

Fundación Universitaria Agraria de Colombia



Sistemas Silvopastoriles en Ganadería Bovina, una revisión bibliográfica de su influencia en el estrés calórico, bajo el concepto Un Bienestar.

Autores

Laura Daniela Guzmán Sánchez

Karent Andrea Mora Lugo

Monografía para optar por el título de Médico Veterinario

Director

Liliana Andrea Velandia Montes

Facultad Ciencias Agrarias

Medicina Veterinaria

Bogotá

18 de agosto de 2023

Índice

Introducción

Objetivos

Resumen en inglés y español

Marco de referencia

 Un bienestar “One Welfare”

 Sistemas Silvopastoriles

 Bienestar térmico

 Estrés calórico

Marco Histórico

Marco Legal

Métodos y técnicas de trabajo

Recursos y materiales

Revisión sistemática y analítica

 SSP y su relación con el Bienestar Animal en Bovinos

 Relación a nivel nutricional

 Relación en cuanto al comportamiento

 Estrés calórico: una problemática de los bovinos en sistemas ganaderos tradicionales o intensivos

 Influencia de los SSP en el manejo de estrés calórico:

 ¿Por qué implementar ganaderías sostenibles?

 Beneficios hacia el medio ambiente

 Beneficios hacia los humanos

Conclusiones y Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

 Tabla de abreviaturas

Introducción

La presente monografía es una revisión bibliográfica que conduce a entender a profundidad sobre el uso de los sistemas silvopastoriles (SSP) y su influencia en los indicadores de bienestar animal de los bovinos, particularmente, en el estrés calórico, bajo el concepto de “Un Bienestar”. Actualmente se tienen criterios para la medición del bienestar animal en busca de lograr llevar a cabo el concepto de Un Bienestar, como por ejemplo, en los parámetros definidos por el protocolo Welfare Quality®, el cual está dividido en 4 parámetros (alimentación, alojamiento, sanidad y comportamiento), (Hoyos.,2022), o la metodología para la medición de bienestar animal, creada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA., 2022) donde a partir de las 5 libertades definieron 63 criterios, entre estos se encontraron indicadores en común como, temperatura óptima del establo, temperatura óptima de pastoreo, sombra en potreros y acceso a pasturas, siendo estos indicadores importantes ya que este incide directamente en funciones fisiológicas de los bovinos indispensables en una producción, como son su mantenimiento, lactación y reproducción, si se alteran estas se verán afectados los niveles de producción, el control de parásitos internos y externos y a su vez baja calidad de los forrajes y dificultad de manejo (Sara., 2019).

La deforestación en Colombia representa alrededor del 80%, se considera que es comparativamente alta en relación con otros países de Suramérica. (Landholm et al., 2019).

La ausencia de sombra y las altas temperaturas en estas ganaderías se ven directamente relacionadas con la alteración del parámetro de Bienestar animal “alojamiento”, ya que existen rangos de tolerancia frente a la temperatura ambiental, denominados bienestar térmico para los animales. Se estipula que las condiciones de temperatura y humedad ideales en animales de cría varían entre los 13 a 18°C y 60 a 70%, respectivamente. Cuando estas

aumentan los animales responden mediante mecanismos compensatorios tales como la evaporización respiratoria y cutánea, los cuales tienen un alto gasto energético. Cuando dichos mecanismos son insuficientes para compensar la temperatura corporal del bovino, se genera un aumento de esta ocasionando en el animal estrés calórico. (Sara., 2019).

Es por esto que se debe proporcionar a los animales condiciones o elementos que ayuden a disminuir o evitar el estrés calórico como por ejemplo la implementación de sombras, ventiladores y en lo posible que el animal tenga agua a disponibilidad esto con el fin de mejorar el bienestar de los bovinos, (Deniz et al., 2023), bajo en concepto de “Un bienestar”.

Objetivo General

Realizar una revisión bibliográfica sobre el uso de los SSP en la ganadería bovina y sus resultados en el manejo del estrés calórico, bajo el concepto un bienestar.

Objetivos específicos

1. Describir los SSP y su influencia en el bienestar animal
2. Analizar la relación entre la implementación de los SSP y el estrés calórico en bovinos.
3. Discutir la importancia de implementar ganaderías sostenibles en el marco del concepto Un Bienestar

Resumen

Los sistemas silvopastoriles se han venido implementando en las producciones ganaderas con el fin de generar un impacto positivo tanto para el medio ambiente como para el animal, por ende, esta revisión sistemática tiene como objetivo analizar las investigaciones realizadas sobre los sistemas silvopastoriles en la ganadería bovina y su influencia en los indicadores de bienestar animal enfocándonos en el estrés calórico por medio del análisis de diferentes bases de datos, Science direct, Proquest, Dialnet, Scielo, Springer Nature, las cuales fueron seleccionadas en base a criterios específicos que permitieron filtrar y obtener información viable para el posterior análisis.

En total se encontraron 23 artículos, el análisis de la información se realizó por medio de la clasificación de los artículos teniendo en cuenta (año de publicación, objetivos y palabras clave de la investigación, componente estudiado).

Se evidenció que el estrés calórico es uno de los principales problemas de bienestar animal en los sistemas de producción ganadera, ya que cursa con alteraciones fisiológicas y comportamentales en el animal, así mismo causa alteraciones a nivel productivo, bajando la producción de las ganaderías, afectando directamente a ganaderos y consumidores finales, esto se da por los cambios climáticos, pues las altas temperaturas son las causantes y una forma de combatir la problemática son los SSP, que además de proveer bienestar animal, son ganaderías sostenibles, devolviendo biodiversidad y generando un impacto positivo en la regulación de servicios ecosistémicos.

Abstract

Silvopastoral systems have been implemented in livestock production in order to generate a positive impact on both the environment and the animal, so, this systematic review aims to analyze the research carried out on silvopastoral systems in cattle farming and its influence on animal welfare indicators focusing on heat stress through the analysis of different databases, Science direct, Proquest, Dialnet, Scielo, Springer Nature, which were selected based on specific criteria that allowed filtering and obtaining viable information for further analysis.

In total, 23 articles were found, the analysis of the information was made by means of the classification of the articles considering (year of publication, objectives and keywords of the research, component studied).

It was evident that heat stress is one of the main animal welfare problems in livestock production systems, as it causes physiological and behavioral alterations in the animal, as well as causing alterations at the productive level, reducing the production of livestock, directly affecting farmers and end consumers, this is due to climate changes, because high temperatures are the cause and a way to combat the problem are the SSPs, which in addition to providing animal welfare, are sustainable livestock, restoring biodiversity and helping to regulate ecosystem services.

Marco de referencia

Marco Teórico

Un bienestar (One Welfare)

El concepto “Un Bienestar” fue un término acuñado por científicos de instituciones y universidades internacionales que pretenden dar un marco donde se fomente la colaboración interdisciplinaria para así mejorar el bienestar humano y animal en el ámbito global sin dejar de lado la biodiversidad y medio ambiente, con la adopción de este concepto se busca incentivar y promocionar resultados de investigaciones que den beneficios mutuos a la relación entre bienestar animal, humano, biodiversidad y medio ambiente (Agricultura de las Américas, 2018).

Este concepto hace referencia a la conexión que existe entre el bienestar animal, el bienestar humano y el medio ambiente, García (2019), afirma las siguientes 5 secciones que abarcan este concepto:

1. Abuso y negligencia de los animales y los humanos: Se conoce con el término “The link” a aquellos que abusan de los animales tienen una mayor probabilidad de transferir este comportamiento y abusar de otros seres vivos vulnerables, es por esto que se busca comprender la relación con el fin de establecer redes de vigilancia y mecanismos que ayuden a los Médicos Veterinarios a alertar de posibles situaciones de riesgo.
2. Implicaciones sociales del Bienestar Animal: Situaciones en las que se ven afectados tanto animales como seres humanos, y que así mismo generan un impacto en el medio ambiente
3. Salud y Bienestar Animal y Humano: El bienestar de los animales está directamente relacionado con el bienestar del productor en este caso, ya que los problemas de salud y bienestar de los animales afectan al productor, es por esto, que el papel del Médico

Veterinario es por medio de mejoras de manejo, nutrición y sanidad animal, generar un impacto positivo en el Bienestar tanto Animal como Humano

4. Intervenciones asistidas con Animales, Personas y el Medio Ambiente: Vigilar la capacitación del personal, identificando indicadores como manejo, bienestar etc.
5. Sostenibilidad y conexión entre la Biodiversidad, el Medio Ambiente y el Bienestar Animal y Humano: Esta sección lleva una conexión con los Objetivos de desarrollo Sostenible, ya que se emplea el concepto de “conservar”, el impacto y la disponibilidad de recursos naturales como son el agua, aire, la tierra, así mismo la relevancia de la producción ganadera en la conversión de los hábitats naturales.

Para hablar de Un bienestar se tiene que asociar el bienestar animal, bienestar humano y el medio ambiente, muchas veces se deja aislado el bienestar animal pues en el sector ganadero se cree que este le compete únicamente a profesionales en veterinaria, pero se puede evidenciar que este puede fomentar al ganadero la instauración de mejoras de bienestar animal es decir, el manejo, nutrición o sanidad animal, donde el animal pueda expresar su comportamiento natural, físico y mental, que a la larga además de beneficiar a los animales, hará de su empresa una mejor productividad, e integrar todo esto hacia la sostenibilidad, apostando a SSP pues estos dan mejoras en la gestión ganadera y a su vez influir en mejor rangos de temperatura, humedad, mayor biodiversidad, calidad de suelo y filtración del agua (García, 2019).

El estrés por calor a nivel global se ha clasificado como uno de los principales problemas de bienestar animal de los sistemas de producción extensivos. Dentro de las soluciones para amortiguarlo se encuentra el proveer sombra (artificial o natural por medio de sistemas silvopastoriles). Según afirma Medrano et al. (2023), El Consejo de Bienestar para Animales de Granja (FAWC, por sus siglas en inglés) promueve el concepto de "oportunidades de buena vida" como una forma de alcanzar un bienestar animal, donde el

objetivo es buscar que los animales tengan acceso a recursos que vayan más allá de cubrir sus necesidades biológicas, recursos que los animales valoran y están altamente motivados a tener. En este concepto se resalta que los animales deben poder escoger dentro de estos recursos, dándoles un sentido de control de su entorno el proveer sombra contribuye a la oportunidad de 'confort' y de 'interés', donde los bovinos vivirán experiencias positivas en un ambiente enriquecido.

La preferencia de las vacas lecheras sobre el pastoreo depende en gran medida de la hora del día, la humedad, la temperatura y la precipitación, por lo tanto, es consistente con el interés del público sobre la protección de los animales contra condiciones climáticas extremas.

El bienestar de las vacas lecheras puede verse afectado durante condiciones climáticas extremas o períodos de calor y humedad altos, según el clima y la región, los sistemas de pastoreo pueden brindar bienestar animal además de los servicios ecosistémicos. (Beaver et al., 2020)

Sistemas Silvopastoriles

Los SSP hacen parte de los arreglos forestales donde se implementan diferentes especies vegetales, como leguminosas, gramíneas, leñosas perennes y árboles, ya sean forestales o frutales, estos sistemas benefician al medio ambiente y productivos, reduciendo la implementación de insumos externos, disminuyendo la producción de gases efecto invernadero (GEI) y aumentando la comodidad animal reduciendo el estrés calórico.

Estos sistemas se pueden implementar ya sea por medio de árboles dispersos, cercas, barreras rompevientos y bancos mixtos forrajeros (Duarte et al., 2022)

No obstante, ofrecen beneficios en las relaciones de los sistemas hídricos, arbóreos, y protección del suelo, también cumplen la función de protección de otras especies animales endémicas, ya que estos sistemas pueden proveer refugio. (Sotelo et al., 2017).

Afirma Ruiz. (2022), que dentro de las ventajas de la implementación de SPP es que estos permiten mejorar procesos de tipo biológicos como la fotosíntesis, el ciclaje de nutrientes y la actividad microbiana en el suelo, permitiendo incrementar la producción total por hectárea empleando menos insumos externos, no obstante, esta presencia arbórea genera un incremento de biodiversidad, y así mismo durante su desarrollo, algunas especies leñosas tienen la función de captar el carbono, lo cual resulta beneficioso para el medio ambiente contribuyendo a la mitigación del Cambio climático.

Así mismo, los SSP favorecen en la captación de Gas efecto invernadero, a causa del incremento en cuanto a producción y acumulación de biomasa, producida mayormente en el tallo y raíces de los árboles, no obstante, estos sistemas tienen la capacidad de disminuir las condiciones térmicas extremas causando en el animal confort térmico. Este intercambio térmico entre animal y medio ambiente según afirma Schinato, F et al. (2023), está mediado por: la conducción entre los animales y la superficie de contacto; la convección, que representa el intercambio de calor entre los animales y el aire circundante; radiación, por la incidencia de fotones, evaporación, pérdida de calor por transformación del estado del agua. (Schinato et al., 2023)

Bienestar Térmico

Se denomina comodidad térmica o zona de confort a la temperatura ambiental que varía desde los 6°C a los 21°C, donde los bovinos al ser animales homeotermos, por medio de mecanismos termorreguladores como evaporación cutánea y respiratoria logran mantener la temperatura corporal equilibrada sin generar gasto de energía. (Blanco et al., 2020).

Cuando la temperatura excede los 27°C, los bovinos se verán afectados en un aumento de temperatura y aumento en el gasto de energía con el fin de termorregular su temperatura, al generarse esto el animal entra en una fase de estrés térmico o estrés calórico. (Sara., 2019).

Este confort térmico en los Bovinos se ve afectado producto de una alteración climática desfavorable, por esta razón es recomendable el uso de sombras con el fin de amortiguar el efecto de la temperatura ambiental mayor de 25°C y el efecto de la humedad relativa a 40%. (Zazueta et al., 2021).

Tarazona, et al (2020), afirma que el control de la temperatura es vital para la homeostasis, y su ausencia puede provocar estrés térmico y, en ocasiones, proliferación de parásitos y enfermedades. Un pequeño descenso de la temperatura puede favorecer enfermedades respiratorias, especialmente en animales jóvenes. La sensación térmica es consecuencia de la acción conjunta de la temperatura y la humedad. Esta percepción por parte de los animales es vital para evitar el estrés tanto por hipertermia como por hipotermia. La humedad excesiva del aire disminuye la tasa de sudoración y dificulta el intercambio de calor con el medio ambiente, causando un choque térmico en el Animal

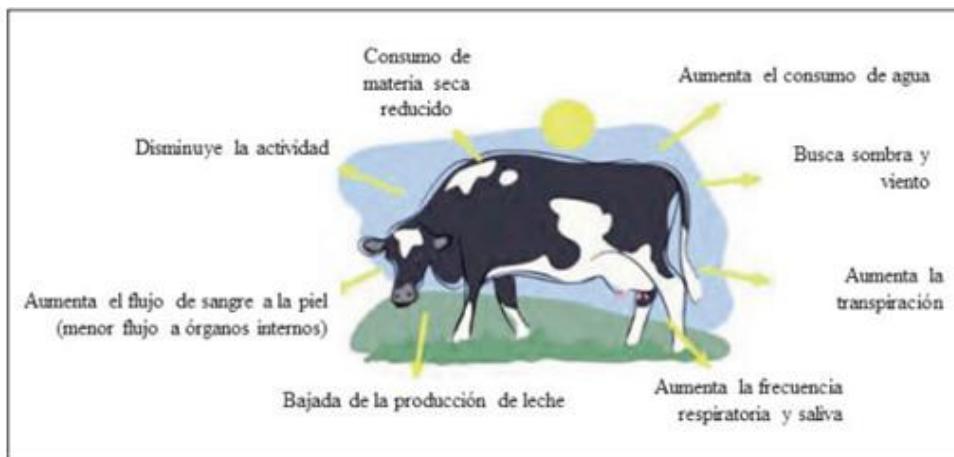
Estrés Calórico

Se produce por un aumento en la carga calórica, lo que ocasiona que el animal en este caso el bovino sobrepase su zona de confort al no poder por medio de los mecanismos termorreguladores equilibrar la temperatura alterando su bienestar, viéndose afectada la productividad animal, la aptitud reproductiva entre otras. (Sara., 2019).

En el bovino como se observa en la figura 1, a nivel fisiológico produce aumento de la frecuencia cardíaca, disminución del consumo de alimento, aumento en la ingesta de agua (polidipsia), aumento en la transpiración etc. (Blanco et al., 2020).

Figura 1.

Mecanismos comportamentales, fisiológicos y productivos consecuencia del estrés térmico.

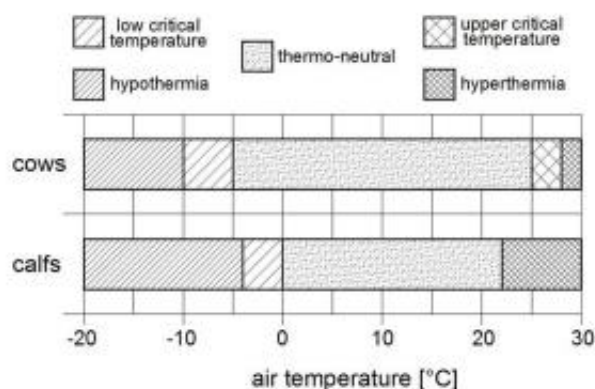


Nota: tomado de: *Impacto del cambio climático sobre el bienestar animal en los sistemas ganaderos*. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 116(5): 424-443. (Blanco et al., 2020). <https://doi.org/10.12706/itea.2020.028>

Según Herbut et al. (2020), entre los factores que determinan las condiciones en las que se puede superar la temperatura crítica de un animal se encuentran el área de superficie corporal, la producción de calor por parte del animal y las pérdidas por evaporación. La cantidad de grasa subcutánea, espesor de la capa, densidad, la longitud de la capa de pelo, y la precipitación y el barro en el pelaje de un animal.

Figura 2.

Las zonas térmicas para vacas lecheras dependen de la temperatura del aire



Nota: tomado de: *The effects of heat stress on the behaviour of dairy cows – a review*

Ann. Anim. Sci., Vol. 21, No. 2 (2021) 385–402 DOI: 10.2478/aoas-2020-0116. (Herbut, et. al, 2020). <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0116>

Cambio Climático

Según el FORO GANADERÍA REGIONAL VISIÓN 2014 -2018, establecido por Fedegan en 2014, se reporta que Colombia se ha visto cada vez más afectado por el cambio climático, donde se han evidenciado tanto altas como bajas temperaturas, se reporta que a inicios de 2012 se produjo un fenómeno de EL Niño y Dos fenómenos de La niña, los cuales ocasionaron grandes pérdidas en el sector ganadero con un promedio de 180 mil muertes de cabezas de ganado y así mismo inundaciones afectando más de 700 mil hectáreas, es por esto, que agricultores han comenzado a implementar el uso de ganaderías sostenibles, adaptables al cambio climático y así mismo puedan generar mayor rentabilidad económica. (Palacios M et al., 2019)

El cambio climático ha afectado significativamente el sector ganadero año tras año, afectando animales y predios, los fenómenos del niño y la niña, causan muerte de los animales, desplazamiento y sequías o inundaciones de los predios con números muy significativos, desde el año 2009 hasta el 2022 hubo 452.126 animales muertos, 6.507.279 animales desplazados y 2.641.639 de hectáreas afectadas, por estos fenómenos (Fedegan., 2022).

La producción lechera en Colombia se vio afectada en año 2015 y 2016 por una fuerte sequía causada por el fenómeno del niño bajando la producción entre 5000 y 6000 millones de litros, siendo esta de las producciones más bajas en los últimos 10 años (Fedegan., 2022). La ganadería ha traído consigo la degradación de los ecosistemas, ocasionada por la implementación convencional de pasturas sin árboles; según la FAO, el 77% de la frontera agropecuaria es utilizada como pastoreo de animales con predominio de bovinos, se ha

identificado que estas producciones ganaderas se localizan en sitios o lugares no aptos ya que favorecen a la degradación ambiental. (Palacios M et al., 2019).

Marco Legal

Ley 1774 de 2016 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:

Esta ley establece a los animales como seres sintientes no como cosas, recalca las 5 libertades en los animales, y así mismo se tipifican como punibles a quienes de alguna u otra forma tengan conductas que puedan generar daño o que se consideren como maltrato al animal.

Decreto 2113 de 2017 del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural:

Establece los requerimientos generales para el bienestar animal en animales de producción, este enmarca los principios básicos de bienestar animal haciendo énfasis en las 5 libertades.

Norma Técnica NTC 6550 Etiquetas ambientales Tipo I. Sello ambiental colombiano (SAC)

Esta iniciativa del Sello Ambiental Colombiano surge como modelo para la implementación de modelos sostenibles en las producciones agrícolas, pesqueras y ganaderas, la cual es presentada por los ministerios de Ambiente y Desarrollo Sostenible y de Agricultura y Desarrollo rural, junto con la Federación Colombiana de Ganaderos (FEDEGAN), entre otras (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible., 2021).

Esta norma técnica engloba 4 principios que deben cumplir los ganaderos quienes deseen optar por el sello, las cuales son:

1. Responsabilidad ambiental y conservación de recursos naturales
2. Buenas prácticas en producción ganadera que involucre el buen cuidado del medio ambiente

3. Buenas prácticas en cuanto a temas de vacunación, fármacos, plaguicidas, pesticidas y herbicidas e insumos agropecuarios.
4. Bioseguridad en los predios, responsabilidad con el cuerpo de empleados.

Esto para impulsar mejores prácticas ambientales en ganaderías como el riego, la siembra, manejo de tierra, gestión de residuos, entre otros (ICONTEC., 2021).

Resolución 0253 De 2020 del Ministerio de Agricultura y desarrollo rural:

En esta se da un manual en la que busca tener buenas prácticas con las especies de producción del sector agropecuario para garantizar el bienestar animal de los mismos.

Resolución 000126 de 2022 del Ministerio de Agricultura y desarrollo rural:

La cual establece la implementación de la Política de ganadería sostenible con el fin de disminuir los factores que alteran el medio ambiente como son la deforestación y la producción de GEI, así mismo busca incentivar el bienestar animal y promover la innovación tecnológica.

Métodos y técnicas de trabajo

La monografía se basa en un análisis sistemático de información recopilada a través de documentos publicados en bases de datos científicas, para un posterior análisis y cumplimiento de los objetivos.

Las etapas del presente documento son:

1. **Revisión y selección de bibliografía:** A partir de los objetivos, se realiza una búsqueda de bibliografía en donde se seleccionan documentos teniendo en cuenta unas palabras clave tales como bienestar animal en bovinos, el concepto de un bienestar One Welfare en el marco de una ganadería, los SSP y la influencia de estos en el estrés calórico en los bovinos, que tengan base científica comprobable, y que su publicación no sea superior a 5 años.
2. **Manejo de la información:** para el manejo de la información se realiza una revisión en de documentos recopilados en bases de datos tales como SciELO, Springer, Scopus y ProQuest Central, Science Direct, el método de búsqueda consiste en la selección de palabras claves en este caso Bienestar Animal, Estrés Calórico, Sistemas Silvopastoriles, Ganadería Sostenible y Bovinos y Un Bienestar, One Welfare, heat stress, silvopastoral system, sustainable livestock, cattle.
3. **Análisis de información para llegar a resultados:** Se realiza teniendo en cuenta unos criterios tanto de selección como de inclusión y exclusión:

Inclusión:

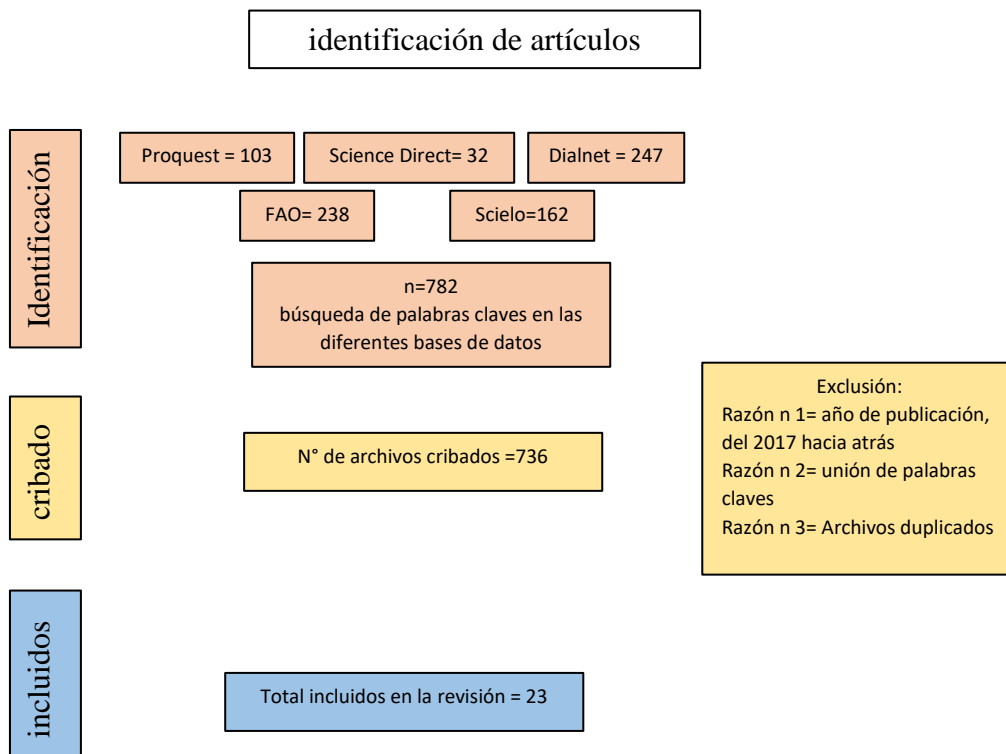
- Artículos publicados en idioma español, inglés.
- Artículos realizados Nacional e Internacionalmente
- Artículos publicados con un máximo de 5 años anteriores a la fecha (01/03/2023)

- Artículos que evalúen las palabras claves mencionadas anteriormente (bienestar animal, estrés calórico, sistemas silvopastoriles, ganadería sostenible y bovinos y Un Bienestar One Welfare, heat stress, silvopastoral system, sustainable livestock, cattle.

Exclusión:

- Artículos que no involucren las palabras claves mencionadas anteriormente
 - Artículos mayores a 5 años de publicación anteriores a la fecha (01/03/2023)
 - Se realizo una lectura del resumen de cada uno de los artículos y a pesar de que incluían palabras claves, el tema tratado no se enfocaba en lo necesario para el cumplimiento de los objetivos
 - Los artículos duplicados, el mismo artículo que estaba en diferentes bases de datos.
 - Artículos en donde la temática principal no abarquen o no se enfoquen hacia las palabras claves
4. Se detallan el número de artículos totales por cada base de datos teniendo en cuenta las palabras claves
 5. Realizar un proceso de filtración de datos
 6. Posterior a realizar el proceso de exclusión se realiza un diagrama de flujo adaptado de PRISMA (2020)

Tabla 1



7. Realizar una tabla que permitiera identificar los temas principales de cada una de las investigaciones encontradas para trabajar en la presente monografía:

Tabla 2

Bienestar Animal	Sistemas Silvopastoriles	Estrés Calórico	No Cumple*
<ul style="list-style-type: none"> • Considerations for the future of dairy cattle housing: An animal welfare perspective. • Welfare of Animals: Political and Management Issues. • Silvopastoral system is an alternative to improve animal welfare and productive performance in meat production systems. • Impactos y adaptación al cambio climático en rumiantes. • The effects of heat stress on the behaviour of dairy cows – a review. • Human relationships with domestic and other animals: One health, one welfare, one biology. 	<ul style="list-style-type: none"> • Benefits of silvopastoral systems for keeping beef cattle. Animals • A pilot study on the foraging behavior of heifers in intensive silvopastoral and monoculture systems in the tropics. • Production and thermal comfort of Nellore beef cattle finished in integrated crop-livestock systems • Silvopastoral systems and ecosystem services: the view of dairy farmers in southern Brazil. • Daytime ingestive behaviour of grazing heifers under tropical silvopastoral systems: Responses to shade and grazing management. Applied Animal Behaviour Science • Effect of Tree Shade on the Yield of <i>Brachiaria brizantha</i> Grass in 	<ul style="list-style-type: none"> • Effect of thermal stress on thermoregulation, hematological and hormonal characteristics of Caracu beef cattle • Productividad de vacas lecheras Holstein sin sombra en dos épocas del año. • Hot and bothered: Public attitudes towards heat stress and outdoor access for dairy cows. • Estrés por calor en ganado lechero con énfasis en la producción de leche y los hábitos de consumo de alimento y agua • Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. Journal of Thermal Biology • An updated review on cattle thermoregulation: Physiological responses, biophysical 	<ul style="list-style-type: none"> • Estrés por Calor en Ganado. Cada año más difícil. • Efecto del reemplazo folicular (GnRH) y de somatotropina bovina (bST) sobre la fertilidad de vacas lecheras expuestas a estrés calórico. • Efectos del estrés por calor en la producción de leche de vacas Holstein primíparas a escala regional utilizando grandes bases de datos. • Passive envelope solutions to aid design of sustainable livestock buildings in Mediterranean climate • Developing of a model to predict lying behavior of dairy cows on silvopastoral system during the winter season • Caída en la producción láctea, signos respiratorios agudos y muertes

	<p>Tropical Livestock Production Systems in Mexico. Rangeland Ecology & Management</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microclimate and pasture area preferences by dairy cows under high biodiversity silvopastoral system in southern Brazil. <p>International Journal of Biometeorology</p> <ul style="list-style-type: none"> • Behavior and body surface temperature of beef cattle in integrated crop-livestock systems with or without tree shading. • Social hierarchy influences dairy cows' use of shade in a silvopastoral system under intensive rotational grazing. • A Planetary Health Perspective on Agroforestry in Sub-Saharan Africa • Chapter 1 - Introduction to livestock systems. Managing Healthy Livestock Production and Consumption • Microclimate, forage production and carbon storage 	<p>mechanisms, and heat stress alleviation pathways</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inflammatory mediation of heat stress-induced growth deficits in livestock and its potential role as a target for nutritional interventions • Effects of thermal environment on dairy cattle under a grazing system in the Western Amazon, Brazil • Comparison of milk production and calving intervals between Slick and Wild-Type Holsteins in a tropical grazing production system • Heat stress impacts on lactating cows grazing Australian summer pastures on an automatic robotic dairy. • Physiological response to heat stress and ingestive behavior of lactating Jersey cows in silvopasture and conventional pasture grazing systems in a Brazilian subtropical climate zone. Tropical 	<p>asociadas a estrés calórico en bovinos lecheros de Uruguay.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Make ruminants green again – how can sustainable intensification and agroecology converge for a better future? • Effect of acute and chronic caloric heat stress on the oocyte quality of cattle of adapted breeds. • Methane emissions and milk yields from zebu cows under integrated systems • Influencia de los sistemas silvopastoriles en la infección por nematodos gastrointestinales y la respuesta inmune de vaquillonas Nelore en condiciones tropicales • The Effect of Maternal Behavior around Calving on Reproduction and Wellbeing of Zebu Type Cows and Calves • Assessing the freshwater fluxes related to beef cattle production: A comparison of integrated crop-livestock systems
--	--	--	--

	<p>in a eucalypt-based silvopastoral system.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Silvopasture in the USA: A systematic review of natural resource professional and producer-reported benefits, challenges, and management activities • Damage caused by cattle to <i>Eucalyptus benthamii</i> trees in pruned and unpruned silvopastoral systems 	<p>Animal Health and Production</p> <ul style="list-style-type: none"> • Shade modifies behavioral and physiological responses of low to medium production dairy cows at pasture in an integrated crop-livestock-forest system. • Efecto del estrés calórico sobre la producción del ganado lechero • Thermal comfort of beef cattle in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil 	<p>and a conventional grazing system. Agricultural Water Management</p> <ul style="list-style-type: none"> • Traditional grazing systems in the Venetian Alps: Effects of grazing methods and environmental factors on cattle behaviour.
--	---	--	---

*Las investigaciones puestas en esta casilla se definieron al tener algunas de las características de exclusión puestas anteriormente.

Recursos y materiales

Como recursos contamos con las bases de datos:

- Science direct
- Proquest
- Dialnet
- Scielo
- Springer Nature

Así como el acceso a la red y los computadores donde se trabajo

Revisión sistemática y analítica

La presente revisión se realiza incorporando la tabla 2, donde nos indica cada una de las investigaciones que se revisaron, el autor principal y los hallazgos más importantes encontrados en cada artículo:

Tabla 3

Investigación	Hallazgos importantes
Abduch et al. (2022)	Se sometieron animales al sol durante un periodo de 8 horas demostrando que en horas de la tarde se produce estrés térmico por el aumento de temperatura, teniendo cambios fisiológicos que pueden ser negativos para la producción y reproducción
Amendola et al. (2019)	Los sistemas silvopastoriles benefician a animales y productores, pues al tener sombra y disponibilidad forrajera en distancias más cortas mejora su calidad de vida, y esto hace que sus recursos energéticos sean mayores en la síntesis de proteínas y grasas que significará mejoras en producción
Aranha et al. (2019)	Los SSP revelan diferencias significativas en la producción ya que, además de proveer confort térmico a los animales, en épocas de verano, hay mayor ganancia de peso al tener una mayor disponibilidad forrajera, además se observó que no hay interferencia en el crecimiento de pasto, por la sombra que puedan dar los arboles
Blanco-Penedo I, Cantalapiedra J, Llonch P (2020)	El cambio climático tiene consecuencias graves en la ganadería, y eso directamente va a afectar al mundo en general, los agentes involucrados en ganadería deben tener como pilar ser sostenibles para contribuir con mejoras en los ecosistemas naturales, sistemas de producción y cadena alimentaria
Casanova et al. (2021)	Hay un mayor rendimiento de las pasturas al crecer bajo la copa de los árboles en las temporadas de sol
Correa et al. (2022)	El estrés calórico es una de las consecuencias principales en las pérdidas de ganadería lechera, pues se baja la producción de las vacas por mantener sus constantes fisiológicas
Carvalho et al. (2021)	Demuestra que los animales que tienen una disponibilidad de sombra cuentan con mejor bienestar animal, pues optimizan su tiempo en las diferentes actividades conductuales naturales.
Duarte et al. (2022)	Análisis sistemático del uso de los sistemas silvopastoriles en producciones ganaderas en Colombia, con el fin de conocer la importancia productiva y ambiental.
Dos santos, Freire y Tavares (2021)	El desequilibrio fisiológico causado por el estrés calórico trae consecuencias productivas, reproductivas y en el

	consumo de los animales lo que afecta directamente a los productores.
García (2019)	Consideraciones importantes a tener en cuenta en la producción agrícola para cumplir las 5 secciones en las que está compuesto One Welfare
Giro et al. (2019)	Los animales mantenidos en SSP demuestran mayor tiempo de rumia y menor tiempo de reposo en las mañanas, además preferencia por el uso de sombra y disminución por la búsqueda de bebederos, lo que significa animales con mejor confort térmico y a la larga, mejor uso de recursos y mayor producción alimentaria
Huertas et al. (2021)	Los SSP ofrecen mejoras en el bienestar animal de los bovinos pues ofrecen una más amplia variedad de alimentación, y además de eso dan al productor ingresos adicionales por nuevas producciones como lo puede ser la madera.
Josep et al. (2019)	Servicios ecosistémicos que brindan los sistemas silvopastoriles a la ganadería y población en general
Lemes et al. (2021)	Actualmente la población se preocupa más por el bienestar animal es por ello que la ganadería debe cumplir con esto, para satisfacer la percepción del consumidor y a su vez entregar productos de calidad
Macedo et al. (2019)	Se realizaron mediciones de transmisión de radiación fotosintéticamente activa, la temperatura del aire, la humedad relativa, la temperatura del globo negro, mostrando que en los SSP hay una reducción de ellos, beneficiando el confort térmico de los animales
Matheus et al. (2019)	Los hatos ganaderos cuentan con una jerarquía social, esto hace que, si no hay disponibilidad suficiente de recursos los animales que están más debajo de la cadena tengan deficiencias, en los SSP, se distribuyen los recursos teniendo un buen uso para todos los animales de la cadena.
Most y Yates. (2021).	Alteraciones fisiológicas en el animal expuesto a estrés por calor, alteración en el crecimiento muscular de la canal por un balance energético negativo que cursa con disminución en la ingesta de alimento y por consecuente disminución en la ganancia de peso, rangos de ITH y sus signos
Oliveira et al. (2022).	El objetivo de este estudio fue medir a nivel fisiológico (frecuencia cardiaca, respiratoria y temperatura rectal) que se produce en el animal al estar expuesto a temporadas de lluvia, donde se evidenció que en estas condiciones no se muestran alteraciones marcadas a nivel fisiológico, el ITH oscilo entre 70- 75
Osei-Amponsah et al. (2020)	Analizar los impactos a nivel fisiológico de las altas temperaturas, evaluando temperatura corporal, frecuencia respiratoria y puntajes de jadeo, analizando el ITH, donde se evidenciaron alteraciones significativas, así mismo a nivel productivo se evidenciaron alteraciones en la leche (aumento porcentaje grasa y temperatura)

Romanello et al. (2018)	Estudio realizado en toros Canchim, se mantuvieron en pastoreo en épocas de verano, invierno y primavera durante 7 meses, donde se calculó el ITH, identificando un aumento en épocas de verano y primavera ($THI \geq 72.0$), disminución de testosterona, leucograma de estrés, aumento de cortisol, así mismo el aumento de la temperatura escrotal reduce la eficiencia de la espermatogénesis
Ruiz et al. (2019)	El estudio se realizó en las regiones Norte y Central de Costa Rica, con datos recolectados entre 1990 y 2015, evaluando índice de temperatura y humedad (ITH) y la producción diaria de leche (kg), se evidencio una relación inversa entre la producción diaria de leche y el ITH para los tres grupos raciales analizados. Los efectos observados tienden a manifestarse a partir de $ITH > 72$, se indica que en la Región Central se evidencia estrés moderado a comparación de la Región Norte donde se evidencia estrés severo
Sara. (2019)	<p>Descripción general de las alteraciones del estrés calórico a nivel reproductivo tanto en el macho como en la hembra, El estrés por calor genera una alteración en la reproducción Bovina, a causa de una alta tasa de calor endógeno producto de la humedad relativa del ambiente externo, en este caso el animal no es capaz de termorregular, a nivel reproductivo se genera una disminución en la fertilidad ya que el EC ocasiona alteración en las células de Sertoli induciendo apoptosis y estrés oxidativo, así mismo ocasiona a nivel espermático alteración en lípidos y proteínas de la membrana del espermatozoide ocasionando una baja calidad del semen.</p> <p>En la hembra, en cuanto a la preñez se presenta con disminución del peso del ternero al nacimiento, alteración de las concentraciones hormonales de la madre y del feto.</p>
Silva et al. (2021)	Determinar el índice de confort térmico en Bovinos de carne por medio de técnicas de interpolación en el Estado de Mato Grosso do Sul en un periodo de 10 años evaluando épocas de verano e invierno, se calculó el ITH y el índice de temperatura y humedad, se evidencio un estado de emergencia en Corumbá y Ribas do Rio Pardo, en Chapadão do Sul y Costa Rica, surgieron como regiones favorables para la producción de ganado vacuno.
Tarazona et al. (2020)	En este artículo se engloba el concepto Bienestar animal y su relación humano- medio ambiente, se hace énfasis en las 5 libertades y como estas se ven afectadas por un mal manejo del animal, por una alteración en el medio ambiente, así mismo se hace la relación humano animal en el contexto ambiental

Con base en los hallazgos encontrados se inicia la discusión para dar solución a cada uno de los objetivos del presente documento.

SSP y su relación con el bienestar animal de los bovinos:

Los SSP ofrecen a la producción ganadera beneficios a nivel productivo, reproductivo, nutricional, fisiológico y todo esto otorga mejoras de bienestar animal, se pueden implementar ya sea por medio de árboles dispersos en los potreros, cercas vivas, barreras rompevientos y bancos mixtos forrajeros (Duarte et al., 2022)

Relación a nivel nutricional:

Estos brindan mejoras en el bienestar animal de los animales, pues estudios afirman que además de contribuir a la sombra y refugio de los bovinos en días soleados o cálidos, ofrecen una diversidad forrajera entre gramíneas, leguminosas, arbustos y árboles que aportan en su alimentación (Huertas et al., 2021), la presencia de árboles da mejores condiciones al tales como humedad del suelo, temperatura del aire, e intensidad de la luz para la producción de pasto, beneficiando directamente a los animales (Cassanova, et al., 2021), las leguminosas conforman normalmente SSP en Latinoamérica, estos aportan gran porcentaje de proteína cruda, lo que se va a convertir más adelante en nitrógeno y será funcional para los microorganismos del rumen de los bovinos y así promover un crecimiento óptimo (Amendola et al., 2019).

Relación en cuanto al comportamiento:

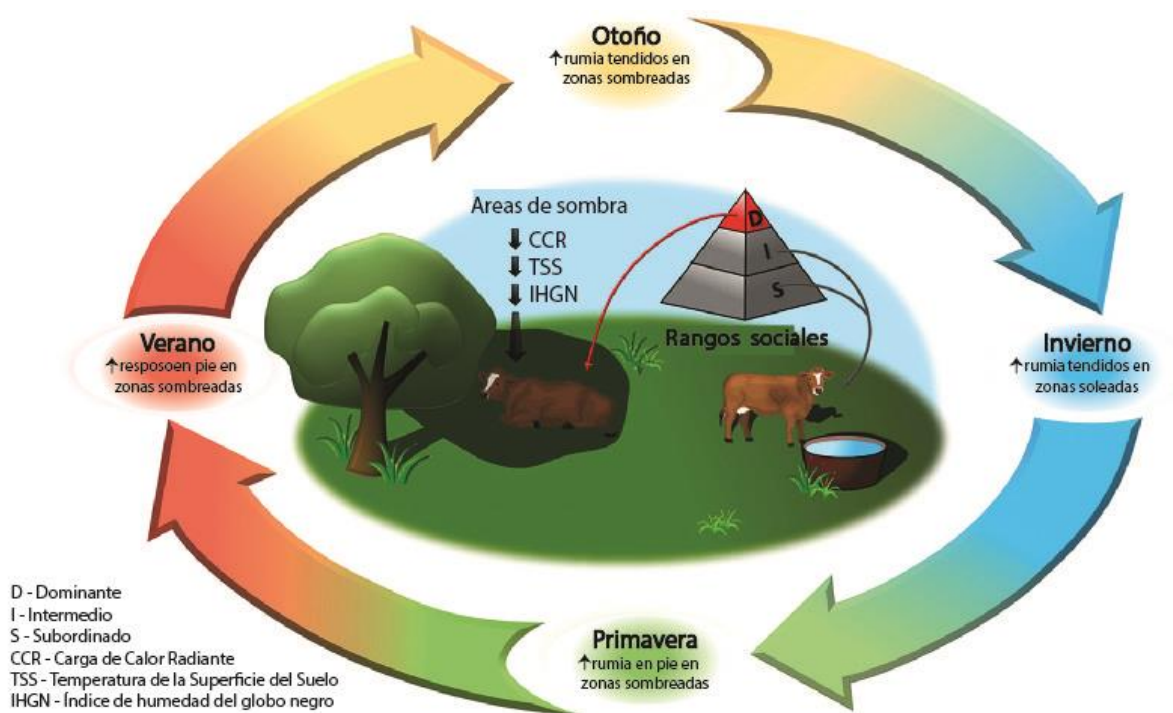
En este caso afirma Tarazona et al (2020), Una densidad de animales adecuada debe permitir la libertad de movimiento de los animales y facilitar los cambios de postura con suficiente espacio entre ellos para la termorregulación y el movimiento.

Por otro lado, estos sistemas han logrado evidenciar mejoras en miedo y ansiedad en el animal, al proporcionarles lugares donde puedan ocultarse de manera total o parcial, y al ser animales con menos estrés se presentan animales con mayor condición corporal, todo esto

dando como evidencia, la influencia positiva de los SSP en el bienestar animal de los bovinos (Huertas et al., 2021)

Gracias a los SSP los animales hacen recorridos mucho más cortos en búsqueda de alimentación, a como lo tienen que hacer en sistemas de ganadería intensiva, además usan un 60% menos de energía para todos sus procesos en comparación con la ganadería intensiva (Amendola et al., 2019), Carvalho et al. (2021), demostró con su estudio experimental que los animales que tienen mayor acceso a sombra pasan mayor tiempo allí en sus actividades conductuales tales como la ingesta de alimento, rumia, consumo de agua y tiempo de descanso, se reporta que los bovinos deben tener alrededor de 6 a 13 horas en sus patrones de alimentación y 12 horas de descanso, y que esto se da mucho mejor cuando tienen una buena oferta de sombra y forraje.

En los hatos ganaderos existe la jerarquía social, y esta influye directamente en el uso de los recursos para los animales tales como acceso a agua, alimentación y espacios para el descanso, dando mejoras para el uso de estos en los SSP ya que los animales pueden distribuirse en los lugares de sombra, agua y alimentación y dependiente su condición jerárquica hacen uso de ello en las diferentes horas del día, como se aprecia en la siguiente figura (Matheus et al., 2021)

Figura 2*Uso de recursos en ganadería*

Nota: adaptado de: *Social hierarchy influences dairy cows' use of shade in a silvopastoral system under intensive rotational grazing.* (Matheus, et.al, 2021)

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105467>

Estrés calórico: una problemática de los bovinos en sistemas ganaderos tradicionales o intensivos

Los bovinos al ser animales homeotermos, es decir que pueden regular su temperatura y adaptarse a la temperatura ambiental en la que se encuentren, lo hacen por medio de mecanismos termorreguladores como jadeo, aumento de frecuencia respiratoria y aumento de la frecuencia cardíaca, lo cual afectará negativamente su rendimiento a nivel productivo como reproductivo. Según Abduch et al. (2022), la energía que sería dirigida a la producción es redirigida a la activación de mecanismos termorreguladores que actuarán sobre el balance energético metabólico de los animales, provocando cambios como disminución de la ingesta de alimentos y disminución de la ganancia de peso.

Se ha descrito que la temperatura y la humedad de aire elevadas mayores a 18°C y 70%, respectivamente, son elementos a nivel meteorológico estresantes, se asocia principalmente al bajo desempeño de bovinos criados en regiones tropicales, se espera que los animales mejor adaptados a condiciones del clima tengan mejor productividad. (Sara., 2019)

La zona termoneutral del ganado lechero varía en el rango de -0.5 a 20.0 °C (1,2,10), los bovinos raza Holstein pueden mantener estable su temperatura entre los 24 y 27°C. (Correa et al., 2022)

En cuanto a los parámetros fisiológicos, la temperatura rectal, la frecuencia cardíaca y la respiratoria se pueden ver alterados por variables como la temperatura y la humedad en este caso del aire, la radiación solar, época del año, hora del día y capacidad de sombra a la que pueda estar refugiado el animal. (Oliveira et al., 2022)

Según Aranha et al. (2019), El estrés calórico causa cambios en la osmolaridad y el volumen sanguíneo de los rumiantes, esto influyendo directamente en el bienestar animal, pues disminuye la producción metabólica y con ello el rendimiento general del animal.

Teniendo en cuenta lo anterior, un aumento en la temperatura corporal del animal puede generar modificación a nivel comportamental, producto de un aumento en la inactividad a causa de un descenso en el tiempo de pastoreo. (Giro et al., 2019)

A nivel productivo, según afirma Ruiz et al. (2019), el motivo de la reducción en la producción de leche es el balance energético negativo, ya que el animal intenta mantener la homeostasis para evitar la hipertermia. El estrés por calor también puede tener impacto negativo sobre la salud de la ubre, lo que en última instancia también conduce a la disminución de la leche, así mismo Oliveira et al. (2022), la productividad de la leche está directamente relacionada con el tiempo que los animales están bajo confort térmico, es decir,

homeostasis los animales criados fuera de su zona de confort térmico no alcanzan su máximo potencial productivo, viéndose afectada la producción, la reproducción y el bienestar.

A nivel reproductivo, afirma Romanello et al. (2018), un aumento de la temperatura corporal en este caso en el toro ocasiona alteraciones a nivel testicular, ya que cuando la termorregulación escrotal no se produce adecuadamente, se genera un incremento en el metabolismo testicular, reduciendo la irrigación sanguínea local. Esto conduce a la hipoxia celular y, consecuentemente, al establecimiento de una condición patológica de degeneración testicular, en cuanto las vacas se reporta un deterioro en la reproducción por mayor sensibilidad a la temperatura, y por este motivo hay una baja fertilidad y animales más susceptibles a la morbilidad y mortalidad (Dos Santos et al., 2021).

Correa et al. (2022), asegura que una respuesta inminente a la presencia de Estrés calórico en ganado lechero es un aumento en la TR (Temperatura rectal) debido a una acumulación excesiva de calor corporal obtenido a partir del ambiente. Esto activa las pérdidas de calor corporal tanto por medios no evaporativos como evaporativos.

Según Osei-Amponsah et al. (2020), una forma indirecta de medir el estrés calórico en bovinos es mediante el ITH (Índice de temperatura y humedad), que se refiere a la interacción de la temperatura y la humedad ambiental. (Ruiz et al., 2019), este índice se emplea como un indicador de seguridad climática para controlar y disminuir las pérdidas relacionadas con estrés calórico en bovinos.

Un estudio realizado por el mismo autor tuvo como objetivo medir el ITH en un intervalo de tiempo de diciembre del 2018 a febrero del 2019, el estudio se realizó con vacas razas Holstein, en época de verano en Australia, donde se identificó que, cuando los ITH superan los 72, significa que las vacas están experimentando EC y, por lo tanto, las vacas lecheras del presente estudio experimentaron EC durante los tres meses de verano (diciembre de 2018 a febrero de 2019). Se concluye que, en condiciones de calor (temperatura de 24 a

39 °C y humedad relativa de 32 a 60 %), un aumento de 1 °C en la temperatura ambiente puede aumentar la frecuencia respiratoria de 2,8 a 3,3 respiraciones por minuto.

La Zona de Confort Térmico (TCZ) ideal para el ganado vacuno debe estar delimitada por la Temperatura Crítica Superior (UCT, por sus siglas en inglés) de -6 °C y la Temperatura Crítica Inferior (LCT, por sus siglas en inglés) de 27 °C. En la TCZ, los animales no requieren poner ningún esfuerzo en forma de mecanismos termorreguladores y, por lo tanto, no sienten calor ni frío y están en total comodidad (Silva et al., 2021).

Por medio de un estudio, Silva et al. (2021), concluyeron que la Zona de Confort Térmico (TCZ) ideal para el ganado vacuno debe estar delimitada por la UCT de -6 °C y la LCT de 27 °C. En la TCZ, los animales no requieren poner ningún esfuerzo en forma de mecanismos termorreguladores y, por lo tanto, no sienten calor ni frío y están en total comodidad, así mismo, afirman que un animal está bajo estrés por frío cuando es sometido a una temperatura crítica inferior LCT, en cambio, el animal presenta estrés térmico cuando se somete a una temperatura crítica superior UTC.

Según afirma Correa et al. (2022), la producción de GEI tales como vapor de agua, dióxido de carbono, metano y óxido nitroso principalmente, alteran la permeabilidad de la atmósfera permitiendo la entrada de los rayos solares mientras que evitan la salida del calor radiado por la superficie terrestre, estos gases son los causantes del problema del calentamiento global y, por ende, del cambio climático. Estudios conducidos por climatólogos sugieren que la TA (Temperatura Ambiental) podría incrementarse hasta en más de 2 °C para el año 2050.

Influencia de los SSP en el manejo de estrés calórico:

Afirma Most et al. (2021), que el ganado alojado en áreas confinadas, como corrales de engorde y lecherías, son susceptible al estrés por calor, ya que a menudo su capacidad para

participar en comportamientos de alivio, como buscar sombra o meterse en el agua, está restringida cuando estas opciones no están disponibles

Amendola et al. (2019), por medio de un análisis cuyo el objetivo principal era evidenciar el comportamiento de las vaquillas en dos tipos de sistemas de pastoreo, sistema SM (sistema monocultivo), y sistema ISS (sistema silvopastoriles intensivos), se produjo una disminución en la temperatura corporal de los bovinos estando en presencia de árboles y cobertura vegetal en un sistema ISS, además concluyen que aunque la sombra artificial en un SM también podría mejorar el bienestar animal al disminuir el estrés por calor y aumentar la comodidad, la sombra de los árboles se considera la más eficaz, ya que brinda protección contra la luz solar combinada con enfriamiento cuando la humedad se evapora de las hojas y por estas características, se considera el mejor método para aliviar el estrés por calor.

En los SSP hay una menor entrada de radiación solar lo que mejorará las condiciones de los animales frente al estrés térmico causado por el cambio climático, estos sistemas también ayudaran a los animales a adaptarse al cambio climático y así no tener problemas de salud por la temperatura en temporadas de sequía. (Macedo et al., 2019)

Aranha et al. (2019) realizó un estudio para identificar parámetros de confort térmico en animales en SSP, donde se demostró que gracias a la sombra de los arboles la temperatura del globo negro puede reducirse hasta 6,4° C con relación a un sistema de ganadería intensiva, dando así un alivio en el estrés calórico producido en los bovinos por las altas temperaturas; la temperatura ambiente también fue menor en los lugares con sombra y hubo una mayor humedad relativa del aire, esto incidiendo en reducciones de radiación solar que hace que el ambiente tenga unas mejores condiciones térmicas; el índice temperatura humedad tuvo valores moderados (79 a 88) siendo así valores que no generan problemas en los animales.

La producción Ganadera de tipo Sostenible tiene como finalidad mejorar la producción y optimizar el pastoreo evitando una alteración a nivel climática y ecosistémica, así mismo una alteración en el animal por las altas temperaturas y escasas de lluvias.

(Carvalho De Oliveira et al., 2021)

¿Por qué implementar ganaderías sostenibles?

La implementación de SSP busca minimizar los efectos ambientales asociados con los sistemas monocultivo, ya que estos sistemas cuentan con la implementación de una única especie de planta, forraje, etc. que se caracteriza además por contar con una gran extensión de tierra, en cuanto a los efectos se encuentra la deforestación, la erosión, la pérdida de biodiversidad y aumento en las emisiones de GEI. (Amendola et al., 2019).

Beneficios hacia el medio ambiente:

Blanco- Penedo et al. (2020), afirma que las alteraciones climáticas además de tener impacto en los animales generan impacto en el ecosistema que les proporciona los recursos para sobrevivir. Por ejemplo, las alteraciones en cuanto a la precipitación podrían afectar directamente al suelo y la vegetación, generando un impacto sobre la cantidad y la calidad de la flora vegetal de la biosfera. Sin embargo, existe otra consecuencia que parece ser menos conocida, y es que el cambio climático está influyendo negativamente sobre muchas especies cuya supervivencia se está viendo comprometida, es decir, es uno de los principales impulsores de la pérdida de biodiversidad.

Los SSP, contribuyen en la regulación de estas problemáticas, según Aranha et al., (2019) hay una mejora en la fertilidad del suelo, por la fijación de nitrógeno, así mismo aumentan los ciclos de nutrientes, y hay mejores efectos en la aglutinación de la materia orgánica, aumentando así la microflora y microfauna.

Se benefician las ganaderías ya que se comprobó que hay mayor masa forrajera en pasturas que crecen bajo la copa de los árboles en temporadas de sequía, siendo así una gran

alternativa para frenar la deforestación hecha por años en la ganadería extensiva (Casanova et al., 2021)

También proporcionan sostenibilidad al beneficiar servicios ecosistémicos como los servicios de soporte, ya que puede aumentar la biodiversidad ya que los árboles proporcionan fuente de alimento y hábitat para diferentes especies del lugar donde se ubiquen; en cuanto al servicio regulatorio, se dice que los SSP pueden contribuir a reducir la intensidad del impacto de la lluvia en la superficie del suelo, aumenta la infiltración del agua en el suelo y así, beneficia la regulación de este en temporadas de invierno o de verano (Joseph et al., 2019).

Ruiz et al., (2019), destaca la implementación de los SSP por las hectáreas liberadas para conservación ya que se pueden convertir con un muy buen manejo en fuentes de recursos naturales, además de esto forman parte importante de la conexión del paisaje y de un ecosistema, inclusive, a largo plazo éstos mismos espacios conservados pueden funcionar como sumideros de carbono, dependiendo de la extensión que tengan.

Beneficios hacia los humanos:

El crecimiento de la población es exponencial en este momento, y esto implica una demanda de alimentos aun mayor y para ello se requiere producciones optimas y de calidad, evitando explotar áreas de bosques nativos y más bien recuperando algunos de estos, así ayudando a reducir los efectos del cambio climático, todo esto con la implementación de SSP, ya que está demostrado, que los bovinos criados en estos sistemas, tienen un mejor confort térmico lo que beneficia la regulación de las constantes vitales, además se demostró aumento de peso corporal en los bovinos, niveles de cortisol basales en algunas etapas del crecimiento, y un aumento en la recuperación de ovocitos, siendo todo esto mejoramiento para el bienestar animal y productivo de las ganaderías (Lemes et al., 2021), además de la seguridad alimentaria, en las ganaderías también debe ser primordial la sostenibilidad

ambiental que se nombró anteriormente y el bienestar humano de las personas que trabajan allí, por ello, mantener animales sanos, con indicadores positivos de bienestar animal, evitará presiones físicas y mentales de los ganaderos (García., 2019).

El bienestar animal y humano están estrechamente vinculados, ya que las relaciones positivas con los animales son una fuente importante de comodidad, contacto social e identificación cultural. (Huertas et al., 2021)

Por otra parte, Tarazona et al., (2019), afirma que es factible que un bienestar deficiente conduzca a que los sistemas de producción sean más ineficientes y eso repercuta negativamente en el bienestar humano.

Mejorar la sostenibilidad, productividad y competitividad en el sector ganadero compete a todos los agentes implicados en la ganadería, especialmente los veterinarios, ya que deben integrar el manejo, calidad y biología de los animales teniendo como pilar el bienestar animal (Blanco-Penedo et al., 2020)

Todo esto influyendo directa y positivamente en lo que es “Un bienestar”

Conclusiones y Recomendaciones

- A pesar de que ya hace varios años se habla sobre ganaderías sostenibles la literatura sobre estos temas no tiene una buena difusión entre los ganaderos, se debe hacer énfasis en los beneficios que tendrá hacer una producción sostenible.
- Los sistemas silvopastoriles tienen una alta influencia en el bienestar animal ya que incentivan a cambios positivos en características importantes para la producción como lo es su alimentación, puesto que proveen diferentes tipos de alimento al incluir varias especies arbóreas, sus constantes fisiológicas, favoreciendo el confort térmico al ofrecerle espacios de sombra y descanso; disminución del estrés, ofreciéndoles lugares donde puedan ocultarse, disminuyendo miedo y ansiedad y la expresión de comportamientos conductuales naturales de los animales, como lo es el tiempo de rumia, de descanso, de alimentación, expresando sus jerarquías sociales.
- Tener animales con indicadores altos de bienestar animal hará ganaderías con producciones de calidad, que benefician al ganadero y al consumidor, siendo así agentes importantes de la seguridad alimentaria.
- El estrés calórico es una de las principales problemáticas en las producciones ganaderas, por las altas temperaturas en lugares tropicales, esta causa una alteración a nivel fisiológico en el animal desencadenando mecanismos termorreguladores, como el jadeo, y el aumento de las constantes fisiológicas, que puede terminar en la muerte del animal, todo esto genera alteraciones a nivel reproductivo, al disminuir su fertilidad y productivo al no tener las ganancias de peso deseadas o la producción de leche de calidad.
- La manera de enfrentar esta problemática son los SSP, pues proveen confort térmico a los animales, y ayuda a los animales a adaptarse al cambio climático promoviendo así un mejor bienestar.

- La implementación de SSP, aporta mejoras al medio ambiente otorgando beneficios ecosistémicos de soporte y regulación que pueden resarcir los daños que ha causado a lo largo del tiempo la ganadería como lo es la erosión, deforestación y emisión de GEI.
- Teniendo en cuenta la investigación y búsqueda de artículos relacionados con los objetivos y palabras claves de la monografía, logramos identificar escasos artículos y/o información relacionados con el concepto “Un Bienestar” en Bovinos, así mismo los artículos analizados en su mayoría se enfocan más a nivel clínico y productivo por ende no existe una relación muy clara humana, animal, medio ambiente.

Bibliografía

- Abduch, N. G., Pires, B. V., Souza, L. L., Vicentini, R. R., Zadra, L. E. F., Fragomeni, B. O., Stafuzza, N. B. (2022). Effect of thermal stress on thermoregulation, hematological and hormonal characteristics of caracu beef cattle. *Animals*, 12(24), 3473. doi: <https://doi.org/10.3390/ani12243473>
- Agricultura de las americas (2018). Manejo y cuidado de los animales, pag 30, Edición 508, <https://www.uniagraria.edu.co/wp-content/uploads/2019/08/Agricultura-de-las-Am%C3%A9ricas.pdf>
- Amendola, L, Solorio, F, Ku.-vera, J, Amendola, R, Zarza, H, Mancera, K y Galindo, F. (2019). A pilot study on the foraging behaviour of heifers in intensive silvopastoral and monoculture systems in the tropics. *Animal Volume 13, Issue 3, 2019, Pages 606-616*. Recuperado de: <https://doi.org/10.1017/S1751731118001532>
- Aranha, HS, Andrighetto, C., Lupatini, GC, Bueno, LGF, Trivelin, GA, Mateus, GP, Luz, PAC, Santos, JMF, Sekiya, BMS y Vaz, RF. (2019). Production and thermal comfort of Nellore beef cattle finished in integrated crop-livestock systems. *Zootecnia e Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Archivo Brasileño de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 71 (5), 1686–1694. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9913>
- Beaver, A, Proudfoot, K y Von Keyserlingk, M. (2020). Symposium review: Considerations for the future of dairy cattle housing: An animal welfare perspective. *Journal of Dairy Science Volume 103, Issue 6, June 2020, Pages 5746-5758*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203022030179X>
- Blanco-Penedo I, Cantalapiedra J, Llonch P, (2020), Impacto del cambio climático sobre el bienestar animal en los sistemas ganaderos. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.028>
- Carvalho de Oliveira, Gigolo, R, Karvatte, N, Delmar, S, Bungenstab, D y Villa, F. (2021). Daytime ingestive behaviour of grazing heifers under tropical silvopastoral systems:

Responses to shade and grazing management. *Applied Animal Behaviour Science*
Volume 240, July 2021, 105360. Recuperado de:
<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105360>

Casanova,F, Villanueva, G, Alcudia,A, Nached, J, Medrano, O, Jimenez, G, Alayòn, A y Raj, D. (2021). Effect of Tree Shade on the Yield of *Brachiaria brizantha* Grass in Tropical Livestock Production Systems in Mexico. *Rangeland Ecology & Management*, Volume 80, January 2022, Pages 31-38. Recuperado de:
<https://doi.org/10.1016/j.rama.2021.09.006>

Correa, A, Avendaño, L, Lopez, M y Macias, U. (2022). Estrés por calor en ganado lechero con énfasis en la producción de leche y los hábitos de consumo de alimento y agua. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, ISSN-e 2007-1124, Vol. 13, N°. 2, 2022, págs. 488-509. Recuperado de: <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.uniagraria.edu.co/servlet/articulo?codigo=8446237>

Decreto 2113 de 2017 (Ministerio de Agricultura y desarrollo rural) Por el cual se adiciona un Capítulo al Título 3 de la Parte 13 del Libro 2 del Decreto 1071 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo Agropecuario, Pesquero y de Desarrollo Rural
<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Decretos/Decreto%20No.%202113%20de%202017.pdf>

Deniz,M., Tenffen De- Sousa, K., Correa, F., Martinez, M., Dittrich,J., Daros,R y Hotzel,M, (2023). A systematic review of the effects of silvopastoral system on thermal environment and dairy cows' behavioral and physiological responses.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00484-023-02431-5>

dos Santos, M.M., Souza-Junior, J.B.F., Dantas, M.R.T. et al. An updated review on cattle thermoregulation: physiological responses, biophysical mechanisms, and heat stress alleviation pathways. *Environ Sci Pollut Res* 28, 30471–30485 (2021). <https://doi-org.ezproxy.uniagraria.edu.co/10.1007/s11356-021-14077-0>

Duarte, P y Trujillo, N. (2022). Análisis de los sistemas silvopastoriles en ecosistemas de ganadería bovina en Colombia: Una revisión sistemática.

<https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/4685/Duarte%20Sedano%20Paola%20Andrea%20-%20Trujillo%20Pereira%20Natlia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

FEDEGAN- FNG (2022) El sector ganadero colombiano y las afectaciones climáticas.

https://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=Afectaciones_climaticas_sector_ganadero_2022.pdf&iIdFiles=873

García, R. (2019) Introducción al marco One Welfare (un solo bienestar) en el contexto de la producción animal veterinaria, One Health en portada.

https://www.onewelfareworld.org/uploads/9/7/5/4/97544760/albeitar239_one_welfare_2.pdf

Giro, A, Macedo, J, Barioni, W, de Faria, A, Prudencio, A, Botta, D, Romanello, N, do Nascimento, A y Rosetto, A. (2019). Behavior and body surface temperature of beef cattle in integrated crop-livestock systems with or without tree shading. Science of The Total Environment Volume 684, 20 September 2019, Pages 587-596. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.377>

Herbut, P., Hoffmann, G., Angrecka, S., Godyń, D., Frederico Márcio Corrêa Vieira, Adamczyk, K., & Kupczyński, R. (2021). The effects of heat stress on the behaviour of dairy cows – a review. *Annals of Animal Science*, 21(2), 385-402.

doi:<https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0116>

Hoyos, P. (2022). Indicadores de Bienestar Animal en Bovinos.

<https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/download/984/772/>

Huertas, S. M., Bobadilla, P. E., Alcántara, I., Akkermans, E., & Frank J C M van,Eerdenburg. (2021). Benefits of silvopastoral systems for keeping beef cattle. *Animals*, 11(4), 992. doi:<https://doi.org/10.3390/ani11040992>

ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), FEDEGAN-FNG, AGROSAVIA, ASOBUFALOS (2022) metodología para la evaluación de bienestar animal en las especies bovina y bufalina, <https://www.ica.gov.co/getattachment/Areas/Pecuaria/Servicios/Inocuidad-en-las-Cadenas-Agroalimentarias/Bienestar-Animal/Metodologia-bienestar-en-bovinos-y-bufalos.pdf.aspx?lang=es-CO>

Josep,L, Filho, A, Sinisgalli,P, Farley, J y Zambiazzi, D. (2019). Sistemas silvipastoris e serviços ecossistémicos: a visão dos produtores de leite do Sul do Brasil. *Rev. de Ciências Agrárias* vol.42 no.3 Lisboa set.Recuperado de: http://www.scielo.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-018X2019000300027&lang=pt

Lemes, A. P., García, A. R., Pezzopane José, R. M., Brandão, F. Z., Watanabe, Y. F., Cooke, R. F., . . . Gimenes, L. U. (2021). Silvopastoral system is an alternative to improve animal welfare and productive performance in meat production systems. *Scientific Reports* (Nature Publisher Group), 11(1) doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-021-93609-7>

Ley 1774 de 2016 (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible) por medio de la cual se modifican el código civil, la ley 84 de 1989, el código penal, el código de procedimiento penal y se dictan otras disposiciones <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/06/ley-1774-2016.pdf>

Landholm, D., Pradhan, P., Wegmann, P., Romero, M., Suarez, J y Juegern, K. (2019). Reducing deforestation and improving livestock productivity: greenhouse gas mitigation potential of silvopastoral systems in Caquetá. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab3db6/pdf>

- Macedo, J, Franceschi, M, Bosi, C, Rossetto, A y Lulú, J. (2019). Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. Journal of Thermal Biology Volume 79, January 2019, Pages 103-111. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.015>
- Matheus, D, Tenffen, K, Fernando, M, Martinez, M, Ricardo, J, Pinheiro, L, Jose, M. (2021). Social hierarchy influences dairy cows' use of shade in a silvopastoral system under intensive rotational grazing. ELSEVIER. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com.ezproxy.uniagraria.edu.co/sciencfbienestae/article/pii/S0168159121002549>
- Medrano, C, Ahumada, D, Rojas, D, Cubides, J y García, F. (2023). Percepciones de productores sobre el bienestar de bovinos doble propósito en los llanos Orientales de Colombia. *Rev. investig. vet. Perú* vol.34 no.1 Lima ene./feb. 2023 Epub 27-Feb-2023. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1609-91172023000100022&script=sci_arttext&tlng=en
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021), Colombia ya cuenta con el Sello Ambiental Ganadero, iniciativa que busca promover prácticas sostenibles. <https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/colombia-ya-cuenta-con-el-sello-ambiental-ganadero-iniciativa-que-busca-promover-practicas-sostenibles/>
- Most, M. y Yates, D. T. (2021). Inflammatory mediation of heat stress-induced growth deficits in livestock and its potential role as a target for nutritional interventions: A review. *Animals*, 11(12), 3539. doi:<https://doi.org/10.3390/ani11123539>
- NTC 6550:2021 (ICONTEC) Etiquetas ambientales Tipo I. Sello ambiental colombiano (SAC). Criterios para la ganadería sostenible bovina y bufalina <https://tienda.icontec.org/gp-etiquetas-ambientales-tipo-i-sello-ambiental-colombiano-sac-criterios-para-la-ganaderia-sostenible-bovina-y-bufalina-ntc6550-2021.html>

- Oliveira, A, Reis, E, Ferraz, P, Santos, G, Cruz, M, Silva, G y Silva, A. (2022). Effects of thermal environment on dairy cattle under a grazing system in the Western Amazon, Brazil. *Animal Science*, *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 74 (06). Recuperado de: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/dgJ9TVy6ZfXM7r9tjBmRw7f/?lang=en>
- Osei-Amponsah, R., Dunshea, F. R., Leury, B. J., Long, C., Cullen, B., Joy, A y Chauhan, S. (2020). Heat stress impacts on lactating cows grazing australian summer pastures on an automatic robotic dairy. *Animals*, 10(5), 869.
doi:<https://doi.org/10.3390/ani10050869>
- Palacios, M., Camacho, A., Pinto, A y Rojas, L. (2019). Bases técnicas para la formulación de la política nacional de Ganadería Bovina sostenible- Colombia (BT- PNGBS). https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/103242/PGBS_Bases_Tecnicas_PN_GBS_30.08.2019.12_AGOSTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Resolución 0253 De 2020 (Ministerio de Agricultura y desarrollo rural), Por la cual se adopta el Manual de Condiciones de Bienestar Animal propias de cada una de las especies de producción del sector agropecuario: bovina, bufalina, aves de corral y animales acuáticos.
<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Proyectos%20Normativos/Manual%20de%20Condiciones%20de%20Bienestar%20Animal,%20especie%20bovina,%20bufalina,%20aves%20de%20corral%20y%20animales%20acu%C3%A1ticos.pdf>
- Resolución 000126 de 2022 (Ministerio de Agricultura y desarrollo rural) “Por la cual se adoptan los lineamientos de Política de Ganadería Bovina Sostenible- GBS 2022-2050 y se dictan otras disposiciones
<https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCI%C3%93N%20NO.%20000126%20DE%202022.pdf>.
- Romanello, N., de Brito Lourenço Junior, J., Barioni Junior, W. et al. Thermoregulatory responses and reproductive traits in composite beef bulls raised in a tropical climate.

Int J Biometeorol 62, 1575–1586 (2018). <https://doi-org.ezproxy.uniagraria.edu.co/10.1007/s00484-018-1557-8>

Ruiz, J, Vargas, B, Abarca, S e Hidalgo, H. (2019). Efecto del estrés calórico sobre la producción del ganado lechero en Costa Rica. Recuperado de: <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.uniagraria.edu.co/servlet/articulo?codigo=7128705>

Ruiz, M (2022). Reflexiones sobre algunos beneficios sociales de los sistemas silvopastoriles. Recuperado de: <http://www.idesmac.org/revistas/index.php/diversidad/article/view/132/110>

Sara. M, (2019) Efecto del estrés calórico en la reproducción bovina, Universidad de ciencias aplicadas y ambientales, Facultad de ciencias agropecuarias. <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3410/Monografia%20-%20documento%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Schinato,F,Munka, M,Olmos, V y Bussoni, A. (2023).Microclimate, forage production and carbon storage in a eucalypt-based silvopastoral system.Agriculture, Ecosystems & Environment Volume 344, 1 March 2023, 108290. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108290>

Silva, R, Couto, R, de Tonissi, R y de Goes, B. (2021.) Confort térmico de bovinos de corte en el estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Ciencias Agrícolas. Recuperado de: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/hc6V8PLVPnLfQNCWjgphQJm/?lang=en>

Sotelo,M ., Suarez, J., Carrillo, F., Núñez, A., Calderón, V y Arango, J, (2017). Sistemas sostenibles de producción ganadera en el contexto amazónico Sistemas silvopastoriles: ¿una opción viable? https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/89088/CIAT_VISION_AMAZONI_A_SISTEMAS_SILVOPASTORILES.pdf

Tarazona, A. M., Ceballos, M. C., & Broom, D. M. (2020). Human relationships with domestic and other animals: One health, one welfare, one biology. *Animals*, 10(1), 43. doi:<https://doi.org/10.3390/ani10010043>

Zazueta, G, Castro, I, Estrada, A, Portillo, J, Urias, D y Rios, F. (2021). Valoración del confort térmico de bovinos productores de carne en finalización intensiva en clima cálido. *Rev Inv Vet Perú* 2021; 32(5): e19301. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19301>

Índice Abreviaturas

Abreviatura	Significado
CCR	Carga De Calor Radiante
EC	Estrés calórico
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAWC	Consejo de Bienestar para Animales de Granja
GEI	Gas Efecto Invernadero
IHGN	Índice de Humedad Del Globo Negro (El termómetro de globo, para medir la temperatura radiante. Consiste en un termómetro de mercurio que tiene el bulbo dentro de una esfera de metal hueca, pintada de negro de humo. La esfera absorbe radiación de los objetos del entorno más calientes que el aire y emite radiación hacia los más fríos, dando como resultado una medición que tiene en cuenta la radiación)
ITH	Indicé de Temperatura y Humedad
LCT	Temperatura Critica Inferior
SSP	Sistemas Silvopastoriles
TA	Temperatura Ambiental
TCZ	Zona de Confort Térmico
TR	Temperatura Rectal
TSS	Temperatura De La Superficie Del Suelo
UCT	Temperatura Critica superior