



Revisión de literatura para la lectura de comederos en corrales de engorda de ganado bovino

Literature review on feed bunk management in beef cattle feedlots

José Luis Luna Bojórquez

Universidad Autónoma Indígena de México, Los Mochis, Sinaloa, México

jluislunab@gmail.com

ORCID: 0009-0007-9696-7660

Alan Ramírez-Noriega

Universidad Autónoma de Sinaloa, Los Mochis, Sinaloa, México

alandramireznoriega@uas.edu.mx

ORCID: 0000-0002-8634-9988

Yobani Martínez Ramírez

Universidad Autónoma de Sinaloa, Los Mochis, Sinaloa, México

yobani@uas.edu.mx

ORCID: 0000-0002-4967-9187

doi: <https://doi.org/10.36825/RITI.12.28.005>

Recibido: Junio 14, 2024

Aceptado: Agosto 25, 2024

Resumen: Las condiciones actuales de la ganadería en el norte de Sinaloa para la engorda de ganado se realiza mediante métodos tradicionales y solo el 11.5% la practica en corral, la engorda en corrales permite controlar la alimentación y obtener una eficiente conversión alimenticia, sin embargo, todos los días una persona realiza la lectura de comederos mediante la observación de la cantidad de alimento residual, con la finalidad de determinar si la cantidad de alimento es el adecuado o es necesario realizar un ajuste, por inconsistencias en la clasificación, puede resultar una variación excesiva de alimento y provocar pérdidas económicas por desperdicio o enfermedades ocasionadas por la descomposición del alimento acumulado, la ganadería de precisión es la aplicación de tecnología de la información en las ciencias agropecuarias, por lo que es importante realizar una revisión de la literatura y evaluar los avances tecnológicos en la ganadería y considerar de qué forma pueden aplicarse en la lectura de comederos.

Palabras clave: *Lectura de Comederos, Ganadería de Precisión, Inteligencia Artificial.*

Abstract: The current conditions of livestock in northern Sinaloa for beef cattle are carried out using traditional methods, and only 11.5% practice it in feedlots. Fattening in pens allows controlled feeding and efficient feed conversion; however, every day, a person reads the feed bunks by observing the amount of residual feed to determine if an adjustment is necessary. Due to inconsistencies in classification, this can result in excessive feed variation and cause economic losses from waste or diseases caused by the decomposition of accumulated feed. Precision livestock farming is the application of information technology in livestock, making it important to

conduct a literature review and evaluate technological advances in livestock farming and consider how they can be applied to feed bunk management.

Keywords: Precision Livestock Farming, Feed Bunk Management, Artificial Intelligence.

1. Introducción

El consumo de carne es una fuente de proteína en la alimentación del ser humano, por lo que la producción de carne es una actividad que demanda cada día mayor producción, A nivel mundial el consumo de carne en el 2022 alcanzo 57 millones 380 mil toneladas, México, ocupa el séptimo lugar en la producción de carne de res con 2 millones 180 mil toneladas. En promedio el consumo per cápita es de 15.6 kilos por año, La producción en el lapso del 2017 al 2022 aumento en un 2.5% por año, el volumen de carne de res exportado alcanzo un máximo histórico de 341 mil toneladas, el cual pondero un crecimiento anual del 9.9%, el crecimiento de las exportaciones a influido en el número de cabezas sacrificadas en los rastros tipo TIF, En el intercambio internacional de ganado en pie, se exportaron 873 mil 227 unidades para engorda y se importaron 97 mil 411 para sacrificio. Los datos presentados en el compendio estadístico del 2023 por el consejo mexicano de la carne [1], indican que Sinaloa ocupa el séptimo lugar en la producción de volumen en canal con 110 mil 673 toneladas, aportando el 5.1% del total nacional.

Con datos del INEGI [2] del censo agropecuario del 2022 publicados en noviembre del 2023, A nivel nacional se cuenta con 1,002,662 unidades de producción agropecuaria (UPA) activas con cría y explotación de bovinos, de los cuales Sinaloa aporta 20,449, ósea el 2%. En la Tabla 1, se muestran las Unidades de Producción agropecuaria en los municipios del Norte de Sinaloa.

Tabla 1. Unidades de Producción Agropecuarias, Norte de Sinaloa.

Municipios Norte de Sinaloa	Unidades de Producción Agropecuarias	
	TOTAL	Cría y Explotación
Ahome	10,566	1,203
UPA de grandes productores	434	61
UPA de pequeños y medianos productores	10,132	1,142
Choix	3,086	1,364
UPA de grandes productores	261	232
UPA de pequeños y medianos productores	2,825	1,132
El Fuerte	6,264	1,758
UPA de grandes productores	460	291
UPA de pequeños y medianos productores	5,804	1,467
Guasave	13,842	1,055
UPA de grandes productores	546	55
UPA de pequeños y medianos productores	13,296	1,000
Sinaloa	9,956	2,315
UPA de grandes productores	431	214
UPA de pequeños y medianos productores	9,525	2,101
Total, grandes productores Norte de Sinaloa	2,162	853
Total, pequeños y medianos productores Norte de Sinaloa	41,582	6,842
Total, en Sinaloa	95,201	20,449
Total, México	4,629,134	1,002,662

Fuente: INEGI [2].

En total los municipios señalados acumulan 853 unidades de producción agropecuaria para los grandes productores y 6,842 para los pequeños y medianos productores, la producción de ganado se encuentra distribuida entre el libre pastoreo, pastoreo controlado, corral o estabulado y semi estabulado, como se muestran los datos de la Tabla 2.

Tabla 2. Sistema de Producción de Ganado en el Norte de Sinaloa.

Ubicación	Total, de Bovinos	SISTEMA DE PRODUCCIÓN DEL GANADO				
		Libre pastoreo	Pastoreo controlado	Corral o Estabulado	Semi Estabulado	No especificado
Nacional	24 553 565	14 577 729	2 720 839	4 254 713	1 088 811	1 911 473
Sinaloa 3.8 % nal.	938 272	372 179	162 214	298 218	85 714	19 947
Ahome	47 197	14 906	8 493	10 081	13 082	635
Choix	39 311	25 751	10 730	141	1 182	1 507
El Fuerte	48 383	36 693	4 223	2 299	3 246	1 922
Guasave	40 316	13 554	6 330	13 566	5 981	885
Sinaloa de Leyva	66 613	45 469	11 927	1 720	4 560	2 937
Norte de Sinaloa	241 820	136373	41703	27807	28051	7886
% Norte de Sinaloa		% 56.39	% 17.24	%11.49	% 11.59	% 3.26

Fuente: INEGI [2].

Como se puede apreciar el 56.39% es de libre pastoreo mientras que el 11.49% se maneja en corral o estabulado y otro 11.59% semi estabulado. En la Tabla 3 se muestra el porcentaje de equipamiento y tipos de instalaciones utilizados.

Tabla 3. Equipamiento de las UPA.

INSTALACIONES UTILIZADAS								
Sitio	UPA activas	Bovinos	%	Silo forrajero	Mezcladora de alimentos	Corrales de engorda	Báscula ganadera	Otras
% A las que se les preguntó el tema de instalaciones								
NACIONAL	4,629,134	1,002,662	47.26	12.88	4.19	8.12	11.59	0.65
Sinaloa	95,201	20,449	80.76	8.74	5.53	4.63	10.96	0.65
Ahome	10,566	1,203	88.78	10.30	3.56	6.74	5.52	0.37
Choix	3,086	1,364	79.77	0.64	2.85	1.19	11.12	0.00
El Fuerte	6,264	1,758	78.78	3.25	4.55	3.90	8.23	0.22
Guasave	13,842	1,055	83.41	7.50	3.86	6.70	5.11	0.34
Sinaloa	9,956	2,315	75.08	4.03	1.96	1.96	9.78	0.06
Norte de Sinaloa	43,714	7,695	81.16	5.14	3.36	4.10	7.95	0.20

Fuente: INEGI [2].

En promedio; el 5.14% utiliza silo forrajero, el 3.3 mezcladoras de alimento, el 4.10% cuenta con corrales de engorda y el 7.9% cuenta con bascula ganadera, apenas el 5.2% de los grandes productores aplica inseminación artificial, quedando rezagados los pequeños y medianos productores que la practican con un 1.58%. La identificación del ganado es aplicada en un 92% por medio de etiquetas colocadas en las orejas INEGI [2].

Mediante los avances tecnológicos los grandes productores han logrado una mayor eficiencia, pero estos beneficios no han llegado a los pequeños ganaderos, las condiciones actuales de la ganadería para los pequeños y medianos productores en los municipios del norte de Sinaloa, es muy desfavorable, ya que la producción de ganado para engorda se realiza principalmente con métodos tradicionales, los pequeños y medianos productores, entregan el ganado en pie a grandes productores para su comercialización, obligándolos a obtener un margen económico muy reducido ya que el kilo de carne de ganado en pie es muy bajo y este se incrementa un 99% al pasar al kilo en canal de sacrificio en un rastro TIF [1]. como lo muestra la Figura 1.

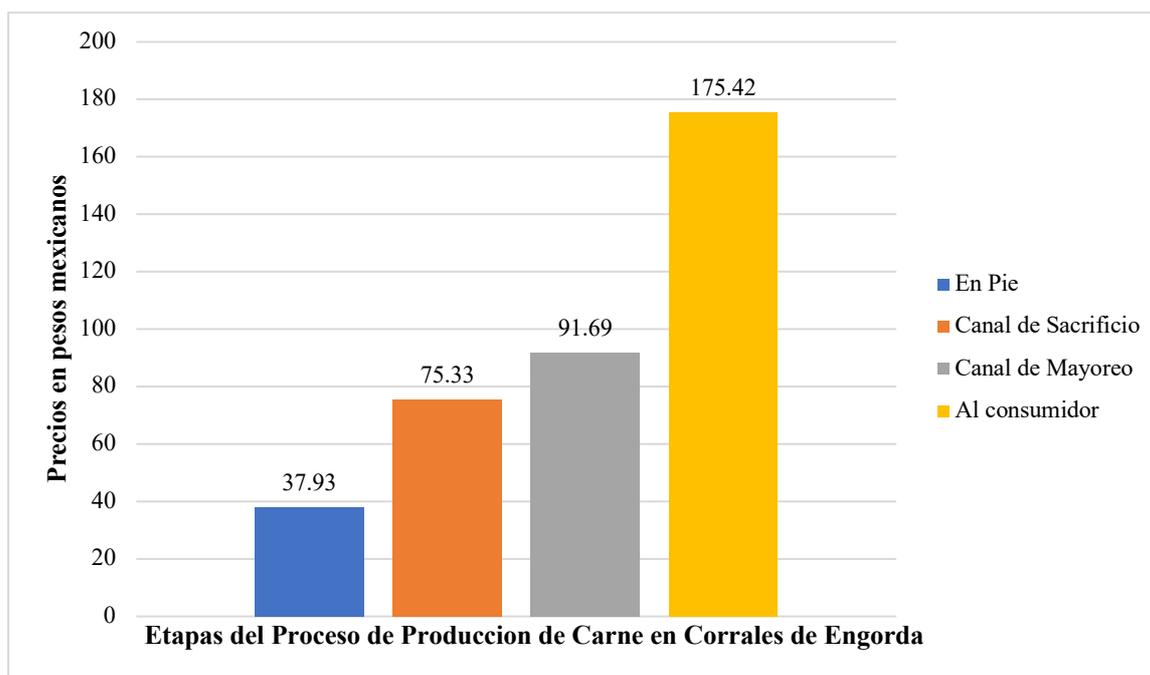


Figura 1. Precios del kilogramo de carne de res [1].

2. Estado del Arte

La engorda de ganado bovino en corrales de acuerdo con Ceconi *et al.* [3], permite controlar la alimentación y obtener un aumento de peso eficiente con respecto al alimento suministrado (conversión alimenticia), antes de suministrar la ración del alimento, todos los días a la misma hora, una persona mediante la observación realiza una lectura de comederos y clasifica como lo propone Dorea y Cheong [4], la cantidad de alimento residual de la servida anterior, con el fin de determinar si la cantidad de alimento servido es el adecuado o es necesario realizar un ajuste a la alza o a la baja, solo si se mantiene la misma tendencia por lo menos durante tres días consecutivos. Por lo que la lectura de comederos es determinante para establecer la cantidad adecuada de alimento, además evita pérdidas económicas por desperdicio o enfermedades ocasionadas por la descomposición del alimento acumulado en el comedero presentadas por Desdémona Martínez [5].

Al no contar con mediciones, ni registros históricos accesibles mediante la aplicación de tecnología, en donde se relacione la temperatura del ambiente, época del año, tipo y cantidad de alimento, edad y género del ganado, es casi imposible detectar algún problema en el ganado y realizar ajustes oportunos para lograr una eficiente conversión alimenticia y como consecuencia difícilmente se podrá identificar los mejores productores que tienen nacimientos y que esas crías sean buenas productoras de carne.

Se identifica la necesidad de la utilización de un sistema de inteligencia artificial para la lectura de comederos en tiempo real como el considerado por Dorea y Cheong [4], Estos comederos deben contar con controles y registros, sobre la cantidad de alimento servido y detectar cambios en el comportamiento de la alimentación del ganado como posibles indicadores de trastornos de salud de cada individuo como los vistos en González *et al.* [6], además también incorporar controles de peso desde el ingreso al corral de engorda que permitirá conocer las métricas, que maximicen la conversión alimenticia y como consecuencia generar mayor utilidad, aunado a esto debe identificar con anticipación la rentabilidad de cada familia de ganado, que llegue a retroalimentar al productor y pueda obtener crías de mejores rendimientos.

Actualmente no existen muchos artículos publicados acerca de la lectura de comederos en corrales de engorda por medio de visión artificial donde conviven en promedio cincuenta cabezas de ganado y que además incluya un monitoreo de la asistencia al comedero de cada individuo. Por lo que se realiza un enfoque únicamente en la lectura de comedero por medio de visión artificial validando diferentes algoritmos como los analizados por Moreno y Ramírez [7], ya que al ser un área poco explorada es un importante tema de investigación, en este apartado se presenta una recopilación y análisis de trabajos relacionados (revisión de la literatura sobre el tema), donde los autores demuestran la importancia y el interés en esta área.

3. Materiales y métodos

En este apartado se definieron las etapas para realizar una revisión de la literatura de acuerdo con Hernández Sampieri [8], se consideró, el objetivo y las palabras clave o términos de búsqueda, para delimitar el tema de la investigación dividiéndose en etapas de planeación, ejecución y resultados.

3.1. Planeación

En la primera etapa se estableció la estrategia de búsqueda considerando el objetivo y las preguntas de investigación, los conceptos y palabras claves identificados fueron “*Precision livestock farming*”, “*cattle*”, “*neural network*” y “*RFID*”. el periodo de tiempo seleccionado fue del año 2019 al 2023, en los criterios de inclusión se consideró “*Computer and electronics*”, mientras que en la exclusión se consideró “*Agriculture*”, las bases de datos a consultadas fueron IEEE, PROQUEST, *Google Scholar* y *Science Direct*.

3.2. Ejecución

En la etapa de ejecución se realizaron las búsquedas, aplicando lógica booleana, utilizando combinaciones de las palabras y términos en idioma inglés y español, en las consultas a las bases de datos de IEEE, PROQUEST, GOOGLE SCHOLAR Y SCIENCE DIRECT, los resultados en la primera búsqueda arrojaron un total de 94, 32, 52, y 22 artículos respectivamente, además de los criterios de inclusión y exclusión considerados en la búsqueda, también se incluyó que fueran: (1) informe arbitrado. (2) el documento aborda el tema de la alimentación del ganado. (3) se trata de artículos. (4) utilización de software y electrónica. Al realizar el análisis de los 200 artículos considerando el título y el resumen, quedaron, 21 de IEEE, 2 de PROQUEST, 6 de *Google Scholar* y 10 de *Science Direct*, a estos 39 artículos se les realizó un análisis profundo considerando la relación con las preguntas del tema de la investigación, así como su contenido, al final solo 7 artículos cumplieron con alguna de las condiciones definidas en la revisión de la literatura. Las características de interés se agrupan en dos áreas una en la parte de software con algoritmos de inteligencia artificial y la segunda en la parte de hardware utilizando cámaras, sin embargo, llama la atención que la utilización de tecnología de identificación por radio frecuencia por sus siglas en inglés *Radio Frequency Identification* (RFID) es considerada en uno de los artículos de este estudio.

3.3. Resultados

La información obtenida se presenta, destacando las características, así como el hardware utilizado y la contribución de los autores, identificando las regiones donde se realizaron las investigaciones.

4. Resultados

Se encontró que existen investigaciones orientadas a medir la cantidad de alimento y agua que consume el ganado de forma individual y en grupo de hasta diez individuos. Las soluciones tecnológicas relacionadas con la alimentación del ganado para engorda y producción de carne, están relacionadas con la ganadería de precisión, incluyendo la inteligencia artificial, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Artículos encontrados en la revisión de la literatura.

Título, autor y país	Característica	Hardware Sensor	Solución
<i>Analysis of the Drinking Behavior of Beef Cattle Using Computer Vision</i> Islam <i>et al.</i> [9], U.S.A.	Experimento con un solo individuo	Cámara, Sensor ultrasónico RaspberryPI	ResNet50, DeepLabCut, YOLOv3-v5
<i>Dataset of feed bunk score images of cattle Feedlot</i> Marques de Paula <i>et al.</i> [10], Brasil.	Data set de comederos	Cámara Sony, iPhone	data set FBSI

<i>Establishment of a feed intake prediction model based on eating time, ruminating time and dietary composition</i> Shangru et al. [11], China.	Individuo Nedap CowControl	Cámara y Báscula	KNN, ANN
<i>Iot Based Livestock Precision Feeding System Using Machine Learning</i> Sokullu et al. [12], Turquía.	N/D	Orange pi	Google Colaboratory Python Software Open Source
<i>Computer Vision and Deep Learning based Framework for Cattle Monitoring</i> Tiwari et al. [13], India.	Simulación Individuos	N/D	ResNetV2
<i>Computer vision system for measuring individual cow feed intake using RGB-D camera and deep learning algorithms</i> Bezen et al. [14], Israel.	Consumo individual	Cámara RGB-D Báscula	ResNet
<i>A computer vision system for feed bunk management in beef cattle feedlot</i> Dorea y Cheong [4], U.S.A.	Lectura de comedero y comportamiento del ganado	Cámara RGB	ResNet, ImageNet

Fuente: Elaboración propia.

Una característica que predomina en los artículos es el uso de algoritmos de visión artificial como el de Islam *et al.* [9], donde por medio de cámaras y sensores, captura videos identificando cinco puntos clave de la posición del ganado y por medio de redes neuronales realiza un reconocimiento con una precisión del 98.25%, mientras que Bezen *et al.* [14], utiliza además de una cámara RGB-D de bajo costo, integra también una báscula para pesar el alimento y al mismo tiempo tomar una imagen la cual es etiquetada, para formar parte de un *dataset* que es utilizado para entrenamiento y pruebas de una red neuronal residual. Por otra parte, utilizando un *dataset* de ImageNet y Kaggle, Tiwari *et al.* [13], aplica modelos de redes neuronales residuales simulando contar y realizar un seguimiento del bienestar animal.

Además, se encontró que Dorea y Cheong [4], en un primer intento desarrolló un sistema para la lectura de comederos por medio de sistema de visión por computadora aplicando redes neuronales residuales en donde se analiza el comedero y el comportamiento del ganado, obteniendo resultados satisfactorios. Otros autores como Sokullu *et al.* [12], coinciden en la utilización de ganadería de precisión y *machine learning*, en su investigación, propone registrar diariamente el patrón de alimentación y el reloj biológico en el que se alimenta el ganado y asegurar la disponibilidad del alimento, es importante señalar que de Marques de Paula *et al.* [10], elaboro un *dataset*, el cual está disponible para su utilización y no ha sido probado. Los países donde se han realizado las investigaciones son; Estados Unidos, China, Brasil, India, Israel y Turquía.

De acuerdo con la planeación que se realizó y después de ejecutar la búsqueda, el resultado nos arrojó la contribución de cada uno de los autores mostrados en la Tabla 5.

Tabla 5. Contribución de los autores.

Título, autor y país	Contribución
<i>Analysis of the Drinking Behavior of Beef Cattle Using Computer Vision</i> Islam et al. [9], U.S.A.	Se utiliza una Raspberry Pi4 con cámara (8MP IMX219) y sensores ultrasónicos para detectar la presencia y se capturaron 39 videos de cada posición, se utilizaron redes neuronales para detectar cinco puntos clave de la posición del ganado por medio de DeepLabCut y con ResNet50 los videos se grabaron en MP4 con el codec H264 y procesaron en RGB Logro una precisión del reconocimiento del 98.25 con un método diferente al utilizado en otros estudios

<p><i>Dataset of feed bunk score images of cattle Feedlot</i> Marques de Paula <i>et al.</i> [10], Brasil.</p>	<p>Crear una base de datos (<i>dataset</i>) de imágenes de comederos y clasificar las imágenes de acuerdo con la metodología de la universidad de South Dakota State University SDSU, se capturaron las imágenes a diferentes horas del día desde diferentes ángulos, utilizando un iPhone 11 y una cámara Sony las imágenes fueron redimensionadas a 500x500 píxeles, Generando un <i>dataset</i> con 1511 imágenes</p>
<p><i>Establishment of a feed intake prediction model based on eating time, ruminating time and dietary composition</i> Shangru <i>et al.</i> [11], China.</p>	<p>Utiliza sistemas comerciales, “Nedap CowControl” para medir el tiempo de alimentación y rumia. Con los datos generados por el sistema formar un data set y evaluar la información con diferentes arquitecturas de <i>machine learning</i>, Se comprueba que, si es posible predecir el consumo de alimento con los datos recopilados, pero al agregar variables en los ingredientes la predicción tiene un comportamiento no lineal y es preciso agregar esas variables para obtener mejores resultados en las predicciones.</p>
<p><i>Iot Based Livestock Precision Feeding System Using Machine Learning</i> Sokullu <i>et al.</i> [12], Turquía.</p>	<p>Un sistema que registre el reloj biológico de los animales de acuerdo con el patrón diario de alimentación, después con base en los registros estimar la cantidad y el tiempo de alimentación, para asegurar que cuenten con el alimento adecuado Por medio de una SBC (por sus siglas en inglés <i>Single Board Computer</i>) Orange pi, recibe la señal de una báscula y controla un motor. En una primera etapa se registran los valores de las cantidades de alimento consume cada animal y se realiza un entrenamiento, por medio de la plataforma de <i>Google Colaboratory</i> y hojas de cálculo de Google, Automatizando la alimentación de forma individual, por medio de hardware y software, <i>open source</i>.</p>
<p><i>Computer Vision and Deep Learning based Framework for Cattle Monitoring</i> Tiwari <i>et al.</i> [13], India.</p>	<p>Realiza una simulación con un <i>dataset</i> aplicando diferentes arquitecturas, entre ellas DenseNet, VGG, ResNetV2, InceptionV3, Planteando la posibilidad de utilizar internet de las cosas para notificar a los ganaderos si falta alguna cabeza de ganado Establece que la arquitectura que tiene mayor precisión es la de ResNetV2.</p>
<p><i>Computer vision system for measuring individual cow feed intake using RGB-D camera and deep learning algorithms</i> Bezen <i>et al.</i> [14], Israel.</p>	<p>Se diseñó e implementó en un corral abierto basado en modelos CNN para medir el consumo de alimento individual de las vacas utilizando una cámara RGB-D. el error en el peso del consumo de alimento fue MAE de 0,127 kg y MSE de 0,034. la precisión de la identificación de las vacas fue del 93,65% en la línea de alimentación. Estos resultados muestran los beneficios del uso de cámaras de bajo costo para mediciones individuales del consumo de alimento.</p>
<p><i>A computer vision system for feed bunk management in beef cattle feedlot</i> Dorea y Cheong [4], U.S.A.</p>	<p>Implementó una red neuronal profunda (DNN) llamada ResNet para generar predicciones mediante un aprendizaje por transferencia con pesos del conjunto de datos de ImageNet. Se desarrolló un sistema de computación en la nube para adquirir, procesar y almacenar imágenes cada 15 minutos e implementar predicciones en tiempo real de la puntuación de los comederos y el comportamiento del ganado. Las precisiones de las predicciones en todas las categorías de puntuación fueron: 81,8 % (vacío), 82,4 % (bajo), 88,8 % (medio) y 90 % (completo). Para el comportamiento del ganado, las precisiones fueron: 83,7% (vacío), 66,6% (bajo), 71,4% (medio) y 86,6% (lleno).</p>

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

La finalidad de este estudio fue analizar el estado del arte, publicado desde el 2019 al 2023, referente a la utilización y el tipo de tecnología, aplicada en la ganadería de precisión. Para conocer la influencia que tiene en la alimentación y engorda del ganado bovino a través de la lectura de comederos, que permita obtener datos precisos del consumo de alimento para optimizar la alimentación y mejorar la producción de carne.

Desde el 2012 Hu *et al.* [15], planteo la utilización de sistemas destinados a la seguridad como lo son los de circuito cerrado de televisión, aplicarlos con fines de operación y mantenimiento de una granja de engorda.

Las principales soluciones propuestas, encontradas en esta investigación relacionadas con el uso y aplicación de dispositivos electrónicos en conjunto con software, destacan la importancia de integrar cámaras, sensores y aplicaciones informáticas, principalmente del área de la inteligencia artificial para fortalecer la ganadería en la región y del país.

Las investigaciones y desarrollos se han enfocado en el individuo, algunos dispositivos comerciales que fueron localizados como Nedap CowControl, orientados a la alimentación relacionada con la producción de leche, el celo y el bienestar animal, no consideran la lectura del comederos por aplicar diferente métodos en la alimentación, es importante destacar que en las investigaciones encontradas no considera un seguimiento de la asistencia ni el tiempo que se mantiene el ganado en el comedero o bebedero y es un buen indicador que debe ser considerado en las investigaciones. Mientras que en las investigaciones de Dorea y Cheong [4] y Marques de Paula *et al.* [10], presentan escenarios como los que se encuentran en nuestra región y que son de interés para ganaderos y productores de carne, abriendo la posibilidad de trabajos futuros en profundizar en la investigación relacionada con la lectura de comederos y el monitoreo del tiempo de alimentación del ganado.

La información documentada de esta revisión de la literatura pone en evidencia la disponibilidad de dispositivos de uso común que pueden ser aplicados como cámaras y sensores, combinados con desarrollo de software aplicado en dos ejes, uno como es la inteligencia artificial y otro como administrativo, para atender necesidades tecnológicas que se padecen en la ganadería de engorda y que mantienen limitado el desarrollo intensivo y eficiente de la producción de carne.

6. Agradecimientos

Directivos y personal que forman parte del Grupo Rubio, Guasave Sinaloa. México.

7. Referencias

- [1] Consejo Mexicano de la Carne. (2023). *Compendio Estadístico 2023*. <https://comecarne.org/>
- [2] INEGI. (2023). *Censo agropecuario 2022*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ca/2022/>
- [3] Ceconi, I., Ferreyra, S., Méndez, D., Davies, P. (2018). *Día Ganado 2018 - General Villegas, Argentina Terminación a corral: lectura de comederos y su impacto sobre resultados productivos*. [Video]. YouTube. <https://youtu.be/NWNYEIOiLKM>
- [4] Dorea, J. R. R., Cheong, S. (2019). PSXI-2 A computer vision system for feed bunk management in beef cattle feedlot. *Journal of Animal Science*, 97 (Suppl 3), 389–390. <https://doi.org/10.1093%2Fjas%2Fskz258.776>
- [5] Desdémona Martínez, E. (2023). Implicaciones que influyen en el desempeño productivo, características de la canal y de la carne de ganado bovino engordado en corral. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34 (3). <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v34i3.24517>
- [6] González, L. A., Tolkamp, B. J., Coffey, M. P., Ferret, A., Kyriazakis, I. (2008). Changes in feeding behavior as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91 (3), 1017–1028. <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0530>
- [7] Moreno, F., Ramírez, E. (2017). *Algoritmos de Visión por Computador para un SBC*. <https://www.researchgate.net/publication/320107559>
- [8] Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6ta. Ed.). Mc Graw Hill.
- [9] Islam, M. N., Yoder, J., Nasiri, A., Burns, R. T., Gan, H. (2023). Analysis of the Drinking Behavior of Beef Cattle Using Computer Vision. *Animals*, 13 (18), 1-10. <https://doi.org/10.3390/ani13182984>

- [10] Marques de Paula, B., Rezende da Silva, G., Ferreira, S. E., Coimbra Maia, B. L., Gomes Almeida, M. E., Soares Júnior, V. M., da Silva Maciel, L. M., Chaves, A. S. (2023). Dataset of feed bunk score images of cattle feedlot. *Data Brief*, 47, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2023.108996>
- [11] Shangru, L., Chengrui, Z., Ruixue, W., Jiamei, S., Hangshu, X., Yonggen, Z., Yukun, S. (2022). Establishment of a feed intake prediction model based on eating time, ruminating time and dietary composition. *Computers and Electronics in Agriculture*, 202. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107296>
- [12] Sokullu, R., Tanriverdi, B. Y., Goleva, R. (2022). *Iot Based Livestock Precision Feeding System Using Machine Learning*. 8th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE). Ruse, Bulgaria. <https://doi.org/10.1109/EEAE53789.2022.9831244>
- [13] Tiwari, A., Sachdeva, K., Jain, N. (2021). *Computer Vision and Deep Learning-based Framework for Cattle Monitoring*. IEEE 8th Uttar Pradesh Section International Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (UPCON). Dehradun, India. <https://doi.org/10.1109/UPCON52273.2021.9667617>
- [14] Bezen, R., Edan, Y., Halachmi, I. (2020). Computer vision system for measuring individual cow feed intake using RGB-D camera and deep learning algorithms. *Computers and Electronics in Agriculture*, 172. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105345>
- [15] Hu, B., Tian, Q., Chen, A., Xiong, G., Wang, X., Wang, Q. (2014). *Intelligent Farming Control System based on Computer Vision*. IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics. Qingdao, China. <https://doi.org/10.1109/SOLI.2014.6960720>