de este sistema es que la polarización a la actividad estrictamente ganadera pone en riesgo la existencia del sistema por deterioro de los pastizales.

c) Otros sistemas de producción son: el de orientación mixta con superficies limitadas; los hijos recibieron en herencia áreas de hasta 5 Ha y se siembran menos de 4Has, obtiene sus principales ingresos de la ganadería de diversas especies como bovinos, cerdos, aves además de pequeños comercios rurales y renta de su mano de obra. Su estrategia es la diversificación de actividades lucrativas y su factor de optimismo es la edad del productor: (35 a 55 años).

d) El sistema de pequeñas unidades de orientación agrícola cuentan con pésimas tierras heredadas de 4Has, una o dos bestias (mulares o burros), una o dos cerdas, avicultura de traspatio, dependen del maíz que siembran y son peones

asalariados que dependen del trabajo de temporal o contratos agrícolas, son familias numerosas y los hijos son la esperanza de seguridad. La estrategia es reducir al máximo los costos de producción.

La ganadería en esta región constituye una respuesta a la necesidad de producir leche y carne a bajo costo, al mismo tiempo que generar fuentes de trabajo (Molina *et. al*, 2007). Leonard y Medina (1988), mencionan que durante la historia la ganadería ha jugado un papel importante como una actividad para la acumulación de capital y una forma de apalancamiento en el medio rural; la cual depende de la capacidad y conocimiento necesario del propietario para ejecutar estrategias de mantenimiento del ganado.

#### **2.4. Historia del bienestar animal**

El bienestar animal en la actualidad es una preocupación de la sociedad en general. Desde la antigüedad existieron civilizaciones en las que los seres humanos sentían preocupación por los animales y se hacían pronunciamientos en pro de los animales sin concebir como tal el concepto bienestar animal.

La domesticación de los animales es la primera acción relacionada con la producción, se dio hace 12 mil años, así el humano ha controlado la reproducción y la modificación genética a través de la selección y la interacción con medio ambiente. Se reconocen más de 40 especies domesticas que contribuyen al 40% de la producción alimentaria mundial (FAO, 1997).

Esta relación humano-animal que se ha dado desde que el humano practicaba carroñeo, posteriormente comenzó a cazar relacionándose con los otros cazadores naturales como los lobos quienes pudieron ser los primeros domesticados 50,000 años atrás. Una teoría sobre la domesticación del lobo señala que pudo haber sido voluntariamente cuando el humano lo toleraba cerca, alimentaba y por consecuencia se reproducía adaptándose (Koscinczuk, 2017). Este caso puede ser de los primeros vínculos de relación con el bienestar animal.

Esta relación de humano animal fue fundamental en la evolución del hombre pues el acceso al consumo de carne desde hace aproximadamente 2.5 millones de años permitió acceder a niveles adecuados de ácidos grasos que sustentaron una rápida evolución del cerebro (Urrego, 2014).

Más tarde algunos filósofos fueron haciendo sus aportes. Por ejemplo, el pensamiento pitagórico estuvo influenciado por la creencia en la relación recíproca entre humanos y animales domesticados, la condena de la crueldad relacionada con la caza y las preocupaciones sobre los efectos dañinos de una dieta centrada en la carne en el desarrollo individual (Corse, 2010).

Empédocles creía que todos los seres, incluidas las plantas, tienen comprensión o conciencia y la capacidad de pensar. Argumentó que los humanos deben abstenerse de consumir seres en alma y que deben a los animales justicia basada en el parentesco mutuo (Kalušerović, 2023).

Aristóteles apreció los complejos poderes cognitivos de los animales y reconoció su capacidad de acción voluntaria (Henry, 2018). Los puntos de vista de Aristóteles sobre la cognición animal: son consistentes con la posibilidad de amistad entre seres humanos y animales no humanos, desafiando la suposición de que los animales no pueden ser amigos debido a sus limitaciones cognitivas (McCready-Flora, 2023). San Francisco de Asís percibió a los animales de manera no instrumental y reconoció la base ontológica común y el parentesco entre humanos y animales (McDonough, 2022). La opinión de Santo Tomás de Aquino sostenía que existe una diferencia entre la animalidad bruta de los animales y la "brutalidad" de los humanos, lo que sugiere que ciertas acciones humanas degradan a los humanos por debajo del nivel de animalidad bruta (Davids, 2017). Descartes creía que los animales carecen de habilidades cognitivas y conciencia, y por lo tanto son como máquinas vivientes (Davids, 2017; Rosaleny, 2022).

Las civilizaciones antiguas tenían diferentes puntos de vista sobre el bienestar animal. En la antigua India, el concepto de "ahimsa", o no violencia, llevó a la adopción generalizada del vegetarianismo como medio para evitar la crueldad hacia



los animales (Adamson, 2023). En el mundo islámico, los filósofos musulmanes de la época clásica exploraron el tratamiento ético de los animales, basándose en el Corán y las enseñanzas del profeta Mahoma (Adamson, 2023). En ciudades antiguas como Roma, había conflictos y preguntas sobre qué animales estaban permitidos en los espacios urbanos, y las actitudes hacia los animales estaban moldeadas por experiencias en las calles (Thomas, 2017).

En Estados Unidos y Europa, el bienestar animal se asoció históricamente con una buena ganadería, pero con el auge de la agro-industrialización, el bienestar animal se vio comprometido (Rollin, 2019). En general, ha habido un cambio hacia el reconocimiento de la responsabilidad por el bienestar animal, siendo una mezcla de enfoques deontológicos y utilitarios las posiciones filosóficas comunes hoy en día (Szucs *et al.*, 2012).

En 1635 en Irlanda se dispuso una ley de protección hacia el ganado ovino y los caballos en relación con sujetar las colas de caballos a herramientas de arado y arrancar la lana de las ovejas (Montagut E., 2020). Posteriormente se fueron dando una serie de casos que buscaban el respeto o la protección de los animales. La primera ley occidental (1641) contra la crueldad animal, conocida como “El Cuerpo de Libertades”, fue propuesta en Massachusetts, se establecía procurar al que estuviera cansado, hambriento, enfermo o cojo (Armstrong *et al.*, 2001; Olalde Vázquez, 2020).

Thomas Tryon en 1963 publica un libro que habla sobre los derechos de los animales es “El camino a la salud, larga vida y felicidad” (Armstrong *et al.*, 2001) Más tarde en Inglaterra en 1824 se funda la sociedad de protección animal más antigua conocida “Sociedad para la Prevención de la Crueldad hacia los Animales” (SPCA) (Marion S. Lane y Stephen L. Zawistowsk, 2007; RSPCA, 2024). En 1822 el Reino Unido incorpora a su legislación sobre la protección animal y Francia lo hace en 1850, determinando como sanción económica y de prisión sobre actos abusivos de maltrato en contra de los animales domésticos (Olalde Vázquez, 2020). Otra organización temprana de protección animal es la Sociedad Americana para la Prevención de la Crueldad hacia los Animales (ASPCA), que fue fundada en

Estados Unidos en 1866 (ASPCA, 2024; Irwin, 2003). Estas organizaciones se establecieron para abogar por el bienestar y los derechos de los animales, y su trabajo ha tenido un impacto duradero en los esfuerzos de defensa de los animales en todo el mundo.

En 1876 en el Reino Unido surgió la primera norma sobre experimentación animal (Molina *et al.*, 2018). En la Alemania Nazi en 1933 se publica la ley contra la crueldad de los animales y más tarde las leyes de regulación de la caza (1934) y de protección de la naturaleza (1935) (Goñi, 2021). En 1959 se publica y describe las “3 Rs” (reducir, reemplazar y refinar) al desarrollar alternativas para la investigación y experimentación en animales (Russel W.M.S. y Burch R.L, 1959). Inglaterra prohíbe peleas de perros y gallos en 1654 (Marchena Domínguez, 2011) posteriormente en 1964 el autor Ruth Harrison, publica “Animal Machines” como una crítica que alentó al público británico a tomar consciencia de los abusos hacia los animales en la agricultura intensiva (Aluja, 2011). Harrison (1964) señaló que aquellos que estaban relacionados con la industria de producción animal en ese momento, con frecuencia trataban a los animales como máquinas inanimadas en lugar de individuos vivos. Este es uno de los eventos que contribuye al desarrollo del pensamiento del bienestar animal. En respuesta a esta publicación, se creó el Comité Brambell quienes señalaron sobre el bienestar animal que se ha de comprender la biología de los animales y que estos tienen necesidades, así como expresar algunos comportamientos particulares, concepción que se encuentra en el reporte Brambell como “las cinco libertades”(Rogers Brambell F. W. *et al.*, 1965) En 1979, el Farm Animal Welfare Council (FAWC) del Reino Unido estableció estas directrices (Cinco Libertades) fundamentales sobre el bienestar animal, que sirvieron como base para definir los principios que guían las buenas prácticas en el cuidado de los animales (Welfair®, 2020) Actualmente, los documentos científicos principalmente, está siendo reemplazado por el concepto de necesidades de los animales(Broom, 2016).

## 2.5. Definición de bienestar animal

La Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) señala que el bienestar de un animal se refiere a la salud física y mental de un animal mientras vive y muere. Cuando presenta signos de salud, comodidad, alimentación adecuada, seguridad, capacidad para mostrar comportamientos naturales y ausencia de sensaciones negativas como dolor, miedo y angustia, el bienestar de un animal se considera favorable (OIE, 2013). De acuerdo con Hughes (1976) lo caracteriza como un estado de salud mental y física que se logra a través de la armonía con el entorno del animal. Dawkins (1988) asocia el bienestar con la posibilidad de que el individuo pueda realizar un comportamiento típico o característico de su propia especie. Fraser y Broom (1997) destacan el bienestar en términos de su capacidad para adaptarse al medio ambiente. Según Broom (1991) es el estado de un organismo en relación con sus esfuerzos por adaptarse al entorno. McGlone (1993) propone que cuando los sistemas fisiológicos de un animal sufren alteraciones significativas que afectan su reproducción o supervivencia, el bienestar del animal disminuye. Duncan (1993), señala que el bienestar del animal depende de sus experiencias emocionales, y la salud, la ausencia de estrés y el estado físico no son suficientes para indicar un buen bienestar individualmente. Rollin (1993) añade que el bienestar incluye no solo el manejo del dolor y el sufrimiento, sino también factores como la nutrición y la alineación con la naturaleza del animal, lo que él llama; *telos*.

Hay múltiples interpretaciones de los términos y definiciones según Hewson (2003), que reflejan los cambios en la sociedad y afectan las interacciones entre humanos y animales. En la ganadería, el estrés suele ser concebido como una reacción refleja que se produce necesariamente cuando los animales se exponen a condiciones ambientales adversas, y que es causa de numerosas consecuencias desfavorables, que van desde el malestar hasta la muerte (Dantzer y Mormède, 1983). Los científicos del bienestar están todos de acuerdo en que el bienestar de los animales es mensurable y, por lo tanto, es un concepto científico (Broom y Johnson 2019).

Otros conceptos inherentes al bienestar animal son el confort animal que es similar al bienestar y antagónico al estrés, pero se define más como la temperatura

ambiente constante ideal en la que un animal no requiere ajustes fisiológicos (NRC, 1981). Por otra parte, el estrés se define como un profundo cambio fisiológico, en la condición animal, que generalmente conduce a la enfermedad (Selye, 1936).

Algunos autores catalogan el estrés en agudo y crónico (Romero y Sánchez, 2011), en donde en cualquiera de los casos el animal recibe una alerta por un factor estresante, comienza a generar una respuesta de tipo física con un comportamiento característico, una respuesta de tipo nerviosa, inmune y neuroendocrina.

El factor estresante estimula y activa los sistemas simpático y suprarrenal y la adenohipófisis (Herskin et. al, 2004), Con el estímulo el Hipotálamo libera desde la medula adrenal la adrenalina y noradrenalina (catecolaminas) las cuales le indican al animal su estado de alerta para lucha o escapar, lo que genera un aumento en la frecuencia cardíaca y vasoconstricción periférica, un aumento de glicemia y otros signos como la dilatación de la pupila, incremento del ritmo respiratorio y volumen sanguíneo. Al mismo tiempo que se estimula la liberación de catecolaminas (adrenalina, noradrenalina y dopamina) desde la médula adrenal, se liberan hormonas tiroideas (Lay et. al, 2001) y los centros la corteza cerebral, al percibir amenazas externas inician los mecanismos de respuesta por señales nerviosas que activan el factor liberador de corticotropina y la vasopresina, en el núcleo paraventricular del hipotálamo (Lay et. al, 2001). La corticotropina es liberada y es transportada por el sistema sanguíneo hacia la hipófisis anterior estimulando la liberación de la hormona adenocorticotrópica, al torrente sanguíneo para estimular la síntesis y secreción de glucocorticoides, especialmente cortisol desde la corteza adrenal (Mormède, 2007). El cortisol aumenta la disponibilidad de energía y las concentraciones de glucosa en la sangre, porque estimula la proteólisis, lipólisis, la gluconeogénesis en el hígado aumentando la síntesis de enzimas implicadas en la conversión de aminoácidos, glicerol y lactato en glucosa, aumentando la movilización de los aminoácidos desde el músculo (Muchenje *et al.*, 2009). También disminuye el transporte de glucosa y su utilización por las células, produciendo una elevación de la concentración de glucosa sanguínea hasta un 50% sobre el nivel normal (Herskin et. al, 2004). En esta compleja respuesta fisiológica se presenta un

proceso de retroalimentación negativa, permitiendo que el cortisol actúe sobre el hipotálamo y la hipófisis disminuyendo la producción de corticotropina y adenocorticotropina (Lay *et al.*, 2001). En esta etapa el organismo intenta adaptarse o afrontar la presencia de los factores que percibe como amenaza, en donde se presenta una normalización de los niveles de corticosteroides y, por ende, la desaparición del estado de estrés, etapa que se ha denominado “de resistencia o relajación”.

El estrés crónico consiste en un estado de activación fisiológica en curso, que se presenta cuando el cuerpo experimenta estrés continuo por los mismos estresores agudos, etapa en la cual el sistema nervioso autónomo rara vez tiene la oportunidad de activar la respuesta de relajación. Hay una sobreexposición a las hormonas del estrés, que alteran las funciones biológicas y producen estrés crónico y generan en el animal un problema de salud grave, que no permite su recuperación satisfactoria, en donde la intensidad y duración del sufrimiento contribuye a la severidad de la respuesta del animal y esta condición afecta la susceptibilidad a las enfermedades, o favorecer su progresión (Trevisi y Bertoni, 2009).

Aunque la respuesta al estrés es muy variable y dependiente de la capacidad de cada animal para responder, resulta evidente que si el agente estresante actúa por largo tiempo (transporte y ayuno prolongado), el efecto encontrado será mayor, sea alta o baja la capacidad de respuesta de cada animal, incluso influyendo en la función inmunológica (Sapolsky *et. al.*, 2000; Anisman, 2002).

## **2.6. Legislación de bienestar animal en México**

Desde 1924, México es un país miembro de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), donde ha asumido las obligaciones estipuladas por la Organización. La OIE, funciona como una entidad intergubernamental, tiene la responsabilidad única de formular normas relativas al bienestar animal a escala mundial. El bienestar animal está estrechamente vinculado a la sanidad animal y representa una faceta crucial de la misma. En ausencia de una estructura reguladora universal que promueva el bienestar de los animales, la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) inició la elaboración de normas internacionales en este ámbito a principios de la década de 2000, en respuesta a las solicitudes de sus Miembros (OIE, 2015).

En México el 11 de febrero de 2016, se puso en marcha la iniciativa de la Ley General de Bienestar Animal con el objetivo de establecer normas que garantizaran el bienestar de los animales en diversos contextos, incluidos la reproducción, el transporte y el sacrificio. Esta propuesta legislativa se diseñó para servir como un marco regulatorio integral destinado a proteger a los animales y mitigar su angustia. Además, se introdujeron varias enmiendas, adiciones, exenciones y disposiciones en otras leyes pertinentes, como la Ley Federal de Sanidad Animal, la Ley General sobre el Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente y la Ley General de Vida Silvestre (Gobierno de México a, 2016).

México aplica la Ley Federal de Salud Animal (LFSA), que define el bienestar animal como un conjunto de prácticas que garantizan la comodidad, la tranquilidad, la protección y la seguridad de los animales durante su reproducción, mantenimiento, utilización, transporte y sacrificio (LEY FEDERAL DE SANIDAD ANIMAL, 2007). Además, las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) sobre Sanidad Animal describen las regulaciones específicas que rigen el manejo y el bienestar de los animales (Gobierno de México b, 2016). La NOM-033-SAG/ZOO-2014 prescribe métodos para la eutanasia de animales domésticos y salvajes, la NOM-051-ZOO-1995 se centra en el trato humano durante el transporte de animales y la NOM-062-ZOO-1999 detalla los requisitos técnicos para la producción, el cuidado y el uso de animales de laboratorio. Con respecto a la legislación estatal y local, algunos

estados mexicanos han promulgado leyes especializadas sobre la protección y el bienestar de los animales. Por ejemplo, la Ley de Protección Animal del Estado de México y la Ley de Bienestar Animal del Distrito Federal incorporan medidas para prevenir y penalizar los casos de crueldad hacia los animales. Una propuesta reciente de 2024 tiene como objetivo elevar la protección de los animales a un nivel constitucional en reconocimiento de su importancia y las relaciones que establecen con los humanos. México promueve la causa del bienestar animal al instituir leyes y reglamentos que tienen como objetivo fomentar una coexistencia más equitativa y respetuosa.

## **2.7. Evaluación del bienestar animal**

Para comprender los esfuerzos de la evaluación del bienestar animal es importante entender los conceptos del término y las posiciones o escuelas de pensamiento que se han desarrollado.

Hughes (1976) propuso que el sentido del bienestar animal era que el animal estuviera en armonía con la naturaleza, o con su entorno. Por su parte Broom (1986) define que el “bienestar de un individuo es su estado respecto a sus intentos de enfrentar el ambiente en que se desarrolla”. Duncan (1993) señala que, el bienestar del animal depende de sus experiencias emocionales, y la salud, la ausencia de estrés y el estado físico no son suficientes para indicar un buen bienestar individualmente.

En contraste con la primera definición, es posible que incluso en su entorno natural el animal pueda estar comprometiendo su bienestar. Las condiciones en la naturaleza pueden provocar hambre, enfermedades, predadores y, por consiguiente, un bienestar muy pobre (Yeates, 2018). En los animales los sentimientos como el dolor, el miedo y las diversas formas de placer son a menudo parte de una estrategia de enfrentamiento y son una parte clave de su bienestar (Broom y Fraser, 2007). Por lo tanto, los animales no pueden vivir libres de experiencias negativas.

El bienestar animal debe ser evaluado de forma objetiva evitando sesgos o influencias hasta que se obtenga un resultado de la evaluación, es que se puede analizar para tomar decisiones y criterios (Broom y Johnson, 2000). Debe de realizarse utilizando un enfoque multicriterio, con varios parámetros de naturaleza fisiológica y conductual siendo analizados de manera simultánea (Serra *et al.*, 2018).

La evaluación del bienestar debe ser en ambos sentidos, calificando los factores positivos que generan tranquilidad, felicidad, estimulan el comportamiento normal y es necesario identificar y calificar los factores negativos que generan angustia, intranquilidad, depresión o estrés (Broom, 2016). Algunos protocolos establecen puntuaciones en el que se premian o descalifican factores que contribuyen o demeritan el bienestar.

La valoración del bienestar debe hacerse directamente en el individuo y a un intervalo de tiempo concreto. Por tanto, una evaluación que se hace en un tiempo corto puede no mostrar el bienestar animal negativo porque solo se observa una vez sin tomar en cuenta el estrés crónico que puede generar en bienestar animal negativo y causar impacto en la salud del animal (Broom, 2016). Al respecto se sugiere que el monitoreo de la frecuencia cardíaca, los productos suprarrenales en la sangre y el comportamiento pueden ayudar a evaluar los intentos de un animal para hacer frente a condiciones difíciles de corta duración. Por otra parte, una modificación del comportamiento, los cambios cerebrales y el uso suprarrenal están involucrados en tratar de hacer frente a condiciones difíciles que duran más tiempo (Broom, 1986). El bienestar es, por lo tanto, una característica individual durante un determinado intervalo de tiempo y se puede evaluar el estado del individuo. Por lo tanto, el bienestar varía de muy bueno a muy pobre (Broom, 2022).

La enfermedad, lesión, hambre, estímulos benéficos, interacciones sociales (positivas o negativas), condiciones de alojamiento (positivas o negativas), malos tratos deliberados o accidentales, manejo humano (positivo o negativo), transporte, procedimientos de laboratorio, mutilaciones, tratamiento veterinario (positivo o negativo), cambio genético por mejoramiento convencional o de otra índole son



algunos aspectos que se pueden identificar para la evaluación del bienestar animal (Broom, 2010). La complejidad del concepto de bienestar resalta la necesidad de realizar más investigaciones para identificar parámetros que puedan utilizarse en la evaluación y promover estados positivos que aseguren el bienestar, especialmente para los animales cautivos y de granja. La evaluación cualitativa del comportamiento (QBA) puede proporcionar información valiosa sobre las experiencias emocionales de los animales de granja y ayudar a identificar áreas de mejora en su bienestar (Cooper y Wemelsfelder, 2020; Papageorgiou y Simitzis, 2022). Adicional a esto las evaluaciones del bienestar animal realizadas por los propios agricultores podrían ser herramientas útiles por su amplia experiencia y servirían para sensibilizar a los propios agricultores con la finalidad de realizar mejoras (Hayer *et al.*, 2021).

La Organización Mundial de Sanidad Animal adoptó 10 "Principios generales para el bienestar de los animales en los sistemas de producción ganadera" para guiar el desarrollo de normas de bienestar animal. Estos principios están basados en las investigaciones sobre el tema en los últimos 50 años.

(1) cómo la selección genética afecta la salud, el comportamiento y el temperamento de los animales; (2) cómo influye el medio ambiente en las lesiones y la transmisión de enfermedades y parásitos; (3) cómo el medio ambiente afecta el descanso, el movimiento y el desempeño del comportamiento natural; (4) la gestión de grupos para minimizar el conflicto y permitir un contacto social positivo; (5) los efectos de la calidad del aire, la temperatura y la humedad sobre la salud y el confort de los animales; (6) garantizar el acceso a piensos y agua adecuados a las necesidades y adaptaciones de los animales; (7) prevención y control de enfermedades y parásitos, con eutanasia humanitaria si el tratamiento no es factible o la recuperación es poco probable; (8) prevención y tratamiento del dolor; (9) creación de relaciones positivas entre humanos y animales; y (10) garantizar habilidades y conocimientos adecuados entre los cuidadores de animales (Fraser *et al.*, 2013).

La investigación dirigida al bienestar animal, basada en el comportamiento animal, la fisiología del estrés, la epidemiología veterinaria y otros campos, complementa campos más establecidos de la ciencia animal y veterinaria y ayuda a crear una

base científica más completa para el cuidado y manejo de los animales (Fraser *et al.*, 2013).

En algunos países el gobierno cuenta con legislación para el bienestar animal, además de protocolos reconocidos que certifican este estado aunado a la investigación para validar, mejorar o incrementar los tipos de protocolos, en diferentes sistemas y especies (Serra *et al.*, 2018).

### **2.7.1. Protocolo Animal Welfare Quality**

El Protocolo de Bienestar Animal Welfare Quality es un sistema de evaluación diseñado para medir y mejorar el bienestar de los animales de granja. Está enfocado en evaluar el bienestar de bovinos, cerdos y aves de corral, considerando aspectos como el alojamiento, el manejo, la alimentación, la salud y el comportamiento de los animales (Welfare Quality®, 2019).

El protocolo se basa en cuatro principios fundamentales:

**Buen alojamiento:** Evalúa las condiciones del ambiente en el que se encuentran los animales, incluyendo aspectos como el espacio disponible, la ventilación, la temperatura y la calidad del suelo o cama.

**Buena alimentación:** Se evalúa la calidad y cantidad de alimento proporcionado a los animales, así como la forma en que se administra y su adecuación a las necesidades nutricionales de cada especie.

**Buena salud:** Se considera el estado de salud de los animales, incluyendo la prevención y tratamiento de enfermedades, el control de parásitos y la gestión de heridas u otras lesiones.

**Comportamiento apropiado:** Evalúa si los animales tienen la oportunidad de expresar comportamientos naturales, como el pastoreo, el escarbar, el anidamiento o el vuelo, según corresponda a cada especie.

El Protocolo es una herramienta estructurada y objetiva para evaluar el bienestar animal en diferentes contextos de producción, permitiendo identificar áreas de mejora y tomar medidas para garantizar un mayor bienestar para los animales de granja. Cuenta con varios protocolos para bovinos de leche, engorde, y sacrificio. Además, para otras especies en diferentes sistemas productivos.

Algunos autores reconocen la utilidad del protocolo Welfare Quality y que los indicadores pueden considerarse suficientemente válidos, confiables y factibles, sin embargo, todavía hay un número considerable de desafíos que deben estudiarse o adaptarse a las condiciones de los sistemas (Knierim y Winckler, 2009; Silva Salas *et al.*, 2021). De Vries *et al.* (2013) señalan que un número limitado de medidas en la aplicación del protocolo tuvo una fuerte influencia en la clasificación de los rebaños lecheros y sugiere que la evaluación se debe centrar en estos; tomando en cuenta suelen ser procesos lentos (Andreasen *et al.*, 2013).

### **2.7.2. Protocolo Animal Welfare Indicators (AWIN)**

El proyecto European Animal Welfare Indicators (AWIN) sucedió al proyecto Welfare Quality® de 2011 a 2015 para completar su misión desarrollando protocolos e indicadores científicos con la misma metodología para cinco especies: ovejas, cabras, caballos, burros y pavos, para identificar la forma ideal de mejorar su bienestar y garantizar la sostenibilidad futura del sector. El proyecto fue llevado a cabo por 11 instituciones de nueve países (Alemania, Brasil, España, Estados Unidos, Italia, Noruega, Portugal, Reino Unido y República Checa). Entre ellos participó el Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (NEIKER), socio del IRTA en la certificación Welfair (Welfair®, 2020).

El Protocolo de Indicadores de Bienestar Animal (Animal Welfare Indicators, AWI) es un marco de trabajo utilizado para evaluar y monitorear el bienestar de los animales en diferentes contextos, como la producción ganadera, los zoológicos y la investigación científica. Este protocolo se basa en la recopilación y análisis de indicadores específicos que reflejan el estado de bienestar de los animales, permitiendo identificar áreas de mejora y tomar medidas para garantizar su cuidado

adecuado. Los indicadores utilizados en el Protocolo AWI abarcan diversas dimensiones del bienestar animal, incluyendo aspectos físicos, fisiológicos, comportamentales y ambientales. Estos indicadores se seleccionan cuidadosamente para cada especie y situación particular, con el objetivo de proporcionar una evaluación integral y precisa del bienestar de los animales.

Algunos ejemplos de indicadores que pueden incluirse en el Protocolo AWI son:

Indicadores Físicos:

Condición corporal: evaluación del estado físico general del animal, incluyendo el peso, la musculatura y el pelaje.

Estado de las extremidades: detección de lesiones, cojeras u otros problemas que afecten la movilidad.

Temperatura corporal: medición de la temperatura para detectar posibles problemas de salud o estrés térmico.

Frecuencia cardíaca y respiratoria: indicadores de la salud cardiovascular y el nivel de estrés.

Indicadores Fisiológicos:

Niveles hormonales: análisis de hormonas relacionadas con el estrés, la reproducción y el bienestar general.

Parámetros sanguíneos: evaluación de biomarcadores como glucosa, hemoglobina, entre otros, para detectar problemas de salud o estrés.

Indicadores Comportamentales:

Comportamientos naturales: observación de actividades propias de la especie, como la alimentación, el descanso, la interacción social y la exploración del entorno.

Comportamientos anormales: detección de conductas estereotipadas, agresivas o apáticas que puedan indicar problemas de bienestar.

Respuesta al manejo: evaluación de cómo reaccionan los animales ante procedimientos de manejo, como el transporte o la manipulación humana.

Indicadores Ambientales:

Calidad del aire: medición de niveles de gases y partículas que puedan afectar la salud respiratoria de los animales.

Condiciones de alojamiento: evaluación del espacio, la ventilación, la temperatura y la iluminación en las instalaciones donde se encuentran los animales.

Calidad del agua y alimentación: análisis de la pureza y adecuación nutricional de los recursos disponibles para los animales.

El Protocolo AWI se apoya en el uso de herramientas y técnicas de medición específicas para cada indicador, así como en la interpretación experta de los resultados obtenidos. Esto permite obtener una evaluación objetiva y científica del bienestar animal, contribuyendo a la implementación de prácticas y políticas que promuevan el cuidado y respeto hacia los animales en diferentes ámbitos (AWIN, 2015).

Investigadores señalan que la confiabilidad de la mayoría de las medidas físicas y de salud se ha probado en el campo y se ha demostrado que son apropiadas para su uso en la evaluación del bienestar (Battini et al., 2021, Minnig et al., 2021; Richmond *et al.*, 2017).

### **2.7.3. Protocolo Animal Needs Index (ANI)**

El Tiergerechtheitsindex (TGI) fue desarrollado inicialmente por H. Bartussek. Traducido literalmente significa 'índice de idoneidad animal'. Su nombre en inglés es "Índice de necesidades animales" (ANI). En 1995, se publicó la versión final del TGI (TGI 35L) se convirtió en el sistema oficial para evaluar las condiciones de

alojamiento en términos de bienestar animal para granjas orgánicas en Austria (Bartussek y Leeb, 2000).

El ANI se enfoca en cinco áreas principales de necesidades animales, las cuales son evaluadas para determinar el nivel de bienestar de los animales:

Ambiente Adecuado.

Espacio disponible para el animal.

Calidad del sustrato o cama.

Temperatura y ventilación adecuadas.

Iluminación natural o artificial suficiente.

Buena Salud:

Estado físico general del animal.

Ausencia de enfermedades o lesiones.

Acceso a atención veterinaria y programas sanitarios adecuados.

Alimentación Nutritiva:

Dieta balanceada que cubra las necesidades nutricionales del animal.

Acceso continuo y adecuado a agua limpia y fresca.

Método de alimentación que permita una ingesta adecuada y sin competencia excesiva entre animales.

Comportamiento Natural:

Capacidad para expresar comportamientos propios de su especie, como el pastoreo, el descanso, la interacción social y la exploración del entorno.

Ausencia de comportamientos anormales o indicativos de estrés crónico.

Manejo Apropriado:

Procedimientos de manejo que minimicen el estrés y el sufrimiento de los animales.

Transporte y sacrificio realizados de manera respetuosa y ética (Bartussek y Leeb, 2000).

Utiliza una escala de puntuación para cada área de necesidades, permitiendo una evaluación cuantitativa del bienestar animal. Los resultados obtenidos a través de este protocolo pueden utilizarse para identificar áreas de mejora en el manejo y cuidado de los animales, así como para monitorear el impacto de intervenciones destinadas a mejorar su bienestar.

La clave para una aplicación fiable de la ANI en la finca es su repetibilidad o fiabilidad intervalador. Se debe asegurar que los parámetros cualitativos y su clasificación se sean precisos como sea posible. Las evaluaciones deben llevarse a cabo en la estación más desfavorable.

En un rebaño o sistema de alojamiento, en el que las condiciones varían mucho, el 25% los animales más afectados se van a utilizar para la evaluación en lugar de la media del grupo.

El núcleo de la ANI consta de siete hojas que han de llenar por el evaluador durante su visita a la unidad de producción. Hojas 1-5 son para las cinco categorías de evaluación antes mencionados, hoja 6 es una hoja de resumen de cálculo de la ANI-puntuación total, y la Hoja 7 es una descripción resumida de la granja. (Bartussek 2000).

Se desarrollaron protocolos para terneros, bovinos, aves ponedoras, cerdos de engorde y cerdas. No evalúa toda la gama de necesidades esenciales que los animales de granja podrían poseer. El ANI desarrollo las bases sobre las cuales se eligieron los parámetros individuales del índice y las primeras experiencias de uso del ANI en finca se detallan en Bartussek (1999).

Diversos autores lo han utilizado (Amon *et al.*, 2002; Keskin y Garip, 2023; Kottferová *et al.*, 2014; Lađarević M. *et al.*, 2015; Napolitano *et al.*, 2009; Ofner *et al.*, 2002; Popescu *et al.*, 2007; Seo *et al.*, 2007) y lo han modificado (Martini *et al.*, 2015), de acuerdo con las necesidades del sistema de producción. Herva *et al.* (2009) adaptaron el ANI construyendo 43 ítems que evalúan habilidades de locomoción, área de descanso, ambiente social, manejo, alimentación y salud de los animales durante seis meses hasta el sacrificio. Sakar *et al.* (2022) al concluir su investigación señalaron que el método ANI puede recomendarse para determinar los niveles de bienestar de granjas que tienen producción mediante métodos tradicionales y donde no es posible examinar muchos parámetros basados en animales. Kottferová *et al.* (2014) explican que la evaluación que hicieron de granjas con ANI fue muy positiva ya que el sistema es rápido y fácil de usar en la práctica. El bienestar se evalúa mediante una visita y la evaluación de los datos obtenidos. Es muy práctico y fácilmente repetible. Es ventajoso ya que permite evaluar y comparar diferentes categorías de animales (vacas lecheras y vacas en lactancia, vacas secas, en pastoreo y en corral) y toma en consideración animales con cuernos y descornados. La evaluación de los campos individuales de influencia (movimiento, contacto social, calidad del suelo, microclima, factor humano) es clara, bien organizada y permite detectar deficiencias en los respectivos campos y adoptar medidas apropiadas. La puntuación final permite clasificar la granja evaluada en una escala de bienestar de 6 categorías y comparar incluso las granjas con diferentes sistemas de instalaciones de resguardo. Sin embargo, hay que subrayar que el método debe ser complementado y ampliado por otros parámetros animales que reflejen el estado existente del animal.

Mazurek *et al.* (2010) implementaron una metodología adaptada para establecer un índice de bienestar animal (animal welfare index, AWI) basado en TGI35L2000, la mayoría de los indicadores se mantuvieron sin cambios, mientras que las puntuaciones de algunos indicadores se modificaron para adaptarse a las condiciones de Irlanda. Se agregaron nuevos indicadores y no se utilizaron indicadores irrelevantes del TGI35L/2000. El AWI osciló entre 54% y 83% de la puntuación máxima con una media de 65% (sin diferencias significativas sd).



Ninguna explotación fue calificada como "inadecuada" o "adecuada". Una explotación fue calificada como "satisfactoria", 58 como "buena", 118 como "muy buena" y 17 como "excelente".

Se encontraron una diferencia significativa ( $P < 0,001$ ) entre el AWI y el TGI35L/2000. Las puntuaciones del TGI35L/2000 fueron inferiores (media de  $59 \pm 7$  % (sd)) que las puntuaciones del AWI (media de  $65 \pm 6$  % (sd)). No se encontraron diferencias ( $P > 0,05$ ) para la categoría de locomoción. Se encontró una diferencia significativa para la categoría social con puntuaciones medias de  $37 \pm 9\%$  para el TGI35L/2000 y  $53 \pm 8\%$  para el AWI (Mazurek *et al.*, 2010).

Otros autores al comparar el método TGI35L/2000 vs medidas generales del bienestar animal obtenidas a partir de tres aspectos generales: como la vivienda, la condición física del animal y el comportamiento del animal los cuales no mostraron diferencias significativas relacionadas con pastoreo de verano, que tiende a tener un efecto positivo pero temporal en el comportamiento de los animales (Corazzin *et al.*, 2010).

En otra investigación realizada en Transilvania se estableció que solo el 12,5% de las explotaciones investigadas obtuvieron una puntuación total de ANI entre 21 y 24 puntos, lo que indica un bienestar aceptable. Este resultado deja observar que en las granjas evaluadas se requiere realizar medidas correctivas inmediatas para mejorar el grado de bienestar de la vaca (Popescu *et al.*, 2007).

Se han realizado investigaciones respecto a la repetibilidad de ANI-35 (Ofner *et al.*, 2002), las evaluaciones de bienestar animal se implementaron en 127 granjas de bovinos lecheros, terneros, cerdos de engorda y gallinas. Las evaluaciones mostraron una repetibilidad entre personas diferentes, un rango de 56 a 96% y una repetibilidad de resultados por la misma persona de 82 a 96%. Otro estudio realizado con 12 granjas lecheras en distintas ocasiones mostro una repetibilidad de resultados por la misma persona del 94% (Amon *et al.*, 2001). Los resultados respaldan que el bienestar de los animales puede ser evaluado científicamente con precisión mediante la realización de una evaluación por explotación.

La comparación de métodos como el a ANI de Austria 35 y ANI Alemán 200 da resultados similares, a pesar de que las estructuras de ambos sistemas son bastante diferentes. Esto lleva a la suposición de que cualquier tipo de instrumento de evaluación similar se podría hacer un buen trabajo, siempre y cuando los criterios considerados reflejan principalmente las necesidades de los animales (Bartussek, 1999).

#### **2.7.4 Certificación Animal Welfare Approved**

El protocolo "Animal Welfare Approved" (Aprobado por el Bienestar Animal) es un programa de certificación que se enfoca en garantizar altos estándares de bienestar animal en las operaciones agrícolas y ganaderas. Este protocolo es administrado por la organización sin fines de lucro Animal Welfare Approved (AWA), la cual establece criterios rigurosos que las granjas deben cumplir para obtener esta certificación.

El protocolo "Animal Welfare Approved" se basa en varios principios y estándares clave para promover y proteger el bienestar de los animales de granja. Algunos de los aspectos más importantes de este protocolo son:

##### **Alojamiento y Espacio:**

Las instalaciones deben proporcionar suficiente espacio para que los animales se muevan libremente, expresen comportamientos naturales y eviten el hacinamiento.

Se debe garantizar un ambiente limpio y seguro que promueva la salud y el bienestar de los animales.

##### **Alimentación y Agua:**

Los animales deben recibir una dieta balanceada y nutritiva que satisfaga sus necesidades nutricionales.

Debe haber acceso continuo a agua limpia y fresca para todos los animales.

### Manejo y Cuidado de la Salud:

Se deben implementar prácticas de manejo éticas y respetuosas que minimicen el estrés y el sufrimiento de los animales durante actividades como el transporte y la manipulación.

Se debe proporcionar atención veterinaria regular y adecuada para mantener la salud y tratar cualquier enfermedad o lesión.

### Comportamiento Natural:

Se debe permitir a los animales expresar comportamientos naturales propios de su especie, como el pastoreo, el retozo y la interacción social.

Se debe evitar el uso de métodos que causen sufrimiento o restrinjan severamente la libertad de movimiento de los animales.

### Transparencia y Verificación:

Las granjas certificadas deben someterse a inspecciones regulares y rigurosas para garantizar el cumplimiento de los estándares de bienestar animal.

La certificación "Animal Welfare Approved" proporciona a los consumidores información transparente sobre las prácticas de bienestar animal en las granjas y permite tomar decisiones informadas al elegir productos de origen animal.

En resumen, el protocolo "Animal Welfare Approved" es un sistema de certificación integral que promueve prácticas de manejo y cuidado responsables hacia los animales de granja, asegurando que se cumplan altos estándares de bienestar animal en la producción agrícola y ganadera (Greener Worlds©, 2024).

## **2.8. Evaluación del bienestar animal en los sistemas extensivos de producción de bovinos**

La ganadería extensiva es el sistema más común adoptado en América tropical, Australia y las islas del Pacífico, es una ganadería asociada a árboles y forrajes nativos, generalmente durante la época de secas se encuentran pastos de mala calidad, maduros con poca digestibilidad (Améndola *et al.*, 2005).

La investigación sobre el bienestar de los animales de granja se ha centrado principalmente en problemas que se cree que son comunes en los sistemas intensivos, mientras que el bienestar de los animales criados en sistemas extensivos ha atraído mucha menos atención a pesar de que presenta problemas (Temple y Manteca, 2020; Turner y Dwyer, 2007).

Los artículos relacionados al bienestar animal se explican que México es de los principales países de América Latina que hace publicaciones al respecto (25%), el ganado bovino fue la especie más considerada (46%) y la investigación en la etapa de granja fue el tema de mayor abordaje 76% (Gallo Carmen *et al.*, 2022).

Los desafíos que enfrenta este tipo de sistemas extensivos son múltiples, aunque, existe la idea errónea de que no presentan inconvenientes respecto al bienestar animal (Del Campo, 2008). Sin embargo, existen factores estresantes como depredadores e inclemencias del ambiente. Al ser sistemas abiertos permiten al animal la libertad de tomar acciones al respecto (Turner y Dwyer, 2007).

Teniendo en cuenta el creciente interés en los productos basados en pastos, se sugiere que la evaluación del bienestar en los sistemas extensivos para proporcionar evidencia de las mayores afirmaciones que estos productos implican en comparación a sistemas sin acceso al pastoreo (Spigarelli *et al.*, 2020) es necesario la investigación al respecto.

Diversos estudios se han emprendido para comprender el bienestar animal en sistemas doble propósito o en sistemas extensivos (Edstam, 2016a; Hernández *et al.*, 2017a; Hernández *et al.*, 2017; Hernández *et al.*, 2018; Popescu *et al.*, 2013; Spigarelli *et al.*, 2020). La mayor parte adaptando y validando Welfare Quality® Assessment protocol for cattle (Welfare Quality®, 2019). Sin embargo, la mayoría de estos métodos fueron creados para sistemas intensivos en países industrializados (Hernández *et al.*, 2017). Dado que son pocas las investigaciones de evaluación del bienestar en sistemas extensivos, se sabe poco sobre los indicadores más apropiados (Spigarelli *et al.*, 2020). Lo que lleva a la falta de protocolos estandarizados y científicamente probados para evaluar el bienestar de los animales criados en condiciones extensivas y tropicales donde predomina la agricultura familiar extensiva y las condiciones climáticas estacionales son variables (Hernández *et al.*, 2018).

### **2.8.1. Evaluación del comportamiento**

El comportamiento animal es uno de los indicadores imprescindibles de la evaluación. Al respecto Kilgour *et al.* (2012), señalan que la investigación del comportamiento animal requiere establecer el comportamiento normal como base para comparar otros comportamientos diferentes. Sin embargo, no hay estudios al respecto y en ausencia de investigaciones del comportamiento de sus ancestros, se requiere estudiar a los bovinos en pastoreo con el mínimo de intervención del humano.

En una revisión encontró 22 estudios realizados del año 1927 al 2009, reportan 40 comportamientos donde predomina el pastoreo, seguido de meditar y descansar, estas tres categorías ocupan el 90% al 95% del tiempo. Lee *et al.* (2013) compararon la preferencia del ganado ante dos entornos el Feedlot vs Pastoreo donde el ganado prefirió pasar el 75% del tiempo en el pastoreo, al respecto Kilgour *et al.* (2012) en sus estudios señalan que el 95% del tiempo, los bovinos pasan en comportamientos de pastoreo, reposo, rumiando, en posiciones de acostado, de pie y caminar.

Al parecer el pastoreo es una fortaleza para el bienestar animal. Por ejemplo, algunos de los beneficios es que el hato se mantiene junto en pastos extensivos, tanto vacas como terneros y toros estimulando el comportamiento social y natural del hato (Edstam, 2016; Hernández *et al.*, 2017). Ketelaar-De Lauwere *et al.* (1999) y (Popescu *et al.*, 2013) argumentan que cuando las vacas que tuvieron acceso y oportunidad al pastoreo presentaron un mejor nivel de BA, dado que pueden comportarse de forma más natural. No se debe descartar, que el entorno natural plantea múltiples desafíos como: parásitos, clima variable o depredación (Spigarelli *et al.*, 2020; Temple y Manteca, 2020). En un estudio realizado en Namibia durante la sequía recurrente los resultados fueron: la depredación, el envenenamiento con plantas, parásitos externos, las largas distancias caminadas para obtener agua y pasto (Kaurivi *et al.*, 2021). En contraste, Wagner *et al.* (2021) encontraron efectos positivos del pastoreo en general en los criterios "comodidad en torno al descanso", "ausencia de lesiones", "ausencia de enfermedades", "expresión de comportamientos sociales" y "estado emocional positivo".

En zonas tropicales existe la presencia predadores de mamíferos como el jaguar (*Panthera onca*) y otras especies de felinos (Charre *et al.*, 2014; Urrea *et al.*, 2016), representan un riesgo para los animales aunque es difícil que se presenten cerca de las UP sin embargo, en las zonas de pastoreo alejadas se presentan ataques al ganado, aunque los animales presentan la posibilidad de un comportamiento natural como especie es posible que tengan la oportunidad de afrontar el riesgo o disminuir los impactos de los ataques ya que se ha observado (Kluever *et al.*, 2008) que los bovinos vigilan menos contra los depredadores que los ungulados silvestres, cuanto el tamaño de hato es más grande lo hacen con mayor frecuencia, las hembras con cría y que han tenido experiencia al ser depredados duplican estos comportamientos. Dadas las condiciones de ganadería y medio ambiente que presentan estas zonas rurales es importante que los animales no pierdan este tipo comportamiento para mejorar su respuesta natural mediante la comunicación entre ellos, además se ha demostrado que el comportamiento gregario y un alto grado de sincronización en el hato puede indicar un alto nivel de BA (Napolitano *et al.*, 2010).

Otro reto en los sistemas tropicales es la hipertermia, ya que existen pruebas de que es perjudicial sobre el bienestar animal y su productividad independientemente de la raza (Silanikove, 2000). La vigilancia del Índice de humedad temperatura (IHT) es una variable importante, ya que es conocido que el rumiante no mantiene una homeotermia estricta bajo estrés de calor (Silanikove, 2000), lo que genera consecuencias productivas (Boyazoglu y Nardone, 2003), al bajar la tasa metabólica como respuesta adaptativa, y puede llegar a ocasionar la muerte (Brown-Brandl *et al.*, 2005), la presencia de sombra continua disminuye el riesgo evitando el choque de calor ya que permite mejorar la tasa de respiración y en consecuencia la termorregulación (Brown-Brandl *et al.*, 2005). . Por ejemplo, las vacas Holstein en lactación exhibían una preferencia parcial por estar en el interior de los corrales debido a la temperatura, la lluvia y la hora de la ordeña (Charlton *et al.*, 2011; Legrand *et al.*, 2009). En contraste THI encontrado en el sistema con pasto abierto y en dos sistemas con arreglo silvopastoril (Cercos vivos y Callejones) alcanzó niveles críticos. Los dos arreglos con hileras de eucaliptos no fueron capaces de eliminar el estrés por calor en las condiciones encontradas en la región norte del estado de Mato Grosso (Lopes *et al.*, 2016).

El estrés térmico motiva a bovino a la competencia social por los recursos como la sombras (Bouissou *et al.*, 2001; Deniz *et al.*, 2021). Otros autores señalan que una combinación de especies de pastoreo y árboles produce más carne por unidad de superficie por año (Manríquez-Mendoza *et al.*, 2011). Es posible que estos entornos silvopastoriles satisfacen las necesidades de los animales y generan un buen bienestar (Broom *et al.*, 2013; Huertas *et al.*, 2014; Mancera *et al.*, 2018) por tanto un entorno físico adecuado minimiza el riesgo de lesiones y enfermedades de los animales, como sugieren (Fraser *et al.*, 2013).

Estos sistemas pueden disminuir el impacto ambiental y mejorar la resiliencia ante el cambio climático que en las últimas décadas ha afectado el bienestar animal en distintas regiones del mundo como Australia (Windsor, 2021). En contraste y a pesar de la gran importancia de la sombra que aportan los árboles en los pastos para garantizar el confort térmico, pocos autores (Lopes *et al.*, 2016; Tucker *et al.*, 2008)

consideran este indicador en la evaluación de BA, se piensa que es una medida basada en los recursos destinados a los animales y no como una medida basada en los animales. No obstante, cuando se proporcionó acceso a la sombra, las vacas pasaron menos tiempo en el abrevadero y acostadas, y optaron por realizar actividades conductuales, incluido el pastoreo en la sombra, enfatizando los beneficios de los sistemas silvopastoriles para el bienestar animal (Spigarelli *et al.*, 2020). Otros autores consideran que en zonas templadas mientras existan sombras naturales como las que proporcionan los árboles en las zonas de pastoreo no es necesario un refugio artificial adicional para proteger al ganado de la carga de calor (Van Laer *et al.*, 2015).

### **2.8.2. Evaluación de Instalaciones**

La evaluación también debe tomar en cuenta el diseño de las instalaciones, corrales, embarcaderos (Temple 2008). Dependiendo del tamaño y tipo de empresa se dispondrá de instalaciones de manipulación y refugios con diferentes niveles de tecnificación (Hernández *et al.*, 2022). Un tamaño reducido de instalaciones no es suficiente, ya que reduce el espacio o individual, en consecuencia, el ganado entra en competencia, contamina el agua de los bebederos y comederos, aumenta la violencia dentro del grupo, los encuentros agonistas, entre animales por invadir el espacio mínimo individual y dificultad para memorizar las jerarquías de los miembros (Kondo *et al.*, 1989). Los recursos limitados destinados a los animales no contribuyen a garantizar la homeostasis, sobre todo en condiciones de medio ambiente extremas (Paranhos da Costa y Cromberg, 1997).



### **2.8.3. Evaluación de la Alimentación**

En los sistemas de producción tropicales de tipo extensivos con o sin presencia de árboles, tanto durante las estaciones lluviosa como seca, los animales se enfrentan a problemas nutricionales debido a la baja productividad de los pastizales, lo que lleva a problemas de BA asociados con casos de hambre y sed prolongadas, que a su vez están agravadas por problemas de estrés por calor (Tarazona *et al.*, 2013). Adicional a esto se presenta la subnutrición asociada a los ciclos ambientales, la ausencia de minerales básicos y elementos traza (McDowell, 1996), la insuficiencia de contenido nutricional en los pastos y como consecuencia pérdida de peso y baja de la condición corporal, baja eficiencia reproductiva (Costa *et al.*, 2013). Los animales pueden adaptarse aumentando el tiempo de pastoreo y/o dispersándose más ampliamente. Estos cambios de comportamiento pueden mejorar el uso de pastos de mala calidad, pero también pueden tener efectos negativos en la productividad y el bienestar (Villalba *et al.*, 2016).

La evaluación del pasto o los forrajes presentes en el potrero son una variable complicada de evaluación, debido a la variabilidad del entorno, incluso si una medida es de buena o baja calidad, su capacidad para representar la situación a lo largo de toda la temporada de pastoreo es discutible. Las vacas en pastoreo viven en un entorno muy variable, principalmente debido a las condiciones climáticas, condiciones estacionales y las prácticas de manejo, que pueden afectar factores como la calidad del suelo, la calidad y cantidad de la biomasa (Aubé *et al.*, 2022).

El agua es crucial para el bienestar de los animales, es el componente más grande del cuerpo de un animal y esencial para diversas funciones biológicas como la regulación de la temperatura y la digestión, afecta negativamente el consumo de alimento, la productividad y el bienestar animal (Nielsen *et al.*, 2020). Un estudio de ganado bovinos en lotes, reveló que hay variaciones estacionales en el consumo de agua potable entre el ganado vacuno con máximos diarios de agua por cabeza fue de 75 L/día en verano, mientras que el mínimo diario rondaba los 11 L/día en otoño. Esto indica que el ganado tiende a beber más agua durante los períodos más calurosos además que existen diferentes patrones de consumo durante el día

(Wiedemann *et al.*, 2015). La importancia de la disposición de agua en cantidad y calidad durante las 24 horas. En regiones tropicales el ganado debe tener acceso al agua de calidad lo más cerca posible, con acceso al menos dos veces por día (Silanikove, 2000), otros autores señalan que la distancia idónea recorrida a las fuentes de agua debe ser menor a 100 metros, en consecuencia, si se recorre más distancia los animales padecerán de gasto energético, pérdida de peso y menor BA (Tarazona *et al.*, 2013).

La comparación entre los subsistemas extensivos y semi extensivos en zonas tropicales muestran menores puntajes respecto a sistemas intensivos sobre la usencia de sed y hambre prologada (Hernández *et al.*, 2017). Kaurivi *et al.* (2023) encontraron que las distancias a los abrevaderos son más cortas en las granjas comerciales (2 a 4 km) que en las semicomerciales (3 a 6 km) o comunales (4 a 8 km); Las granjas comunales dan agua en los patios de las casas mientras que los sistemas comerciales colocan abrevaderos cerca de los pastoreos.

Bartlett y Kevin (2010), recomiendan que en pastos extensos o grandes superficies de pastoreo continuo donde el agua está a más de 900 pies de distancia, se debe proporcionar un tanque que contenga un mínimo del 25 por ciento de las necesidades diarias totales del hato y permita que del 5 al 10 por ciento de las cabezas beba a la vez y el tiempo de recarga del tanque debe ser de una hora o menos. Hernández *et al.* (2017a) realizaron una evaluación de BA donde contabilizaron y midieron todas las fuentes de agua de la zona donde se realizó la evaluación. Las fuentes de agua se dividieron en la presencia de fuentes en el corral de lactancia a las que los animales tienen acceso en todo momento; y fuentes del agua en el pastoreo, incluyendo fuentes naturales, como ríos, arroyos y estanques. Para una evaluación más precisa, se tomaron en consideración todos los tipos de fuentes de agua, incluidos los ríos y otras fuentes naturales, ya que el protocolo original no abarca esas fuentes. Se encontraron tres fuentes principales de agua, pozo, rio y estanques. Además, la limpieza de las fuentes de agua se evaluó de acuerdo con el protocolo original. Se consideraba limpio cuando no había evidencia de crestas de suciedad y/o residuos de alimentos presentes. En el caso de las

fuentes de agua naturales, se consideraba agua limpia cuando no había olores y/o colores anormales, y si se trataba de agua silenciosa o corriente. Los resultados mostraron que seis granjas alcanzaron el nivel de excelencia en este indicador, cuatro no alcanzaron el puntaje mínimo de aceptabilidad, y el resto obtuvo una puntuación en el nivel aceptable, pero por debajo de la puntuación media. Los resultados en este mismo estudio reportaron que sistemas intensivos obtuvieron una puntuación significativamente mayor, casi alcanzando el excelente estado de bienestar en ausencia de sed prolongada, mientras que los sistemas extensivos y semi-intensivos se situaron por encima del estado pobre. Otros autores estiman que la nutrición y la calidad del agua no se han examinado adecuadamente (Beede, 2012).

#### **2.8.4. Evaluación de la Relación humano animal**

En los sistemas extensivos la supervisión del hombre sobre el ganado es menos intensa que en sistemas estabulados, así la expresión de miedo por parte de animales, que rara vez entran en contacto cercano con los humanos, limita el valor y la practicidad de las observaciones de comportamiento como indicadores de bienestar (Turner y Dwyer, 2007).

Como consecuencia a la falta de supervisión, disminuye la relación del hombre animal, y aumenta el temperamento defensivo ante el hombre (Del Campo, 2008). Se realizan prácticas de manejo como el traslado con el uso de perros y las dificultades para realizar tratamientos sanitarios a los animales etc., son factores que afectan la relación humano animal (Temple, 2008). El manejo tradicional que hace el vaquero para atrapar con lazo, derribar y someter, técnicamente se asemeja al proceso de depredación sobre todo para animales en sistemas extensivos que no están habituados a la contención (Paranhos da Costa *et al.*, 2011), esto se considera un estrés donde el animal activa el sistema simpático adrenal y se desencadenan una cascada de eventos hormonales (Selye, 1936). Al respecto se ha medido el miedo en pruebas de aproximación donde 37 vacas (15,29%) mostraron miedo ante el acercamiento del observador (Popescu *et al.*, 2009).

Wagner *et al.* (2021) explica que el criterio “buena relación entre humanos y animales” se vio afectado por la estación, ya que todos los grupos en verano obtuvieron peor puntuación que en invierno, especialmente en explotaciones con pastoreo. (Battini *et al.*, 2011) una mayor distancia de fuga posterior al pastoreo en comparación con el inicio del pastoreo, atribuyen los resultados al cambio de manejo durante el verano con menor interacción con los humanos.

Las razas con mayor comportamiento temperamental como el Bos Indicus y la falta de manejo es un factor que puede afectar el bienestar animal. Se ha demostrado que métodos frecuentes de manejo más suaves y un test correcto de evaluación del temperamento para la selección genética mejoran la relación humano animal y pueden disminuir las pérdidas por lesiones a los animales, así como los costos de mano de obra (Becker y Lobato, 1997; Parham *et al.*, 2019). Hemsworth, (2003), ha demostrado que el comportamiento o la actitud negativa del personal hacia la interacción con animales de granja provoca altos niveles de miedo, a través de la tensión, que parecen limitar la productividad y el BA. Algunos autores señalan que (Agus y Widi 2018; Hernández *et al.*, 2022) los agricultores de subsistencia son vulnerables y carecen de acceso a mejores condiciones de vida y oportunidades, como la educación, los insumos y los servicios lo que puede contribuir a un bajo BA como consecuencia. Por ejemplo, todavía se utilizan prácticas obsoletas y dañinas, como azotar, gritar a los animales y marcar con hierro candente. Incluso en granjas de gran escala o de ingresos medianos en los trópicos, estas prácticas se pueden observar (Hernández *et al.*, 2022).

#### **2.8.5. Evaluación de indicadores de salud**

Las tasas de mortalidad, al igual que las tasas de morbilidad, pueden ser indicadores directos o indirectos del estado de bienestar animal (OIE, 2013). Cabe mencionar, que la salud de las manadas numerosas suele mejorarse a través del sacrificio de animales enfermos (Mench y James, 2012), sobre todo en casos de infecciones contagiosas. Los resultados de bienestar animal en estos sistemas han reportado que los problemas de bienestar animal más predominantes como: alteraciones de tegumentos, cojeras, secreción nasal, secreción ocular, animales

con tos, dificultad para respirar, diarrea, mortalidad y frecuencia de conductas agonísticas, se presentaron durante la temporada de lluvias (Hernández *et al.*, 2018). Cuando en los hatos con bajo número de cabezas se realiza la evaluación del bienestar animal con base en la tasa de incidencias, un número reducido de animales, con presencia de problemas relacionados con la salud (es decir, la diarrea no siempre causada por una infección) y la condición corporal tendrán un impacto considerable en la puntuación total de esa explotación, ya que un solo animal constituye entonces una proporción significativa del hato, y el resultado no es representativo y no implica que el hato este en riesgo (Hernández *et al.*, 2017).

Algunos autores han reportado problemas locomotrices menores al 3% (Edstam, 2016, Hernández *et al.*, 2017; Loberg *et al.*, 2004) lo que indica una baja prevalencia que es importante para los animales en este tipo de sistemas mantenidos principalmente en pastos y poco concreto. Hernández *et al.* (2017) reportaron que en sistemas de doble propósito más del 80% de las UP evaluadas presentaron un nivel excelente de BA respecto a libres de heridas y más del 60% de las UP con nivel aceptable de BA respecto a libre de enfermedades. Popescu *et al.* (2009) explican que sistemas extensivos de leche evaluadas: 117 (48,35%) tenían baja condición corporal; 19 (7,85%) presentaron lesiones cutáneas en diversas regiones del cuerpo; 12 (4,96%) tenían cojeras moderadas. En otra evaluación con tres tipos de subsistemas tropicales todos presentaron un nivel medio en ausencia de enfermedad y fueron colocados como por encima del nivel medio con referencia a la falta de lesiones, sin embargo, las granjas intensivas obtuvieron resultados significativamente más bajos en comparación con las extensivos y semi-intensivos (Hernández *et al.*, 2017). Wagner *et al.* (2021) encontró con tres niveles de pastoreo el criterio “ausencia de lesiones”, las fincas con pastoreo total obtuvieron mejores puntajes que las fincas con pastoreo menor o nulo. Esta buena puntuación se relacionó predominantemente con el bajo porcentaje de vacas con zonas sin pelo y de vacas con cojeras.

Aunque estas medidas son importantes, hay un sesgo de seguimiento de la salud que no permite una interpretación adecuada de las experiencias emocionales de los animales en sistemas extensivos (Turner y Dwyer, 2007).

Respecto algunas enfermedades los sistemas extensivos se enfrentan a la exposición de parásitos, exposición a cadáveres de animales muertos por enfermedad. Adicional los métodos para evitar la propagación de enfermedades pueden ser difíciles o imposibles de aplicar. Algunos sistemas de producción permiten la interacción entre animales domésticos y especies silvestres, aumentando la probabilidad de contagios y propagación de las enfermedades (Temple y Manteca, 2020). Por otra parte, pueden ser beneficiosos por ejemplo se encontró baja incidencia de enfermedades como mastitis (Washburn *et al.*, 2002).

Tarazona *et al.*, (2013) identificaron en cuatro estudios llevados a cabo en sistemas silvopastoriles intensivos (ISS) en estaciones diferentes a lo largo del año, las puntuaciones de condición corporal (CC) de animales que variaban entre 3 y 4 basadas en una escala de 1-5, indicando que los animales mantenían un CC adecuado y sugiriendo una mejoría en BA en relación con los sistemas de pastoreo convencionales. Por otra parte, los animales en sistemas extensivos de convencionales suelen mostrar serios problemas de pérdida de CC durante las estaciones lluviosa y seca, que se deben al hambre. Hernández *et al.* (2022) explica que, en comparación con el ganado en sistemas de producción intensivos, el bienestar y la salud de las pezuñas del ganado criado en pastizales son generalmente mejores que los del ganado europeo alojado en interiores.

#### **2.8.6. Evaluación durante al transporte**

Fisher *et al.* (2009) sugieren en los sistemas extensivos se deben gestionar 3 principales categorías de riesgos respecto al transporte: (1) estrés y miedo debido al manejo, la carga y las condiciones y novedad del transporte; (2) desafíos de hidratación, energía y fatiga que aumentan con la duración del transporte; y (3) riesgos para el confort térmico y la integridad física de los animales. Estos factores

afectan el bienestar animal sobre todo en sistemas extensivos en los que los animales tiene poca experiencia con el manejo.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

Debido a la relevancia de la ganadería de doble propósito en México, para la creación de empleos en el sector primario, la producción de alimentos a nivel local y nacional, la importancia de la producción y suministro de becerros para la engorda en las regiones central y norte del país. Al mismo tiempo, es una ganadería tradicional con sistemas de producción rústicos, poco nivel de innovación y escaso conocimiento sobre el bienestar animal, y en la que una variedad de factores contribuye a la baja productividad y a la disminución de los ingresos de los pequeños ganaderos, deteriorando su calidad de vida y el bienestar de los animales. Es fundamental comprender los sistemas productivos, los tipos de sistemas, las diferencias, similitudes y conocer el nivel bienestar animal que aportan.



#### **IV. HIPOTESIS**

Los sistemas de producción de doble propósito en Michoacán son diversos de acuerdo con las características particulares, aunque guardan ciertas características generales que comparten y al ser sistemas semi-extensivos y manejados por sus propietarios proporcionan niveles adecuados de bienestar animal.

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. General**

Tipificar los sistemas de producción de doble propósito de Michoacán y el nivel de bienestar animal.

### **5.2. Particulares**

Tipificar los sistemas de producción de bovinos doble propósito en el Trópico seco de Michoacán.

Evaluar los niveles de bienestar animal que proporciona los sistemas de doble propósito.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Área de estudio

El trabajo se realizó en Municipio de Huetamo, ubicado al sureste del estado de Michoacán, México. Colinda al norte con los municipios de Turicato, Carácuaro y Tiquicheo de Nicolás Romero; al este con Tiquicheo de Nicolás Romero y San Lucas y el estado de Guerrero; al sur con el estado de Guerrero; al oeste con el estado de Guerrero y los municipios de Churumuco y Turicato. Se localiza en las coordenadas geográficas 18°26' y 18°53' Norte y 100°49' y 101°30' Oeste, a una altitud entre 200 y 1700 msnm. Presenta un clima tropical (Aw) y seco estepario (BSh) según de la clasificación de Köppen, con lluvias en verano. Una precipitación pluvial anual de 975.5 mm y temperaturas entre 20.8 a 37. 1° C (INEGI, 2009). El municipio cuenta con 2,063.6 km<sup>2</sup> de superficie que representa 3.5% del total de Michoacán. De esta superficie, 21.7% se destina a la agricultura, 16.4% son pastizales, 58.8% es selva, 2.4% bosque que se aprovecha en la alimentación del ganado y, 0.7% es zona urbana. Dominan los bosques tropicales espinosos con huizache (*Vachellia farnesiana*), cardón (*Pachycereus pringlei*), amole (*Ziziphus mexicana*), cueramo (*Cordia elaeagnoides*) y tepemezquite (*Lysiloma divaricatum*). La superficie forestal maderable es ocupada por parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y cueramo (*Cordia elaeagnoides*).

Muestra de unidades de producción (up) y recolección de datos para tipificación

La muestra de UP se obtuvo mediante muestro aleatorio simple de acuerdo con la fórmula  $n = N / (1 + N * [0.1]^2)$  de Hernández *et al.*, (2004) con 95% de confiabilidad. Se obtuvo de un censo de 1800 UP registradas en la asociación ganadera del municipio. En función de la población, mediante entrevista directa se aplicó un cuestionario semiestructurado a 93 productores, para obtener información de estructura, manejo y gestión del hato, disponibilidad de mano de obra y aspectos socioeconómicos de la actividad.

## 6.2. Análisis de los datos

Los datos obtenidos fueron analizados por métodos estadísticos multivariados. Se realizó un análisis factorial por componentes principales (ACP) con el método de Ward y distancia euclídea al cuadrado para estandarizar la información con 18 variables de acuerdo con Rojas-Sandoval *et al.* (2024-EN PRENSA): Edad del ganadero (años), Educación del ganadero (años), Antigüedad de la UP (años), Unidades de Trabajo Año (UTA), %Superficie para pastoreo/SAU, Número de vacas, Unidades ganaderas bovino (UGB), %vacas/UGB, Otras especies de animales (UA), Número de terneros nacidos, Edad de destete del ternero (días), Peso de destete del ternero (kg), Número de vacas en ordeño, Producción de leche (L/vaca), Costo total, Activos totales, Subsidios totales y Margen Bruto. Previo a este análisis, se realizó una prueba de normalidad de las variables a partir de la prueba de Kolmogorov-Smirnov con la corrección de Lilliefors (K-SL) de acuerdo con las indicaciones de Pedrosa *et al.* (2015), misma que es necesaria para la obtención de resultados confiables. Con las regresiones o coordenadas de las variables originales en los primeros factores obtenidos en el ACP a partir de las variables introducidas al modelo y que explicaron el mayor porcentaje de la varianza total, se realizó un Análisis Clúster (AC) jerárquico para tipificar UP, considerando el método de conglomeración de Ward y como intervalo, la distancia euclídea al cuadrado, siguiendo las indicaciones de Hair *et al.* (1998). El análisis económico se realizó mediante la metodología de presupuestos por actividad, para obtener información de costos de producción e ingresos por venta de productos. Asimismo, se obtuvieron los indicadores financieros; margen bruto (MB), MB/vaca/año, MB/ha/año y MB/UTA/año, MN, MN/día y la relación beneficio-costos, de acuerdo con las indicaciones de Correa-Mejía *et al.* (2021). Finalmente se obtuvieron los promedios de las variables de cada grupo, tanto de las incluidas en el modelo como de otras variables que se denominaron complementarias para la interpretación y descripción adecuada de los grupos obtenidos.

### 6.3. Recolección y análisis de datos para bienestar animal

Se invito a los productores a participar en la evaluación de bienestar animal in situ de las unidades de producción. Para este proceso se pactó hacer un manejo del ganado para poder observar el arreo del potrero a las instalaciones de manejo y la llevada arreando nuevamente al potrero. Las unidades participantes fueron 16, de las cuales 4 son del tipo de UPS, 8 UPF y 4 UPF.

Para hacer la evaluación de Bienestar animal se adaptó un protocolo basado en el Índice de Necesidades de los Animales donde se analiza los recursos destinados a los animales, la libertad de hambre o sed, la libertad que ofrece el sistema para que los animales muestren su comportamiento natural, la interacción de los humanos con los animales y la salud de estos. El método tiene un máximo 104 puntos en total, 5 indicadores, 32 variables que se muestran en las Cuadros de la 1a la 5.

Cuadro 1. Recursos destinados a los bovinos en sistemas semi-extensivos durante el manejo (puntaje: 0 a 21)

Puntos	Espacio individual por vaca en el corral de manejo (m <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	Nivelación de corral <sup>b</sup>	Tipo de suelo en corral <sup>c</sup>	Superficie de techumbre en corral/animal (m <sup>2</sup> ) <sup>d</sup>	Disponibilidad de agua en corral <sup>e</sup>	Espacio en el pesebre del corral de manejo (cm/cabeza) <sup>f</sup>	Diseño y materiales del corral y manga <sup>g</sup>
3	más de 10 m <sup>2</sup>	piso nivelado	de tierra	>3m <sup>2</sup>	0.2> m <sup>3</sup>	0.4 m lineales	funcional
2	de 3 a 5 metros <sup>2</sup>	con poca pendiente		1.5 a 3 m <sup>2</sup>	<0.2 m <sup>3</sup>	0.3 m lineales	
1			tierra y piedras	<1.5 m <sup>2</sup>			con áreas de mejora
0	menos de 3 metros	con pendiente y riesgo de caída	pedregal	Sin techos	sin agua	0.1 m lineales	sin corral

a)El tamaño de corral dividido entre el número de cabezas, b) se considera 3 puntos a pisos planos sin pendientes, c) se asigna un punto cuando el piso tiene un exceso de piedras que pueden causar lesiones, d) se miden el tamaño de los techos que proporcionan sombra dentro del corral y se dividen entre el número de cabezas, e) Se mide el tamaño de bebederos en sus tres dimensiones para obtener el volumen y se divide entre el número de cabezas, f) se mide el largo de pesebre dividido entre el número de unidades animal, g) se asigna un punto cuando el corral tiene problemas en su construcción o fallas

**Cuadro 2. Libertad de hambre y sed de bovinos en sistemas semi-extensivos (puntaje: 0 a 15)**

Puntos	Distancia que recorre para llegar al agua en potreros (m) <sup>a</sup>	Calidad del agua en potreros <sup>b</sup>	Complementación alimenticia <sup>c</sup>	Complementación adicional <sup>c</sup>
4	<500m		Piensos y forraje	Minerales y vitaminas
3	500 a 1000m	Agua limpia	Forrajes	Minerales
2				
1	1001 a 1500m	Agua sucia		Sal común
0	>1500m		Sin complementación	Sin complementa

a) Se midió la distancia de las zonas de donde se encontraba el ganado a las zonas de abrevadero, b) se consideró agua sucia en general y que estuviera estancada, c) se revisó la presencia de piensos e insumos en la bodega de alimentos además de la información proporcionada por el dueño de la UP.

**Cuadro 3. Libertad de comportamiento natural bovinos en sistemas semi-extensivos (puntaje: 0 a 21)**

Puntos	Índice de humedad temperatura (IHT) <sup>a</sup>	Ataques por depredadores	Mortalidad de adultos (%) <sup>b</sup>	Mortalidad de becerros (%) <sup>b</sup>	Interacción social de la manada	Tipo de terrenos de pastoreo <sup>c</sup>
4	-	-	0%	0%	Manada completa	-
3	<74	Sin ataques	-	-	-	Planos
2	75 a 78	-	-	-	hato sin toro	-
1	79 a 83	-	<5%	<5%	-	Lomeríos
0	>84	Con ataques	5%>	5%>	Separación lotes o por edad	Montañas y barrancas

a) el IHT se calculó obteniendo la temperatura y la humedad relativa con la fórmula de Thom, E. (1959), b) la mortalidad se estimó con base en la información de los registros de ciclo productivo anterior, c) se evaluó por observación la dificultad para caminar que pudieran tener los animales

Cuadro 4. Interacción humano bovinos en sistemas semi-extensivos (puntaje: 0 a 13)

Puntos	Técnica de manejo en corrales	Número de vacas que se dejan tocar <sup>a</sup>	Distancia de fuga promedio (m) <sup>a</sup>	Desempeño general de la mano de obra
4	Arreo calmo			
3		3		Manejo adecuado
2	gritos y contacto físico	2	<1	
1		1	1 a 3 m	
0	golpea lazo o violencia	0	>3 m	No adecuado

a) Se realizó una prueba de proximidad para determinar distancia de fuga, se cuantificó el número de vacas que se dejaron tocar y el promedio de distancia de fuga de cada intento

Cuadro 5. Salud de bovinos en sistemas semi-extensivos (puntaje: 0 a 34)

Puntos	Parásitos externos †	Mordedura de murciélago †	Cojeras †	Secreción nasal †	Tos †	Secreción ocular †
4						
3	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	1 a 5%	1 a 10%	1 a 10%	1 a 10%	1 a 10%	1 a 10%
1	5 a 10%		11 a 20%	11 a 20%	11 a 20%	11 a 20%
0	>10%	>10%	>20%	>20%	>20%	>20%

† Para todos los casos se cuantificó el signo en cada animal y se estimó la prevalencia con respecto a los animales revisados

Para poder hacer la revisión individual, se acordó con el ganadero hacer un manejo preventivo de inmunización del ganado. Para ello se acordaron las fechas de visita. Durante la visita se recogieron los animales del potrero de pastoreo. Una persona calificada (evaluador) realizó la aplicación de las hojas de evaluación de todas las UP. En el potrero se realizó una caminata previa o posterior al manejo para observar fuentes de agua, tipo de terrenos, pastos, composición del hato y otras variables. Tres personas calificadas realizaron el manejo de inmunización. Personal de la UP realizó el arreo, encierro a los animales, alimentación y los manejos cotidianos de la granja.

Se midieron las instalaciones como el corral de manejo(m<sup>2</sup>), se evaluó la nivelación de corral por observación simple determinado si tenía pendiente o no, el tipo de suelo en corral se evaluó por observación simple verificando si solo era tierra suelta o si había pedregales, se midió la superficie de techumbre en corral, se observó la disponibilidad de agua en corral, se midió el espacio lineal de pesebre (m) y finalmente por observación simple se evaluó durante el manejo la funcionalidad en general del corral para poder hacer un adecuado trabajo sin maltratar a los animales. Las medidas tomadas se relacionan con el inventario del hato de cada UP para obtener promedios individuales de medidas métricas por/cabeza.

En los potreros se midió con GPS Garmin la distancia zonas descanso (sombreaderos) a las fuentes de agua(m), se observó la calidad del agua disponible en potreros. En las UP se preguntó los tipos de complementación que dan al ganado y se verificó el tipo de complementación alimenticia y adicional como vitaminas y minerales que dan a los animales.

En todas las UP se tomaron las temperaturas ambientales y de humedad con termómetro e higrómetro en zonas directas al sol para determinar el índice de humedad-temperatura (IHT) con la fórmula  $IHT = (0.8 \times T) + (H/100) \times (T - 14.4) + 46.5$  propuesta por Thom, (1959). Durante la entrevista se preguntó: ¿cuántos ataques de depredadores se había tenido en el último año? y ¿cuántas muertes causaron dichos ataques? Se preguntó: ¿cuántas muertes en adultos y cuántas en jóvenes se habían tenido en total en el último ciclo productivo? Con esta información se



relación con el inventario de hato para determinar la mortalidad de adultos (%) y la mortalidad de becerros (%). Durante la visita a potreros se observó la interacción social de la manada para observar si se mantiene juntos o divididos por categorías, también se observó los tipos de terrenos de pastoreo verificando la dificultad para caminar que pudieran tener los animales.

Durante la evaluación se observó la técnica de manejo en corrales verificando si se hace un manejo calmado, y eficiente, o si se usan gritos, golpes o incluso el uso de arreador eléctrico. Dentro del corral el evaluador realizó una prueba donde se acerca a de forma individual cada uno de 3 bovinos en total intentando tocar dando pasos hasta que el bovino se fuga, mide la distancia del último paso hasta donde tenía posicionada el animal la pata delantera, a esto se le llama distancia de fuga se obtiene el promedio de tres animales para este indicador y también se cuantifica el número de vacas que se dejan tocar. Se califica el desempeño de manejador respecto su forma de dirigir el animal durante las instalaciones, el uso correcto de lazos, el manejo eficiente sin provocar amontonamientos y accidentes.

Se evaluó a la totalidad de los animales con ayuda de 3 personas que realizaban la vacunación, quienes verificaban por ambos lados de la manga de manejo los diferentes signos físicos: Parásitos externos, mordedura de murciélago, cojeras, secreción nasal, tos, secreción ocular, dificultades para respirar, heridas recientes, diarrea, heridas antiguas en piel y vacas flacas con base a condición corporal. Se cuantificaron la prevalencia con base al número de animales evaluados.

Toda la información se registró en los formatos del protocolo y se capturo en bases de datos para ir clasificando de acuerdo con el puntaje establecido en el protocolo. Se determinaron los puntos por indicador y el total para determinar el % de Bienestar animal que aporta cada UP. Para catalogar este porcentaje se utilizó la escala de evaluación del ANI L35/2000.

- Muy adecuado con respecto al bienestar >75%
- adecuado con respecto al bienestar 61-75%

- bastante adecuado con respecto al bienestar 51-60%%
- poco (mediocre) adecuado con respecto al bienestar 31-50%
- escasamente adecuado con respecto al bienestar 16-30%
- no es adecuado con respecto al bienestar 0-15%.

#### **6.4. Muestra y método de monitoreo para identificar Indicadores de salud en bovinos de unidades de producción doble propósito en trópico seco**

Se evaluaron bovinos de 16 UP, a las que se tuvo acceso con autorización de los propietarios. La población total en las 16 UP era 1,016 bovinos mayores de un año (en promedio 63.5 vacas/UP). Para el estudio se tomó una muestra de 347 bovinos (95% de probabilidad y error de 10%), seleccionados en un muestreo simple al azar (AWIN, 2015). Los animales se evaluaron en tiempo de estiaje o sequía (mayo) en el corral de manejo.

A través de la adaptación del protocolo de UC Davis Cow-Calf Health and Handling (Simon *et al.*, 2016) se evaluó la presencia de 15 indicadores de salud: 1) garrapata, 2) mordida de murciélago, 3) claudicación, 4) cicatrices/costras, 5) heridas recientes, 6) condición corporal (1-5), 7) vacas delgadas (condición corporal  $\leq 2$ ), 8) lesiones en la piel por ectoparásitos (hiperqueratosis, alopecia), 9) secreción nasal, 10) tos, 11) disnea, 12) secreción ocular, 13) diarrea, 14) papiloma y 15) abscesos. Las evaluaciones se llevaron a cabo mediante inspecciones visuales a una distancia de entre 2 y 4 metros. Se realizaron registros de la presencia de cada indicador en los animales observados.

## **6.5. Análisis de la información**

Para el análisis de la información se utilizaron métodos de estadística bivariados y multivariada. Se realizó un Análisis Factorial de Componentes Principales (ACP) con 12 de los 15 indicadores señalados anteriormente (1-6, 8-9, 11-12, 14-15) para la reducción de información (Palacio *et al.*, 2020); el ajuste de los datos a esta técnica de análisis fue corroborado mediante la prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett (Bartlett, 1951; Kaiser, 1974). Los valores de carga para cada variable original más tres variables complementarias fueron ajustadas para realizar un Análisis de Clúster (AC) para la tipificación de los grupos (Zeltermán, 2015). En la comparación de las medias entre grupos se utilizó un Análisis de Varianza (ANOVA) para las variables con distribución normal y Kruskal Wallis para las variables con distribución diferente que la normal (Zar, 1999).

## **6.6. Tipificación de los sistemas ganaderos**

En el ACP se identificaron seis factores que explicaron 82.3% de varianza total ( $p < 0.000$ ), con media de adecuación y bondad de ajuste de Kaiser Meyer Olkin (KMO) de 0.676. Del AC se obtuvieron tres grupos, que por sus características se identificaron como UP de subsistencia (UPS), UP familiares (UPF) y UP empresariales (UPE).

## VII. RESULTADOS

### 7.1. Resultados generales

En la tipificación de las Unidades de producción del sistema doble propósito del Trópico seco de Michoacán se identificaron tres tipos de unidades de producción de doble propósito, subsistencia, familiar y empresarial. Las UPS son las más representativas. Las UPF familiar se centran en la producción y diversificación de la leche. Las unidades de producción empresarial están especializadas en la venta de carne.

La evaluación de bienestar animal en sistemas ganaderos de doble propósito, los tres subsistemas: fueron analizados con un índice de necesidades de los animales (ANI 35 L adaptado). Las UPF obtuvieron la puntuación más alta en bienestar animal. Es necesario mejorar los indicadores de bienestar para los sistemas doble propósito en trópico seco. Las puntuaciones más altas se obtuvieron en recursos vinculadas a un mejor bienestar animal. Los tres sistemas de doble propósito mostraron niveles de bienestar similares a pesar de las diferencias socio-económicas. Más del 60% de los animales mostraron signos de desnutrición, lo que indica un estrés prolongado.

Los indicadores de salud en Bovinos de sistemas de producción de doble propósito en trópico seco fueron analizados con por medio de Clúster (AC), se obtuvieron tres grupos distintos de bovinos que tuvieron un grado de asociación de los seis factores del Análisis de Componentes Principales (ACP) con los grupos obtenidos en el AC ( $p < 0.005$ ).

El grupo 1 tenía los mejores indicadores de salud, el grupo 2 mostró la mayoría de los problemas de salud asociados a una mayor incidencia de garrapatas, mordidas de murciélago, lesiones en la piel, heridas recientes, secreción ocular y diarrea y el grupo 3 tenía problemas de salud intermedio.

Los análisis bivariados mostraron disparidades significativas entre los grupos, lo cual corrobora la presencia de problemas de salud en el grupo G2.

## VIII. DISCUSIÓN GENERAL

Los sistemas doble propósito estudiados, se caracterizaron con ganaderos propietarios mayores de 53 años, edad similar en estudios relacionados con la actividad en zonas tropicales (Albarrán-Portillo *et al.*, 2015; Bautista-Tolentino *et al.*, 2011; Chalate-Molina *et al.*, 2010; Leos-Rodríguez *et al.*, 2008; Vilaboa y Díaz, 2009). Los ganaderos de las UPE fueron los de mayor edad y nivel de educación, lo que coincide con a la aseveración de Gutiérrez *et al.* (2015) y Hernández *et al.* (2013), explican que la edad y nivel de educación del ganadero, se correlaciona positivamente con UP con superficies grandes, número de animales y beneficio económico. Las UPS y UPE son gestionadas por ganaderos de mayor experiencia y coincide con la antigüedad al contrario de UPF. García-Martínez *et al.* (2015), resaltaron que la presencia de UP recientes y ganaderos con reducida experiencia, se debe a que estos heredaron tierra y ganado o compraron a otros ganaderos en edad de retiro. Las superficies disponibles en UPS y UPF promedia de 56 hectáreas, es similar al observado en otras zonas tropicales con ganadería de doble propósito de Michoacán (Cortez-Arriola *et al.*, 2015), así como en otros sistemas DP del sur de México (Oros *et al.*, 2011; Vilaboa y Díaz, 2009). Al respecto Leos-Rodríguez *et al.* (2008), señalan que la superficie de tierra como recurso importante que determina el tamaño del hato. En las UPE el tamaño del hato fue considerablemente mayor, en contraste en las UPS y UPF donde el número de animales fue menor. Estos resultados fueron similares a tipologías determinadas por Cortez-Arriola *et al.* (2015), quienes clasificación de UP en pequeña escala o familiar y UP comercial o empresarial. El común denominador de estas clasificaciones es el número de animales en la UP, normalmente de menor a mayor y se relaciona con mayor beneficio económico percibido. Clasificaciones similares definieron otros autores (Galina *et al.*, 2003; Castro *et al.*, 2002 y Vilaboa y Díaz, 2009), aunque, como en este estudio, han destacado que las UP de mayor tamaño, especializadas o empresariales son menos representativas, mientras que las UP pequeñas y medianas son las de mayor importancia y representatividad, como lo mencionaron García-Martínez *et al.* (2015) y Nájera-Garduño *et al.* (2016). En función de las características de las UP, se nota una importante orientación a la producción de

carne, principalmente de la venta de becerros destetados, similar a los resultados de Oros *et al.* (2011). La venta de animales engordados también representa un ingreso importante, como lo ha mencionado García-Martínez *et al.* (2017). La venta de leche es otro ingreso, sobre todo en UP de tipo familiar como lo refieren Albarrán-Portillo *et al.* (2015) y Salvador-Loreto *et al.* (2016). En relación con el bienestar animal, las UPE con un mayor nivel de desarrollo en infraestructura, superficie y cantidad de animales, fueron las que recibieron una calificación más alta en el indicador: recursos asignados a los animales. Según Kondo *et al.* (1989), esto conlleva a una reducción del estrés social debido a la competencia por los espacios, como los comederos y bebederos. No obstante, el aumento de la inversión en dichos recursos no asegura la homeostasis, especialmente en entornos ambientales extremos (Paranhos da Costa *et al.*, 2011). Las tres categorías de unidades de producción exhibieron puntajes bajos en el indicador: Ausencia de hambre y sed, con un mayor porcentaje de animales en condición corporal delgada en las UPF (86%), seguido por las UPS (76%) y las UPE (64%). Según Vieira *et al.* (2015), la prolongada subnutrición se manifiesta en la condición corporal (CC). Tarazona *et al.* (2013), explican la disminución de la condición corporal como una característica distintiva de las regiones subtropicales y se acentúa durante los meses de sequía, debido a que el animal depende de sus reservas energéticas para sobrevivir, lo que impacta en la salud del animal (Tadich, 2008). La carencia de acceso al agua también incide en la reducción de la digestión, el consumo y la condición corporal (Silanikove, 2000). En el indicador de comportamiento natural, en los tres tipos de unidades de producción fueron evaluados de manera positiva. Al ser sistemas extensivos y poseer árboles autóctonos, los animales tuvieron acceso constante a zonas sombreadas durante el pastoreo. Esta condición favorece la mejora de la tasa de respiración y la termorregulación (Brown-Brandl *et al.*, 2005). Los tres tipos de unidades de producción presentan una integración social del hato de manera constante, lo cual facilita el comportamiento gregario, fundamental para la supervivencia de los animales en entornos extensivos. Esta integración social implica un elevado grado de sincronización social y refleja un nivel significativo de bienestar animal (Napolitano *et al.*, 2010). Las UPF, obtuvieron una mayor

interacción positiva entre seres humanos y animales en el contexto de la actividad de ordeño diaria, a lo que se atribuye a su influencia en la docilidad de los animales. Según Paranhos da Costa *et al.* (2011), los bovinos poseen la habilidad de identificar de manera específica a las personas, desarrollando aprendizaje asociativo con objetos, lugares y comportamientos, especialmente en animales de sistemas extensivos que no están familiarizados con la contención. Las UPF mostraron tasa baja de mortalidad tanto en adultos como en jóvenes, lo que resulta en una mejora en la evaluación de la salud animal. Se explica que, la gestión en hatos pequeños, las practicas pecuarias, el cuidado individualizado, contribuye a mejorar su salud y a reducir la mortalidad (Santos *et al.*, 2019). Por otro lado, se observó que en UPE existe una mayor prevalencia de enfermedades lo cual está asociada al sistema de producción y a la gestión (Yitagesu *et al.*, 2022) esto conlleva a una menor calificación en términos de salud animal.

Las UPS y UPF que fueron más representativas en el territorio se caracterizan por ofrecer mayores niveles de BA y la UPE con la calificación más baja. Los resultados obtenidos de la evaluación de BA, se observaron variaciones en los puntajes entre los distintos subsistemas de producción, en función de las especificaciones del catálogo del ANI 35 L(adaptado). Sin embargo, se pudo constatar que los tres grupos evaluados presentaron un nivel adecuado de BA, situándose en un rango del 61% al 75% en cuanto a su desempeño en términos de BA.

En investigaciones anteriores, diversos factores como la condición corporal, las señales de ataques de fauna y/o parásitos, y los factores ambientales tienen un impacto significativo en el bienestar y la salud de los animales (Tadich, 2008). En el análisis realizado, a las mismas variables presentaron la mayor contribución a la varianza en el Análisis de Componentes Principales (ACP). Al analizar el conjunto de variables se puede entender cómo afectan un fenómeno determinado (Timm, 2002), en este caso la salud animal.

El análisis del estado de salud de los animales reveló la presencia de grupos con baja condición corporal, clasificados entre 2 y 3, lo cual podría resultar en infestaciones de parásitos (Jonsson, 2006). Esta condición ha sido vinculada al

riesgo de desarrollar cojeras (Randall *et al.*, 2015), lo que afecta el bienestar y la salud de los bovinos (Von Keyserlingk *et al.*, 2012). La condición corporal deficiente tiene efectos negativos en la reproducción, la producción de leche y la supervivencia del ganado (Moreira *et al.*, 2018; Manríquez *et al.*, 2021). La presencia de garrapatas provoca afectaciones tanto directas, a través de la succión de sangre, como indirectas, al servir de hospederos y propagadores de agentes patógenos como protozoos, rickettsias y virus, causando considerables pérdidas económicas de relevancia significativa (Avendaño-Reyes y Correa-Calderón, 2002). La detección de lesiones cutáneas, que pueden ser señales de parasitosis o agresiones de especies específicas como murciélagos o buitres, resulta crucial para el diagnóstico de afecciones en los sujetos (Duriez *et al.*, 2019; Sánchez-Gómez *et al.*, 2021). Las lesiones como las mordeduras de murciélago, según Romero-Almaráz *et al.* (2006), provocan hemorragias y aumentan la probabilidad de adquirir enfermedades como la rabia parálitica bovina, como señalan Anderson *et al.* (2014).



## **IX. CONCLUSIONES GENERALES**

En el Trópico Seco de Michoacán, las unidades de producción predominantes de doble propósito son de tipo subsistencia y familiar, presentando una productividad reducida. Estas unidades dependen principalmente de la comercialización de becerros al destete, así como de la producción de leche y la realización de actividades externas a la unidad de producción. Las UPF son de reciente creación, y los ganaderos a cargo de su gestión poseen poca experiencia en la administración de dichas unidades, lo que resulta en una menor rentabilidad. Las Unidades de UPE se caracterizan por contar con una amplia infraestructura y generar ingresos mediante la comercialización de becerros destinados a la cría y engorde de ganado. Este proceso se lleva a cabo mediante la utilización de insumos externos y la contratación de mano de obra especializada. No obstante, su representatividad en la región de análisis es limitada. Las UPE más antiguas se caracterizan por contar con titulares de mayor edad y nivel educativo, lo que se traduce en una mayor especialización en la actividad pecuaria y en un mayor uso tanto de la tierra como del ganado.

A pesar de sus diferencias económicas, de escala y de manejo, los subsistemas de producción bovina de doble propósito del trópico seco en Michoacán ofrecieron niveles similares de bienestar animal. La evaluación de la condición corporal en los sistemas muestra resultados contrastantes con el Índice de bienestar animal aplicado, ya que se observó que más del 60% de los animales se encontraban en estado delgado, lo cual sugiere la presencia de estrés prolongado debido a la falta de alimento y desnutrición. Se recomienda otorgar mayor importancia en el índice a los siguientes indicadores: el porcentaje de animales con bajo peso, el índice de humedad-temperatura, la presencia de sombra constante y la disponibilidad de agua.

A través de análisis multivariados, se logró clasificar a las vacas en tres grupos distintos según los indicadores de salud de los individuos examinados. El grupo G2 se distingue por presentar mayores problemas de salud. Esta evidencia demuestra que es posible clasificar a los animales en las unidades productivas según su

bienestar y salud. La identificación de individuos con bajos niveles de salud permite atenderlos para mejorar sus condiciones, lo que repercute positivamente en la calidad de la carne producida a partir de ellos. La combinación de análisis bivariado y multivariado proporciona un enfoque integral para identificar los factores que influyen en la salud de los bovinos objeto de estudio.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Absalón-Medina, V. A., Blake, R. W., Fox, D. G., Juárez-Lagunes, F. I., Nicholson, C. F., Canudas-Lara, E. G., y Rueda-Maldonado, B. L. (2012). Limitations and potentials of dual-purpose cow herds in Central Coastal Veracruz, México. *Tropical Animal Health and Production*. 44(6), 1131–1142. <https://doi.org/10.1007/S11250-011-0049-1/TABLES/6>
- Adamson, P. (2023). Indian Animal Ethics. *Think*. 22(63), 47–52. <https://doi.org/10.1017/S1477175622000227>
- Aguilar-Jiménez, J. R., Aguilar-Jiménez, C. E., Guevara-Hernández, F., Galdámez-Galdámez, J., Martínez-Aguilar, F., La O-Arias, M. A., Mandujano-Camacho, H., Abarca-Acero, M. A., y Nahed-Toral, J. (2023). Classification and characterization of family cattle farming systems of the Frailesca Region of Chiapas, Mexico, considering the contribution of cattle raising to family income. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 26(1). <https://doi.org/10.56369/tsaes.4131>
- Agus, A., y Widi, T. S. M. (2018). Current situation and future prospects for beef cattle production in Indonesia. A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(7), 976. <https://doi.org/10.5713/AJAS.18.0233>
- Albarrán-Portillo, B., Rebollar-Rebollar, S., García-Martínez, A., Rojo-Rubio, R., Avilés-Nova, F., Arriaga-Jordán, C.M. (2015). Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 47, 519–523. [doi:10.1007/s11250-014-0753-8](https://doi.org/10.1007/s11250-014-0753-8)
- Aluja A. S. (2011). Bienestar animal en la enseñanza de Medicina Veterinaria y Zootecnia. ¿Por qué y para qué? *Vet Mex*, 42(2), 137–147.
- Améndola, R., Castillo, E., y Arturo, P. (2005). México Perfiles por País del Recurso Pastura/Forraje. En FAO.

- Amon, T., Amon, B., Ofner, E., y Boxberger, J. (2001). Precision of assessment of animal welfare by the “TGI 35L” Austrian Animal Needs Index. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A, Animal Science*, 30, 114–117.
- Amon, T., Ofner, E., Amon, T., Amon, B., Lins, M., y Boxberger, J. (2002). Precision of the TGI 35 L Austrian Animal Needs Index for on-farm assessment of animal welfare (with special regard to the TGI 35 L for fattening pigs). *Anim. Prod. Aust.*, 24, 157–160.  
<https://www.researchgate.net/publication/228447410>
- Anderson, A., Shwiff, S., Gebhardt, K., Ramírez, A.J., Shwiff, S., Kohler, D. and Lecuona, L. (2014). Economic evaluation of vampire bat (*Desmodus rotundus*) rabies prevention in Mexico. *Transboundary and Emerging Diseases*, 61(2), pp.140–146. <https://doi.org/10.1111/TBED.12007>
- Andreasen, S. N., Wemelsfelder, F., Sandøe, P., y Forkman, B. (2013). The correlation of Qualitative Behavior Assessments with Welfare Quality® protocol outcomes in on-farm welfare assessment of dairy cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 143(1), 9–17.  
<https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2012.11.013>
- Anisman, H., Hayley, S., Turrin, N., y Merali, Z. (2002). Cytokines as a stressor: Implications for depressive illness. In *International Journal of Neuropsychopharmacology* (Vol. 5, Issue 4, pp. 357–373).  
<https://doi.org/10.1017/S1461145702003097>
- Armstrong, M. C., Farinato, R. H., y Telecky, T. M. (2001). A Wing and a Prayer: Birds and Their Protection Under Law. [https://doi.org/10.1647/1082-6742\(2001\)015](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2001)015[0310:AWAAPB]2.0.CO;2)  
[https://doi.org/10.1647/1082-6742\(2001\)015](https://doi.org/10.1647/1082-6742(2001)015)
- ASPCA. (2024). History of the ASPCA. En línea (fecha de consulta 01/07/2023)  
<https://www.aspca.org/about-us/history-of-the-aspca>
- Aubé, L., Mialon, M. M., Mollaret, E., Mounier, L., Veissier, I., y de Boyer des Roches, A. (2022). Review: Assessment of dairy cow welfare at pasture: measures

available, gaps to address, and pathways to development of ad-hoc protocols. *Animal*, 16(8), 100597. <https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2022.100597>

Avilés Ruiz, R., Barrón Bravo, O. G., Gutiérrez Chávez, A. J., y Ruiz Albarrán, M. (2024). Vista de Principales sistemas de producción de leche en México: recopilación actual de parámetros productivos, reproductivos y de manejo. *Ciencias Veterinarias y Producción Animal*. *Ciencias Veterinarias Y Producción Animal*. <https://doi.org/https://doi.org/10.29059/cvpa.v1i2.16>

Avendaño-Reyes, L., & Correa-Calderón, A. (2002). Diseases of Dairy Animals | Parasites, External: Tick Infestations. *Encyclopedia of Dairy Sciences: Second Edition*, 253–257. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374407-4.00148-5>

AWIN. (2015). AWIN welfare assessment protocol for sheep. En línea (fecha de consulta 01/07/2023) [https://doi.org/10.13130/AWIN\\_SHEEP\\_2015](https://doi.org/10.13130/AWIN_SHEEP_2015)

Bartl, K., Mayer, A.C.C., Gómez, C.A.A., Muñoz, E., Hess, H.D.D., Holmann, F., (2009). Economic evaluation of current and alternative dual-purpose cattle systems for smallholder farms in the central Peruvian highlands. *Agric. Syst.* 101, 152–161. doi:10.1016/j.agsy.2009.05.003

Bartlett, B., y Kevin, K. (2010). Watering Systems for Grazing - Agriculture (3097; E3097). [https://www.canr.msu.edu/resources/watering\\_systems\\_for\\_grazing](https://www.canr.msu.edu/resources/watering_systems_for_grazing)

Bartussek, H. (1999). A review of the animal needs index (ANI) for the assessment of animals' well-being in the housing systems for Austrian proprietary products and legislation. *Livestock Production Science*, 61(2–3), 179–192. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00067-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00067-6)

Bartussek, H., y Leeb, C. (2000). Animal Needs Index for Cattle (Ani 35 L/2000-cattle). Bal Gumpenstein, 20. <http://www.bartussek.at/pdf/anicattle.pdf>

Battini, M., Andreoli, E., Barbieri, S., y Mattiello, S. (2011). Long-term stability of Avoidance Distance tests for on-farm assessment of dairy cow relationship to

- humans in alpine traditional husbandry systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 135(4), 267–270. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2011.10.013>
- Battini, M., Renna, M., Giammarino, M., Battaglini, L., y Mattiello, S. (2021). Feasibility and Reliability of the AWIN Welfare Assessment Protocol for Dairy Goats in Semi-extensive Farming Conditions. *Frontiers in Veterinary Science*, 8, 731927. <https://doi.org/10.3389/FVETS.2021.731927/BIBTEX>
- Bautista-Tolentino, M., López-Ortiz, S., Pérez-Hernández, P., Vargas-Mendoza, M., Gallardo-López, F., Gómez-Merino, F.C., (2011). Sistemas Agro y Silvopastoriles en la comunidad del Limón, Municipio de Paso de Ovejas, Veracruz México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14, 63–76.
- Becker, B. G., y Lobato, J. F. P. (1997). Effect of gentle handling on the reactivity of zebu crossed calves to humans. *Applied Animal Behaviour Science*, 53(3), 219–224. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(96\)01091-X](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(96)01091-X)
- Beede, D. K. (2012). What will our ruminants drink? *Animal Frontiers*, 2(2), 36–43. <https://doi.org/10.2527/AF.2012-0040>
- Bellido, M. M., Escribano, S. M., Mesias, D. F. J., Rodríguez de Ledesma, V. A., y Pulido, G. F. (2001). Sistemas extensivos de producción animal. *Arch. Zootec*, 50(192), 465–489. [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma\\_global=0yla\\_revista=1yrevista=16ycodigo=197&que\\_busca=vicente](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/az.php?idioma_global=0yla_revista=1yrevista=16ycodigo=197&que_busca=vicente)
- Bernués, A., Herrero, M. (2008). Farm intensification and drivers of technology adoption in mixed dairy-crop systems in Santa Cruz, Bolivia. *Spanish J. Agric. Res.* 6, 279–293. doi:10.5424/sjar/2008062-319
- Bidogeza, J.C., Berentsen, P.B.M., Graaff, J., Oude Lansink, A. G.J.M. (2007). Multivariate Typology of Farm Households Based on Socio-Economic Characteristics Explaining Adoption of New Technology in Rwanda. *AAAE Ghana Conf.* 275–281.

- Bouissou, M. F., Boissy, A., Neindre, P. le, y Veissier, I. (2001). The social behaviour of cattle. In *Social behaviour in farm animals* (pp. 113–145). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9780851993973.0113>
- Boyazoglu, J., y Nardone, A. (2003). The relationship between environment and animal production. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 11(1), 57–64.
- Broom D. M., y Fraser A. F. (2007). Domestic animal behaviour and welfare. In *Domestic animal behaviour and welfare* (4th ed.). CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845932879.0000>
- Broom D. M. (2016). Animal welfare: concepts, study methods and indicators. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3), 306–321. <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.rccp.324688>
- Broom, D. M. (2016). Indigenous: Compiled invited papers, International Livestock Production Conference. In K. S. Reddy, R. M. V. Prasad, y K. A. RAO (Eds.), *Sentience, animal welfare and sustainable livestock production*. (pp. 61–68). Exel India.
- Broom, D. M. (2022). Animal Welfare Concepts. *Routledge Handbook of Animal Welfare*, 12–21. <https://doi.org/10.4324/9781003182351-3/ANIMAL-WELFARE-CONCEPTS-DONALD-BROOM>
- Broom, D. M. (1986). Indicators of poor welfare. *Br. Vet.*, 142, 524–526.
- Broom, D. M. (1991). Assessing welfare and suffering. *Behavioural Processes*, 25(2–3), 117–123. [https://doi.org/10.1016/0376-6357\(91\)90014-Q](https://doi.org/10.1016/0376-6357(91)90014-Q)
- Broom, D. M. (2010). Animal welfare: an aspect of care, sustainability, and food quality required by the public. *Journal of Veterinary Medical Education*, 37(1), 83–88. <https://doi.org/10.3138/JVME.37.1.83>
- Broom, D. M., y Johnson, K. G. (2000). *Stress and Animal Welfare*. *Stress and Animal Welfare 2003*. Reprinted with Corrections 2000. <https://doi.org/10.1007/978-94-024-0980-2>

- Broom, D. M., y Johnson, K. G. (2019). Stress and Animal Welfare. In *Biology of Humans and Other Animals* (Vol. 19, p. 230). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-32153-6>
- Broom, D. M., Galindo, F., y Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1771), 20132025–20132025. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2025>
- Brown-Brandl, T. M., Eigenberg, R. A., Nienaber, J. A., y Hahn, G. L. (2005). Dynamic response indicators of heat stress in shaded and non-shaded feedlot cattle, part 1: Analyses of indicators. *Biosystems Engineering*, 90(4), 451–462. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2004.12.006>
- Canela T.J.A. y Salas R.G. (2007). Indicadores reproductivos de la ganadería bovina en dos municipios de la Región de Tierra Caliente. I Congreso Regional de Buiatría, Morelia, Michoacán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UMSNH.
- Castel, J.M., Mena, Y., Delgado-Pertíñez, M., Camúñez, J., Basulto, J., Caravaca, F., Guzmán-Guerrero, J.L., Alcalde, M.J. (2003). Characterization of semi-extensive goat production systems in southern Spain. *Small Rumin. Res.* 47, 133–143. doi:10.1016/S0921-4488(02)00250-X
- Castro, H. G., Tewolde, A. M. y Toral, J. N. (2002). Análisis de los sistemas ganaderos de doble propósito en el centro de Chiapas, México. *Asociación latinoamericana de producción animal*, 10(3), 175–183.
- Chalate-Molina, H., Gallardo-López, F., Pérez-Hernández, P. (2010). Características del sistema de producción bovinos de doble propósito en el estado de Morelos, México. *Zootec. Trop.* 28, 329–339.
- Charlton, G. L., Rutter, S. M., East, M., y Sinclair, L. A. (2011). Preference of dairy cows: Indoor cubicle housing with access to a total mixed ration vs. access to pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 130(1–2), 1–9. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2010.11.018>



- Charre, M. J. F., Monterrubio, R. T. C., y Guido, L. D. (2014). Nuevo registro de jaguar (*Panthera onca*), en el centro occidente de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4), 1295–1299. <https://doi.org/10.7550/rmb.38517>
- COMECARNE (2023). Compendio Estadístico del 2023 En línea (fecha de consulta 03/03/2024). [https://comecarne.org/wp-content/uploads/2023/05/Compendio-Estadistico-2023\\_COMECARNE.pdf](https://comecarne.org/wp-content/uploads/2023/05/Compendio-Estadistico-2023_COMECARNE.pdf)
- Connell, J., Navarro, L., Torrealba, M., Rodríguez, I., Guevara, E., Ramírez, M. (2007). Caracterización técnica-productiva de los sistemas ganaderos del sur del estado Anzoátegui. *Zootec. Trop.* 25, 201–204.
- Cooper, R., y Wemelsfelder, F. (2020). Qualitative behaviour assessment as an indicator of animal emotional welfare in farm assurance. 25(4), 180–183. <https://doi.org/10.12968/Live.2020.25.4.180>,
- Corazzin, M., Piasentier, E., Dovier, S., y Bovolenta, S. (2010). Effect of summer grazing on welfare of dairy cows reared in mountain tie-stall barns. *Italian Journal of Animal Science*, 9(3), 304–312. <https://doi.org/10.4081/ijas.2010.e59>
- Correa-Mejía D., Vélez-Cardona N. and Murillo Palacios, M. (2021). Los indicadores financieros: Herramienta para evaluar el principio de negocio en marcha. *Desarrollo Gerencial*, 13 (2), pp. 1-24. <https://doi.org/10.17081/dege.13.2.4882>
- Corse, T. (2010). Dryden's "Vegetarian" Philosopher: Pythagoras. *Eighteenth-Century Life*, 34(1), 1–28. <https://doi.org/10.1215/00982601-2009-009>
- Cortez-Arriola, J., Rossing, W.A.H., Améndola, M.D., Scholberg, M.S.J., Jeroen, G. C. J., Tiftonell, P., (2015). Leverages for on-farm innovation from farm typologies ? An illustration for family-based dairy farms in north-west. *Agric. Syst.* 135, 66–76. doi:10.1016/j.agsy.2014.12.005
- Costa, J. H. C., Hötzel, M. J., Longo, C., y Balcão, L. F. (2013). A survey of management practices that influence production and welfare of dairy cattle on

- family farms in southern Brazil. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 307–317.  
<https://doi.org/10.3168/JDS.2012-5906>
- Dantzer, R., y Mormède, P. (1983). Stress in farm animals: a need for reevaluation. *Journal of Animal Science*, 57(1), 6–18.  
<https://doi.org/10.2527/JAS1983.5716>
- Davids, T. (2017). Anthropologische Differenz und animalische Konvenienz: Tierphilosophie bei Thomas von Aquin. *Anthropologische Differenz und animalische Konvenienz*. <https://doi.org/10.1163/9789004325265>
- Dawkins, M. S. (1988). Behavioural deprivation: A central problem in animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, 20(3–4), 209–225.  
[https://doi.org/10.1016/0168-1591\(88\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0168-1591(88)90047-0)
- De Vries, M., Bokkers, E. A. M., van Schaik, G., Botreau, R., Engel, B., Dijkstra, T., y de Boer, I. J. M. (2013). Evaluating results of the Welfare Quality multi-criteria evaluation model for classification of dairy cattle welfare at the herd level. *Journal of Dairy Science*, 96(10), 6264–6273.  
<https://doi.org/10.3168/JDS.2012-6129>
- Duriez, O., Descaves, S., Gallais, R., Neouze, R., Fluhr, J. and Decante, F. (2019). Vultures attacking livestock: A problem of vulture behavioural change or farmers' perception? *Bird Conservation International*, 29(3), pp.437–453.  
<https://doi.org/10.1017/S0959270918000345>
- Campo-Gigena, M. D. (2008). El Bienestar Animal y la Calidad de Carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Tesis Doctoral Universidad Politécnica de València. Departamento de Ciencia Animal [doi.org/10.4995/Thesis/10251/4326](https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/4326)
- Deniz, M., de Sousa, K. T., Moro, M. F., Vale, M. M. do, Dittrich, J. R., Machado Filho, L. C. P., y Hötzel, M. J. (2021). Social hierarchy influences dairy cows' use of shade in a silvopastoral system under intensive rotational grazing. *Applied Animal Behaviour Science*, 244, 105467.  
<https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2021.105467>

- Dias-Sousa, A. V. (2023). Top Countries Shaping the Global Dairy Industry. Copyright ©2021-23 March 11 Ceva. <https://ruminants.ceva.pro/dairy-industry>
- Dias-Sousa, A. V. (2024). Beefing up: meeting Top 10 Beef Producing Countries Worldwide. Copyright ©2021-24, En línea (fecha de consulta 06/02/2024). <https://ruminants.ceva.pro/beef-producing-countries>
- Duncan, I. J. H. (1993). Welfare is to do with what animals feel. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*. <https://philpapers.org/rec/DUNWIT>
- Edstam, L. (2016). Animal welfare assessment of dual-purpose cattle in Mexico. Reporte studie No 677 Swedish University of Agricultural Sciences Department of Animal Environment and Health [https://stud.epsilon.slu.se/9898/1/edstam\\_I\\_161114.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/9898/1/edstam_I_161114.pdf)
- FAO, (2014). Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México.
- FAO. (1997). Lista Mundial de Vigilancia para la Diversidad de los Animales Domésticos. En BEATE D. SCHERF (Ed.), *Lista Mundial de Vigilancia para la Diversidad de los Animales Domésticos*. <https://www.fao.org/3/V8300S/v8300s00.htm#Contents>
- Fisher, A. D., Colditz, I. G., Lee, C., y Ferguson, D. M. (2009). The influence of land transport on animal welfare in extensive farming systems. *Journal of Veterinary Behavior*, 4(4), 157–162. <https://doi.org/10.1016/J.JVEB.2009.03.002>
- Fraser, A. F., y Broom D. M. (1997). *Farm animal behaviour and welfare*. (Vol. 1). CAB international.
- Fraser, D., Duncan, I. J. H., Edwards, S. A., Grandin, T., Gregory, N. G., Guyonnet, V., Hemsworth, P. H., Huertas, S. M., Huzzey, J. M., Mellor, D. J., Mench, J. A., Špinko, M., y Whay, H. R. (2013). *General Principles for the welfare of animals in production systems: The underlying science and its application*.

The Veterinary Journal, 198(1), 19–27.  
<https://doi.org/10.1016/J.TVJL.2013.06.028>

Galina, M. a, Zorrilla, J.M., Palma, J.M. (2003). Análisis de un sistema de producción tradicional en colima, México\*. Arch. Zootec. 52, 463–474.

Gallo C., Véjar L., Galindo F., Huertas S. M., y Tadich T. (2022). Animal welfare in Latin America: Trends and characteristics of scientific publications. Veterinary Science, 9(1030454), 1–12.

García-Martínez, A., Albarrán-Portillo, B., Avilés-Nova., F. (2015). Dinámicas y tendencias de la ganadería doble propósito en el sur del estado de México. Agrociencia 49, 125–139.

García-Martínez, A., Olaizola, A., Bernués, A. (2008). Trajectories of evolution and drivers of change in European mountain cattle farming systems. Animal 3, 152. doi:10.1017/S1751731108003297

Gaspar, P., Escribano, M., Mesías, F.J., Ledesma, A.R. de, Pulido, F. (2008). Sheep farms in the Spanish rangelands (dehesas): Typologies according to livestock management and economic indicators. Small Rumin. Res. 74, 52–63. doi:10.1016/j.smallrumres.

Gobierno de México (2016a), Documento: LXIII/1SPO-82-1855/60630, Gaceta Del Senado, Documento: LXIII/1SPO-82-1855/60630 (2016).  
[https://www.senado.gob.mx/65/gaceta\\_del\\_senado/documento/60630](https://www.senado.gob.mx/65/gaceta_del_senado/documento/60630)

Gobierno de México. (2016b). Normas Oficiales Mexicanas en materia de Salud Animal. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.  
<https://www.gob.mx/senasica/documentos/normatividad-en-materia-de-salud-animal?idiom=es>

González G. J. C., Madrigal S. X., Ayala B. A., Juárez C. A. y Gutiérrez V. E. (2006) Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la Región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México. 18:109 Livestock Research for Rural Development. <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109.htm>

- González, J.C., Ayala, A., Gutiérrez, E., (2007). Composición química de especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente, Michoacán, México. *Rev. Cuba. Ciencia. Agrícola* 41, 87–93.
- Goñi, R. (2021). Naturalismo y Nazismo: la política devenida en tragedia. *Revista de estudios marítimos y sociales*, 18, 261–289. <https://estudiosmaritimossociales.org/remss/remss18/10.pdf>
- Greener Worls©. (2024). Certified Animal Welfare Approved by AGW. Certified. En línea (fecha de consulta 06/02/2024) Animal Welfare Approved by AGW. <https://agreenerworld.org/certifications/animal-welfare-approved/>
- Gutiérrez, R.A.S., Domínguez, J.A.Z., Bañuelos, H.G., (2015). Tipificación de un sistema integral de lechería familiar en Zacatecas, México. *Rev. Mex. Ciencias Pecu.* 6, 349–359.
- Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J., Anderson, R.E., (1998). *Multivariate Data Analysis*. *Int. J. Pharm.* doi:10.1016/j.ijpharm.2011.02.019
- Hayer, J. J., Nysar, D., Heinemann, C., Leubner, C. D., y Steinhoff-Wagner, J. (2021). Influences on the assessment of resource- and animal-based welfare indicators in unweaned dairy calves for usage by farmers. *Journal of Animal Science*, 99(10). <https://doi.org/10.1093/JAS/SKAB266>
- Hemsworth, P. H. (2003). Human-animal interactions in livestock production. *Applied Animal Behaviour Science*, 81(3), 185–198. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00280-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00280-0)
- Henry, D. (2018). Aristotle on Animals. *Animals: A History*, 9–26. <https://doi.org/10.1093/OSO/9780199375967.003.0002>
- Hernández, A., Berg, C., Eriksson, S., Edstam, L., Orihuela, A., Leon, H., y Galina, C. (2017a). The welfare quality® assessment protocol: How can it be adapted to family farming dual purpose cattle raised under extensive systems in tropical conditions? *Animal Welfare*, 26(2), 177–184. <https://doi.org/10.7120/09627286.26.2.177>

- Hernández, A., Galina, C. S., Geffroy, M., Jung, J., Westin, R., y Berg, C. (2022). Cattle welfare aspects of production systems in the tropics. *Animal Production Science*, 62(13), 1203–1218. <https://doi.org/10.1071/AN21230>
- Hernández, A., König, S. E., Zúñiga, J. J. R., Galina, C. S., Berg, C., Gonzales, M. R., Villalobos, A. D., Hernández, A., König, S. E., Zúñiga, J. J. R., Galina, C. S., Berg, C., Gonzales, M. R., y Villalobos, A. D. (2017b). Implementation of the Welfare Quality® protocol in dairy farms raised on extensive, semi-intensive and intensive systems in Costa Rica. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 5(4), 132–138. <https://doi.org/10.31893/2318-1265JABB.V5N4P132-138>
- Hernández, M. P., Estrada-Flores, J. G., Avilés-Nova, F., Yong-Ángel, G., López-González, F., Solís-Méndez, A. D., y Castelán-Ortega, O. A. (2013). Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del Estado de México. *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*, 29(1), 19–31.
- Hernández, S.R., Fernández, C.C., Baptista, L.P., (2004). Metodología de la Investigación, Tercera ed. México.
- Herrero, M., y Thornton, P. K. (2013). Livestock and global change: Emerging issues for sustainable food systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20878–20881. <https://doi.org/10.1073/PNAS.1321844111>
- Herskin MS, Munksgaard L, Ladewig J. (2004). Effects of acute stressors on nociception, adrenocortical responses and behavior of dairy cows. *Physiol Behav* 2004; 83:41-420.
- Herva, T., Peltoniemi, O., y Virtala, A. M. (2009). Validation of an Animal Needs Index for cattle using Test Theory. *Animal Welfare*, 18(4), 417–425. <https://doi.org/10.1017/S0962728600000828>
- Hewson, C. J. (2003). What is animal welfare? Common definitions and their practical consequences. *The Canadian Veterinary Journal*, 44(6), 496. </pmc/articles/PMC340178/>

- Holguín, V. A., Ibrahim, M., Mora, J., Rojas, A., (2004). Caracterización de sistemas de manejo nutricional en ganaderías de doble propósito de la región Pacífico Central de Costa Rica 1. *Agroforestería las Am.* 10, 40–46.
- Huertas, S. M., Bobadilla, P. E., Alcántara, I., Akkermans, E., Van Eerdenburg, F. J. C. M., Alcántara, P. E., Akkermans, I., Van Eerdenburg, E., y Benefits, F. J. C. M. (2021). Benefits of Silvopastoral Systems for Keeping Beef Cattle. *Animals* 2021, 11(4), 992. <https://doi.org/10.3390/ANI11040992>
- Huertas, S. M., Gallo, C., y Galindo, F. (2014). Motores de las políticas de bienestar animal en las Américas. *Revista Científica et Technique -(International Office of Epizootics)*, 33(1), 55–76. <https://doi.org/10.20506/rst.33.1.2264>
- Hughes B. O. (1982). The historical and ethical background of animal welfare. In *How well do our animals fare? Proc. 15th Annual Conference of the Reading University Agricultural Club, 1981*, ed. J. Uglow, 1-9.
- Hughes, B. O. (1976). Preference decisions of domestic hens for wire or litter floors. *Applied Animal Ethology*, 2(2), 155–165. [https://doi.org/10.1016/0304-3762\(76\)90043-2](https://doi.org/10.1016/0304-3762(76)90043-2)
- INEGI, (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.*, Huetamo Michoacán. En línea (fecha de consulta 06/02/2020)  
[https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/16/16038.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16038.pdf)
- INEGI, (2014). *Anuario estadístico y geográfico de los Estados Unidos Mexicanos 2014*, En línea (fecha de consulta 06/02/2020).  
[https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2014/702825063986.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/aepef/2014/702825063986.pdf)
- Jonsson, N.N. (2006). The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses. *Veterinary Parasitology*, 137(1–2), pp.1–10.  
<https://doi.org/10.1016/J.VETPAR.2006.01.010>

- Kaluđerović, Ž. (2023). Empedocles on Ensouled Beings. *Conatus - Journal of Philosophy*, 8(1), 167–183. <https://doi.org/10.12681/cjp.31570>
- Kaurivi, Y. B., Laven, R., Parkinson, T., Hickson, R., y Stafford, K. (2021). Assessing Extensive Semi-Arid Rangeland Beef Cow–Calf Welfare in Namibia: Part 1: Comparison between Farm Production System’s Effect on the Welfare of Beef Cows. *Animals* 2021, Vol. 11, Page 165, 11(1), 165. <https://doi.org/10.3390/ANI11010165>
- Keskin, H., y Garip, M. (2023). Somatic cells count and an Animal Needs Index to evaluate animal welfare in dairy cattle on farms constructed to the standards of the Agriculture and Rural Development Support Institution. *South African Journal of Animal Science*, 53(4), 476–484. <https://doi.org/10.4314/sajas.v53i4.01>
- Ketelaar-De Lauwere, C. C., Ipema, A. H., Van Ouwerkerk, E. N. J., Hendriks, M. M. W. B., Metz, J. H. M., Noordhuizen, J. P. T. M., y Schouten, W. G. P. (1999). Voluntary automatic milking in combination with grazing of dairy cows: Milking frequency and effects on behaviour. *Applied Animal Behaviour Science*, 64(2), 91–109. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00027-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00027-1)
- Kilgour, R. J., Uetake, K., Ishiwata, T., y Melville, G. J. (2012). The behaviour of beef cattle at pasture. *Applied Animal Behaviour Science*, 138, 12–17. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2011.12.001>
- Kluever, B. M., Breck, S. W., Howery, L. D., Krausman, P. R., y Bergman, D. L. (2008). Vigilance in Cattle: The Influence of Predation, Social Interactions, and Environmental Factors. *Rangeland Ecology y Management*, 61(3), 321–328. <https://doi.org/10.2111/07-087.1>
- Knierim, U., y Winckler, C. (2009). On-farm welfare assessment in cattle: validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality® approach. *Animal Welfare*, 18(4), 451–458. <https://doi.org/10.1017/S0962728600000865>



- Köbrich, C., Rehman, T., Khan, M., (2003). Typification of farming systems for constructing representative farm models: Two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agric. Syst.* 76, 141–157. doi:10.1016/S0308-521X (02)00013-6
- Kondo, S., Sekine, J., Okubo, M., y Asahida, Y. (1989). The effect of group size and space allowance on the agonistic and spacing behavior of cattle. *Applied Animal Behaviour Science*, 24(2), 127–135. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(89\)90040-3](https://doi.org/10.1016/0168-1591(89)90040-3)
- Koscinczuk, P. (2017). Domesticación, bienestar y relación entre el perro y los seres humanos. *Argentina Revista Veterinaria ISSN*, 28(1), 1669. [www.vet.unne.edu.ar](http://www.vet.unne.edu.ar)
- Kottferová, J., Jakuba, T., Mareková, J., Kišová, J., Fejsáková, M., y Ondrašovičová, O. (2014). Porovnanie welfare kráv chovaných na ekologických a konvenčných farmách použitím systému hodnotenia animal Needs Index. *Journal of Central European Agriculture*, 15(2), 95–108. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/15.2.1459>
- Lađarević M., Mijić P., Vučković G., Bobić T., Šperanda M., Domaćinović M., Baban M., y Gregić M. (2015). Assessment of animal needs index for cattle on modern farms. In Baban M. y Rašić S. (Eds.), 8th International Scientific/Professional Conference Agriculture in Nature and Environment Protection (pp. 223–237). CABI Databases.
- Lawrence, P., McGee, M., y Earley, B. (2022). Animal welfare index: an animal welfare evaluation of beef production farms in Ireland. *Journal of Applied Animal Research*, 50(1), 643–655. <https://doi.org/10.1080/09712119.2022.2126478>
- Lay D, Wilson M. (2001). Physiological indicators of stress in domestic livestock. *Symposium on Concentrated Animal Feeding Operations Regarding Animal Behavior, Care, and Well-Being*, Indiana; p. 1-25

- Lee, C., Fisher, A. D., Colditz, I. G., Lea, J. M., y Ferguson, D. M. (2013). Preference of beef cattle for feedlot or pasture environments. *Applied Animal Behaviour Science*, 145(3–4), 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.03.005>
- Legrand, A. L., Von keyserlingk, M. A. G., y Weary, D. M. (2009). Preference and usage of pasture versus free-stall housing by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 92(8), 3651–3658. <https://doi.org/10.3168/JDS.2008-1733>
- Leonard E. y Medina H., (1988). “Emergencia y desarrollo de un cacicazgo en el ejido de Turitzio en Paisajes Agrarios de Michoacán, Paisajes Agrarios de Michoacán, Ed Colegio de Michoacán, Zamora Michoacán pp. 39 -106
- Leos-Rodríguez, J.A., Serrano-Páez, A., Salas-González, J.M., Ramírez-Moreno, P.P., Sagarnaga-Villegas, M. (2008). Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (progan) en México. *Agric. Soc. y Desarro.* 5, 213–230.
- Ley Federal de Sanidad Animal, México Pub. L. No. Última Reforma DOF 11-05-2022, Diario Oficial de la Federación (2007).
- Loberg, J., Telezhenko, E., Bergsten, C., y Lidfors, L. (2004). Behaviour and claw health in tied dairy cows with varying access to exercise in an outdoor paddock. *Applied Animal Behaviour Science*, 89(1–2), 1–16. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2004.04.009>
- Lopes, L. B., Eckstein, C., Pina, D. S., y Carnevalli, R. A. (2016). The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. *Tropical Animal Health and Production*, 48(4), 755–761. <https://doi.org/10.1007/S11250-016-1021-X/METRICS>
- Magaña, J.G., Ríos, A.G., Martínez, G.J.C., (2006). Dual purpose cattle production systems and the challenges of the tropics of Mexico. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14, 26–28.

- Mancera, K. F., Zarza, H., de Buen, L. L., García, A. A. C., Palacios, F. M., y Galindo, F. (2018). Integrating links between tree coverage and cattle welfare in silvopastoral systems evaluation. *Agronomy for Sustainable Development*, 38(2). <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0497-3>
- Manríquez-Mendoza, L., Manríquez-Mendoza, L. Y., López-Ortiz, S., Olguín-Palacios, C., Pérez-Hernández, P., Díaz-Rivera, P., y López-Tecpoyotl, Z. G. (2011). Productivity of a silvopastoral system under intensive mixed species grazing by cattle and sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 13(3), 573–584.  
<https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/1418>
- Marchena-Domínguez, J. (2011). El proteccionismo hacia los animales: interpretación histórica y visión nacional. En *Los animales en la historia y en la cultura* (Vol. 1, pp. 191–218). Universidad de Cádiz, Servicio de Publicaciones.
- Marion S. Lane, y Stephen L. Zawistowsk. (2007). *Heritage of Care the American Society for the Prevention of Cruelty to Animals* (1er ed.).
- Martin-Collado, D., Soini, K., Maki-Tanila, A., Toro, M.A., Díaz, C. (2014). Defining farmer typology to analyze the current state and development prospects of livestock breeds: The Avileña-Negra Ibérica beef cattle breed as a case study. *Livest. Sci.* 169, 137–145. doi:10.1016/j.livsci.2014.09.003
- Martini, A., de Almeida, C. C., Guilhermino, M. M., y Lotti, C. (2015). Evaluation of dairy goat welfare in different production systems in Tuscany. *Organic Agriculture*, 5(3), 225–234. <https://doi.org/10.1007/s13165-014-0089-8>
- Mazurek, M., Prendiville, D. J., Crowe, M. A., Veissier, I., y Earley, B. (2010). An on-farm investigation of beef suckler herds using an animal welfare index (AWI). *BMC Veterinary Research*, 6. <https://doi.org/10.1186/1746-6148-6-55>
- McCready-Flora, I. C. (2023). Aristotle on Reasoning and Rational Animals. *Australasian Journal of Philosophy*, 101(2), 470–485. <https://doi.org/10.1080/00048402.2021.1986081>

- McDonough, O. C. (2022). Book Review: Thinking about Animals in Thirteenth-Century Paris: Theologians on the Boundaries Between Humans and Animals. <https://doi.org/10.1177/00211400211065650d>, 87(1), 74–76. <https://doi.org/10.1177/00211400211065650D>
- McDowell, L. R. (1996). Feeding minerals to cattle on pasture. *Animal Feed Science and Technology*, 60(3–4), 247–271. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(96\)00983-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(96)00983-2)
- McGlone, J. J. (1993). What is animal welfare? *J. Agric. Ethics*, 6, 26-26.
- Mena, Y., Ruiz-Mirazo, J., Ruiz, F.A., Castel, J.M., (2016). Characterization and typification of small ruminant farms providing fuelbreak grazing services for wildfire prevention in Andalusia (Spain). *Sci. Total Environ.* 544, 211–219. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.11.088
- Mench, J. A., y James, H. (2012). the Welfare of Animals in Concentrated Animal Feeding Operations. <https://doi.org/factory> farms are undeniably unpleasant and painful...
- Milán, M.J., Bartolomé, J., Quintanilla, R., García-Cachán, M.D., Espejo, M., Herráiz, P.L., Sánchez-Recio, J.M., Piedrafita, J. (2006). Structural characterisation and typology of beef cattle farms of Spanish wooded rangelands (dehesas). *Livest. Sci.* 99, 197–209. doi:10.1016/j.livprodsci.2005.06.012
- Minnig, A., Zufferey, R., Thomann, B., Zwygart, S., Keil, N., Schüpbach-regula, G., Miserez, R., Stucki, D., y Zanolari, P. (2021). Animal-Based Indicators for On-Farm Welfare Assessment in Goats. *Animals* 2021, Vol. 11, Page 3138, 11(11), 3138. <https://doi.org/10.3390/ANI11113138>
- Molina, C. M.J., Obaya, F. A., Ramos, B. J., Solís, S. V, y Sparrowe, G. R. (2018). Porqué los animales importan: argumentario sobre la experimentación animal. *Anim Lab.*, 19, 17–24. [https://www.ucm.es/investigacionanimal/se-controla-la-experimentacion-con-animales-o-un-investigador-puede-hacer-lo-que-quiera\\_](https://www.ucm.es/investigacionanimal/se-controla-la-experimentacion-con-animales-o-un-investigador-puede-hacer-lo-que-quiera_)

- Molina, M. V.M., Gutiérrez, V. E., Herrera, C. J. (2007). Manejo productivo de la ganadería bovina en la región de Tierra Caliente de Michoacán. I Congreso Regional de Buiatría, Morelia, Michoacán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UMSNH.
- Montagut E. (2020). Los inicios de la protección de los animales. En línea (fecha de consulta 09/02/2024). <https://eduardomontagut.es/mis-articulos/historia/item/1256-los-inicios-de-la-protecci%C3%B3n-de-los-animales.html>
- Morgan-Davies, J., Morgan-Davies, C., Pollock, M.L., Holland, J.P., Waterhouse, A. (2014). Characterisation of extensive beef cattle systems: Disparities between opinions, practice and policy. *Land use policy* 38, 707–718. doi:10.1016/j.landusepol.2014.01.016
- Mormède P., Andanson S., Aupérin B., Beerda B., Guémené D., Malmkvist J. (2007). Exploration of the hypothalamic-pituitary-adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. *Physiol Behav*; 92:317-339.
- Muchenje V., Dzama K., Chimonyo M., Strydom P.E., Raats J.G. (2009) Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Sci*; 81:653-657.
- Nainggolan, D., Termansen, M., Reed, M.S., Cebollero, E.D., Hubacek, K. (2013). Farmer typology, future scenarios and the implications for ecosystem service provision: A case study from south-eastern Spain. *Reg. Environ. Chang.* 13, 601–614. doi:10.1007/s10113-011-0261-6
- Nájera-Garduño, A. de L., Piedra-Matías, R., Albarrán-Portillo, B. y García-Martínez, A. (2016). Changes in dual purpose livestock farming system in the dry tropic of estado de Mexico. *Agrociencia.* 50: 701-710.
- Napolitano, F., De Rosa, G., Ferrante, V., Grasso, F., y Braghieri, A. (2009). Monitoring the welfare of sheep in organic and conventional farms using an ANI 35 L derived method. *Small Ruminant Research*, 83(1–3), 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.04.001>

- Napolitano, F., Knierim, U., Grasso, F., y De Rosa, G. (2010). Positive indicators of cattle welfare and their applicability to on-farm protocols. *Italian Journal of Animal Science*, 8(1s), 355–365. <https://doi.org/10.4081/ijas.2009.s1.355>
- Nielsen, S. S., Alvarez, J., Bicot, D. J., Calistri, P., Depner, K., Drewe, J. A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J. L., Schmidt, C. G., Michel, V., Miranda Chueca, M. Á., Roberts, H. C., Sihvonen, L. H., Spooler, H., Stahl, K., Velarde, A., Viltrop, A., Candiani, D., Van der Stede, Y., y Winckler, C. (2020). Welfare of cattle at slaughter. *EFSA Journal*, 18(11), e06275. <https://doi.org/10.2903/J.EFSA.2020.6275>
- NRC, National Research Council. (1981) Effect of environment on nutrient requirement of domestic animals. National Academy Press. Washington DC, USA.
- Núñez, A. C., Villagómez, M. A. L., Ronquillo, M. R. R., Sánchez, C. E. M., Solís, F. M. M., Montes, D. S. S., y Fuentes, J. L. C. (2022). Organoleptic characteristics of the classification of carcasses from bovine cattle in the tropics of veracruzano. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(2), 2254–2261. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n2-062>
- Manríquez, D., Thatcher, W.W., Santos, J.E.P., Chebel, R.C., Galvão, K.N., Schuenemann, G.M., Bicalho, R.C., Gilbert, R.O., Rodriguez-Zas, S., Seabury, C.M., Rosa, G.J.M. and Pinedo, P. (2021). Effect of body condition change and health status during early lactation on performance and survival of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 104(12), pp.12785–12799. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20091>
- Moreira, T.F., Nicolino, R.R., de Andrade, L.S., Filho, E.J.F. and de Carvalho, A.U., (2018). Prevalence of lameness and hoof lesions in all year-round grazing cattle in Brazil. *Tropical Animal Health and Production*, 50(8), pp.1829–1834. <https://doi.org/10.1007/S11250-018-1626-3>

- Ofner, E., Amon, T., Lins, M., y Boxberger, J. (2002). Precision of the tgi 35 I austrian animal needs index for on-farm assessment of animal welfare (with special regard to the tgi 35 I for fattening pigs). *Anim. Produ. Aust.*, 24, 157–160.
- OIE, O. M. de S. A. (2013). Código Sanitario para los animales terrestres.
- OIE. (2015). Programa avanzado de Bienestar Animal (IAWP) de la OIE. [www.oie.int](http://www.oie.int)
- Ojeda-Carrasco, J. J., Rueda-Quiroz L.D., Hernández-García, P. A., y Espinosa-Ayala, E. (2020). Caracterización del sistema de producción de leche en pequeña escala de la zona suroriente del Estado de México. *ASyD*, 17, 201–215.
- Olalde Vázquez, B. Y. (2020). La protección animal en las constituciones como primer paso del reconocimiento de los derechos fundamentales de los demás animales. *Latin American Journal of Nature Rights and Animal Law*, 3(1), 222–234.
- Oros, N.V., Díaz, R. P., Vilaboa, A. J., Martínez, D. J.P., Torres, H. G. (2011). Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de las Choapas, Veracruz, México. *Rev. Cient. FCV-LUZ* 21, 57–63.
- Papageorgiou, M., y Simitzis, P. E. (2022). Positive Welfare Indicators in Dairy Animals. *Dairy 2022*, Vol. 3, Pages 814-841, 3(4), 814–841. <https://doi.org/10.3390/DAIRY3040056>
- Paranhos da Costa, M. J. R., y Cromberg, V. U. (1997). Alguns aspectos a serem considerados para melhorar o bem-estar de animais em sistemas de pastejo rotacionado. In: Peixoto, A.M., Moura, J.C. E Faria, V.P. (Ed.) *Fundaentos do pastejo Rotacionado*. [http://www.grupoetco.org.br:80/arquivos\\_br/pdf/alguaspest.pdf](http://www.grupoetco.org.br:80/arquivos_br/pdf/alguaspest.pdf)
- Paranhos da Costa, M. J. R., Marcel, A. y Morales, T. (2011). Conferencia magistral Practical approach on how to improve the welfare in cattle. *Rev. Colomb Cienc Pecu*, 24(3), 347–359.

- Pardos, L., Maza, M.T., Fantova, E., Sepúlveda, W. (2008). The diversity of sheep production systems in Aragón (Spain): Characterisation and typification of meat sheep farms. *Spanish J. Agric. Res.* 6, 497–507.
- Parham, J. T., Tanner, A. E., Barkley, K., Pullen, L., Wahlberg, M. L., Swecker, W. S., y Lewis, R. M. (2019). Temperamental cattle acclimate more substantially to repeated handling. *Applied Animal Behaviour Science*, 212, 36–43. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2019.01.001>
- Irwin, P.G. (2003). A strategic review of international animal protection. In D.J. Salem y A.N. Rowan (Eds.), *The state of the animals II: 2003* (pp. 1-8). Washington, DC: Humane Society Press.
- Pedrosa, I., Juarros-Basterretxea, J., Robles-Fernández, A., Basteiro, J., y García-Cueto, E. (2015). Pruebas de bondad de ajuste en distribuciones simétricas, ¿qué estadístico utilizar? *Universitas Psychologica*, 14(1), 245-254.
- Popescu, S., Borda, C., Cristina Hegedus, I., Dana Sandru, C., Spinu, M., y Lazar, E. (2009). Dairy cow welfare assessment in extensive breeding systems. *XLII* (2).
- Popescu, S., Borda, C., Diugan, E. A., Spinu, M., Groza, I. S., y Sandru, C. D. (2013). Dairy cows welfare quality in tie-stall housing system with or without access to exercise. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55, 43. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-55-43>
- Popescu, S., Borda, C., Lazar, E., y Iulia, C. (2007). Assessment of dairy cow welfare in farms from Transylvania. 44th Croatian y 4th International Symposium on Agriculture, 35(Ani 35), 752–756.
- Pozo-Leyva, D., López-González, F., Olea-Pérez, R., Balderas-Hernández, P., Casanova-Lugo, F., y Arriaga-Jordán, C. M. (2022). Nitrogen utilisation and greenhouse gas emissions in small-scale dairy systems in the highlands of central Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3). <https://doi.org/10.56369/tsaes.3986>



- Puebla-Albiter, S., Rebollar-Rebollar, S., Astivia Arellano, F., y Hernández-Domínguez, M. del R. (2023). Perspectives on Productive Continuity: Dual Purpose Cattle in the South of the State of Mexico, 2022. *Biomedical Journal of Scientific y Technical Research*, 49(5), 41134–41137. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2023.49.007878>
- Randall, L. V., Green, M. J., Chagunda, M. G. G., Mason, C., Archer, S. C., Green, L. E., & Huxley, J. N. (2015). Low body condition predisposes cattle to lameness: An 8-year study of one dairy herd. *Journal of Dairy Science*, 98(6), 3766–3777. <https://doi.org/10.3168/JDS.2014-8863>
- REDGATRO. (2015). Estado del arte sobre investigación e innovación tecnológica en ganadería bovina tropical., 1 era ed, Libro Técnico. Talleres de impresión DD international. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Richmond, S. E., Wemelsfelder, F., de Heredia, I. B., Ruiz, R., Canali, E., y Dwyer, C. M. (2017). Evaluation of animal-based indicators to be used in a welfare assessment protocol for sheep. *Frontiers in Veterinary Science*, 4(DEC). <https://doi.org/10.3389/fvets.2017.00210>
- Rogers-Brambell F. W., y Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. (1965). Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals kept under Intensive Livestock Husbandry Systems. <https://search.worldcat.org/es/title/report-of-the-technical-committee-to-enquire-into-the-welfare-of-animals-kept-under-intensive-livestock-husbandry-systems/oclc/475844139>
- Rojo-Rubio, R., Vázquez-Armijo, J.F., Pérez-Hernández, P., Mendoza-Martínez, G.D., Salem, A. Z.M., Albarrán-Portillo, B., González-Reyna, A., Hernández-Martínez, J., Rebollar-Rebollar, S., Cardoso-Jiménez, D., Dorantes-Coronado, E.J., Gutiérrez-Cedillo, J.G. (2009). Dual purpose cattle production in Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 41, 715–721. doi:10.1007/s11250-008-9249-8

- Rollin, B. E. (2019). Animal Welfare Across the World. *Journal of Applied Animal Ethics Research*, 1(1), 146–170. <https://doi.org/10.1163/25889567-12340008>
- Rollin, B. E. (1993). Animal welfare, science, and value. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 6(2), 44–50. <https://philpapers.org/rec/ROLAWS>
- Romero-Almaráz, M.L., Aguilar-Setién, A. and Sánchez-Hernández, C. (2006). Murciélagos benéficos y vampiros: características, importancia, rabia, control y conservación. 1a ed. Clasificación de murciélagos de América Latina y especies representativas. México. AGT Editor.
- Romero M. y Sánchez J. (2011), Bienestar animal durante el transporte y su relación con la calidad de la carne bovina. *Revista MVZ Córdoba* 17(1)
- Rosaleny, V. R. (2022). El impenetrable silencio del corazón animal. A propósito de la concepción de los animales en la obra de Descartes. *Pensamiento. Revista de Investigación e Información Filosófica*, 78(298 S. Esp), 821–840. <https://doi.org/10.14422/PEN.V78.I298.Y2022.029>
- RSPCA. (2024). Our history RSPCA. En línea (Fecha de consulta 16/03/2024), de <https://www.rspca.org.uk/whatwedo/howweare/history>
- Ruiz, F.A., Castel, J.M., Mena, Y., Camúñez, J., González-Redondo, P. (2008). Application of the technico-economic analysis for characterizing, making diagnoses and improving pastoral dairy goat systems in Andalusia (Spain). *Small Rumin. Res.* 77, 208–220. doi:10.1016/j.smallrumres.2008.03.007
- Russel W.M.S., y Burch R.L. (1959). The principles of humane experimental technique (Methuen, Vol. 1). En línea (Fecha de consulta 16/03/2024) <https://caat.jhsph.edu/the-principles-of-humane-experimental-technique/>
- SAGAR. (2000). Los coeficientes de agostadero del estado de Michoacán” Morelia Michoacán pp. 5
- SAGARPA. (2004). Anuario agropecuario del estado de Michoacán. Medio magnético

- Sakar, Ç. M., Ünal, İ., Okuroğlu, A., Coşkun, M. İ., Keçici, P. D., y Koçak, Ö. (2022). Using ANI 35/L approach to evaluate the welfare status of locally adapted Anatolian Black cattle. *Tropical Animal Health and Production*, 54(5), 1–6. <https://doi.org/10.1007/S11250-022-03291-8/METRICS>
- Salvador-Loreto, I., Arriaga-Jordán, C.M., Estrada-Flores, J. G., Vicente-Mainar, F., García-Martínez, A. and Albarran-Portillo, B. (2016). Molasses supplementation for dual-purpose cows during the dry season in subtropical Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 48 (3), pp. 643-648. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1012-y>
- Sánchez-Gómez, W.S., Selem-Salas, C.I., Córdova-Aldana, D.I. and Erales-Villamil, J.A. (2021). Vampire Bat (*Desmodus Rotundus*) Abundancy and Frequency of Attacks to Cattle in Landscapes of Yucatan, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 54(2), p.130. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-639802/v1>
- Sánchez Gutiérrez, R. A., Zegbe Domínguez, J. A., y Gutiérrez Bañuelos, H. (2015). Typification of integrated family dairy systems in Zacatecas, Mexico. En *Rev Mex Cienc Pecu* (Vol. 6, Número 3).
- Sánchez R.G., y Sánchez V. A. (2005). La ganadería Bovina del estado de Michoacán, más de cuatro siglos de tradición y cultura ante los retos del nuevo milenio. Primera edición, Fundación Produce pp.48-50
- Santellano-Estrada, E., Becerril-Pérez, C.M., Mei-Chang, Y., Gianola, D., Torres-Hernández, G., Ramírez-Valverde, R., Domínguez-Vivieros, J., Rosendo Ponce, A. (2006). Caracterización de la lactancia y evaluación genética del ganado criollo lechero tropical utilizando un modelo de regresión aleatoria. *Agrociencia* 45, 165–175.
- Santos, R., Cachapa, A., Carvalho, G. P., Silva, C. B., Hernández, L., Costa, L., Pereira, L. S., Minas, M., & Vala, H. (2019). Mortality and Morbidity of Beef Calves in Free-Range Farms in Alentejo, Portugal—A Preliminary Study. *Veterinary Medicine International*, 2019, 3616284. <https://doi.org/10.1155/2019/3616284>

- Sapolsky, R. M., Romero, L. M., y Munck, A. U. (2000). How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endocrine Reviews*, 21(1), 55–89. <https://doi.org/10.1210/EDRV.21.1.0389>
- Selye H. (1936). The Evolution of the Stress Concept: The originator of the concept traces its development from the discovery in 1936 of the alarm reaction to modern therapeutic applications of syntoxic catatonic hormones pp. 692-699 (8 pages)
- Seo, T., Date, K., Daigo, T., Kashiwamura, F., y Sato, S. (2007). Welfare assessment on Japanese dairy farms using the Animal Needs Index. *Animal Welfare*, 16(2), 221–223. <https://doi.org/10.1017/S0962728600031389>
- Serra, M., Patricia, C., Wolkers, B., y Urbinati, E. C. (2018). Physiological indicators of animal welfare. *Revista Brasileira de Zootecias*, 19(2). <https://doi.org/10.34019/2596-3325.2018.V19.24726>
- SIAP (2023). Población ganadera, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Gobierno, <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762?idiom=es>
- Silanikove, N. (2000). Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science*, 67, 1–18. [www.elsevier.com/locate/livprodsci](http://www.elsevier.com/locate/livprodsci)
- Silva Salas, M. Á., Mondragón-Ancelmo, J., Jiménez Badillo, M. del R., Rodríguez Licea, G., y Napolitano, F. (2021). Assessing dairy goat welfare in intensive or semi-intensive farming conditions in Mexico. *Journal of Dairy Science*, 104(5), 6175–6184. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19557>
- Simon, G. E., Hoar, B. R. y Tucker, C. B. (2016). Assessing cow–calf welfare. Part 1: Benchmarking beef cow health and behavior, handling; and management, facilities, and producer perspectives. *Journal of Animal Science*, 94(8), 3476-3487. DOI: 10.2527/jas.2016-0308

- Solano, C., Bernués, A., Rojas, F., Joaquín, N., Fernández, W., Herrero, M. (2000). Relationships between management intensity and structural and social variables in dairy and dual-purpose systems in Santa Cruz, Bolivia. *Agric. Syst.* 65, 159–177. doi:10.1016/S0308-521X(00)00030-5
- Spigarelli, C., Zuliani, A., Battini, M., Mattiello, S., y Bovolenta, S. (2020). Welfare assessment on pasture: A review on animal-based measures for ruminants. In *Animals* (Vol. 10, Issue 4). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ani10040609>
- Statista 2024, México: PIB trimestral del sector pecuario 2010-2023. Periodo T1 2022 al T4 2022. Publicado por Statista Research Department, 26 feb 2024
- Szucs, E., Geers, R., Jezierski, T., Sossidou, E. N., y Broom, D. M. (2012). Animal Welfare in Different Human Cultures, Traditions and Religious Faiths. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 25(11), 1499–1506. <https://doi.org/10.5713/AJAS.2012.R.02>
- Tadich, N. (2008). Claudicaciones en la vaca lechera y su relación con el bienestar animal. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, IX (108), pp.1695–7504. Available at: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008B/BA048.pdf>
- Tarazona, M. A. M. M., Ceballosm, M. C. B., Cuartas, C. A. C., Naranjo, J. F., Murgueitio, E. R., y Barahona, R. R. (2013). Summary for Policymakers. In *Intergovernmental Panel on Climate Change Ed.*, *Climate Change 2013 - The Physical Science Basis* (FAO, pp. 1–30). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Temple, D., y Manteca, X. (2020). Animal Welfare in Extensive Production Systems Is Still an Area of Concern. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.545902>
- Temple, D. (2008). Bienestar Animal: Actualización en especies productivas. II Seminario Internacional de Bienestar Animal: actualización en especies productivas. 15-8-2008.

- Thomas, E. (2017). Urban geographies of human-animal relations in classical antiquity. *Interactions between Animals and Humans in Graeco-Roman Antiquity*, 339–365. <https://doi.org/10.1515/9783110545623-014/MACHINEREADABLECITATION/RIS>
- Timm, N.H. (2002). *Applied Multivariate Analysis*. New York: Springer.
- Trevisi, E y Bertoni, G. (2009). Some physiological and biochemical methods for acute and chronic stress evaluation in dairy cows. *Ital J Anim Sci* 2009; 8 (Suppl.1):265-286.
- Tucker, C. B., Rogers, A. R., y Schütz, K. E. (2008). Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science*, 109(2–4), 141–154. <https://doi.org/10.1016/J.APPLANIM.2007.03.015>
- Turner, S. P., y Dwyer, C. M. (2007). Welfare assessment in extensive animal production systems: challenges and opportunities. *Animal Welfare*, 16(2), 189–192. <https://doi.org/10.1017/S0962728600031304>
- Urrea, G. L. A., Rojas, L. M., Sánchez, S. L., y Ibarra, M. G. (2016). Registro de Puma yagouaroundi en la Reserva de la Biosfera Zicuirán-Infiernillo, Michoacán. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(2), 548–551. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.04.004>
- Urrego, R. (2014). La influencia del consumo de carne en la evolución humana. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 9(1), 12–14. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-96072014000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-96072014000100001&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Usai, M.G., Casu, S., Molle, G., Decandia, M., Ligios, S., Carta, A. (2006). Using cluster analysis to characterize the goat farming system in Sardinia. *Livest. Sci.* 104, 63–76. doi:10.1016/j.livsci.2006.03.013

- Valerio, C.D., García, M.A., Acero, de la C.R., Castaldo, A., Perea, J.M., Martos, P.J. (2004). Metodología Para La Caracterización Y Tipificación De Sistemas Ganaderos., Uco. Es.
- Van-Laer, E., Moons, C. P. H., Ampe, B., Sonck, B., Vangeyte, J., y Tuytens, F. (2015). Summertime use of natural versus artificial shelter by cattle in nature reserves. *Animal Welfare*, 24(3), 345–356. <https://doi.org/10.7120/09627286.24.3.345>
- Vilaboa, A.J., Díaz, D.P., (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los sistemas ganaderos en siete municipios del estado de Veracruz, México. *Zootecnia Trop.* 27, 427–436.
- Villalba, J. J., Manteca, X., Vercoe, P. E., Maloney, S. K., y Blache, D. (2016). Integrating Nutrition and Animal Welfare in Extensive Systems. In C. Phillips (Ed.), *Nutrición y bienestar de los animales de granja.*: Vol. 16. Springer (Springer, Cham, pp. 135–163). [https://doi.org/10.1007/978-3-319-27356-3\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-27356-3_7)
- Villarroel-Molina, O., De-Pablos-Heredero, C., Barba, C., Rangel, J., y García, A. (2022). Does Gender Impact Technology Adoption in Dual-Purpose Cattle in Mexico? *Animals* 2022, Vol. 12, Page 3194, 12(22), 3194. <https://doi.org/10.3390/ANI12223194>
- Von Keyserlingk, M.A.G., Barrientos, A., Ito, K., Galo, E. and Weary, D.M. (2012). Benchmarking cow comfort on North American freestall dairies: Lameness, leg injuries, lying time, facility design, and management for high-producing Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95(12), pp.7399–7408. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5807>
- Wagner, K., Brinkmann, J., Bergschmidt, A., Renziehausen, C., y March, S. (2021). The effects of farming systems (organic vs. conventional) on dairy cow welfare, based on the Welfare Quality® protocol. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 15(8). <https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2021.100301>

- Washburn, S. P., White, S. L., Green, J. T., y Benson, G. A. (2002). Reproduction, Mastitis, and Body Condition of Seasonally Calved Holstein and Jersey Cows in Confinement or Pasture Systems. *Journal of Dairy Science*, 85(1), 105–111. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(02\)74058-7](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(02)74058-7)
- Welfair®. (2020). Certificado Welfair en Bienestar Animal – Animal Welfair: Welfair®. En línea (fecha de consulta 10/02/2024). <https://www.animalwelfare.com/en/bienestar-animal/welfare-quality/>
- Welfare Quality®. (2019). Welfare Quality Network. ®. En línea (fecha de consulta 10/02/2024). <https://www.welfarequalitynetwork.net/es-es/certificacion-welfare/>
- Wiedemann, S. G., Henry, B. K., McGahan, E. J., Grant, T., Murphy, C. M., y Niethe, G. (2015). Resource use and greenhouse gas intensity of Australian beef production: 1981–2010. *Agricultural Systems*, 133, 109–118. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2014.11.002>
- Windsor, P. A. (2021). Progress With Livestock Welfare in Extensive Production Systems: Lessons from Australia. In *Frontiers in Veterinary Science* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.674482>
- Yeates, J. (2018). Naturalness and Animal Welfare. *Animals* 2018, Vol. 8, Page 53, 8(4), 53. <https://doi.org/10.3390/ANI8040053>
- Yitagesu, E., Fentie, T., Kebede, N., Jackson, W., & Smith, W. (2022). The magnitude of calf morbidity and mortality and risk factors in smallholder farms across livestock production systems in central Ethiopia. *Veterinary Medicine and Science*, 8(5), 2157. <https://doi.org/10.1002/VMS3.877>