

Improvement in animal welfare management through the use of RFID systems: Implementation and challenges in CRIAR-Riobamba

Mejora en la gestión del bienestar animal mediante el uso de sistemas RFID: Implementación y desafíos en CRIAR-Riobamba

Autores:

Mgs. Santillán-Valdiviezo, Luis Gonzalo
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba-Ecuador



lsantillan@unach.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-4020-5110>

Mgs. Jinez-Tapia, José Luis
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba-Ecuador



jjinez@unach.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-4113-0579>

Mgs. Reina-Haro, Diego Marcelo
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba-Ecuador



dreina@unach.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-7757-6919>

Mgs. Sánchez-Moscoso, Raúl Ulises
Universidad Nacional de Chimborazo
Riobamba-Ecuador



rsanchez@unach.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-6102-2938>

Fechas de recepción: 29-ENE-2024 aceptación: 29-FEB-2024 publicación: 15-MAR-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>
<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

Este estudio explora la implementación de un sistema RFID en el Centro de Rescate CRIAR-Riobamba, destacando su efectividad en el monitoreo y mejoramiento del bienestar animal. A través de una metodología experimental, que incluye el análisis de datos mediante IBM SPSS y ThingSpeak, se evaluó la precisión del sistema RFID en la localización y seguimiento de la salud de los animales, contribuyendo significativamente a optimizar las tasas de adopción. Los resultados evidencian una mejora notable en la gestión del cuidado animal, resaltando la importancia de incorporar tecnologías avanzadas en centros de rescate. La investigación subraya la relevancia de adoptar sistemas RFID y similares para fortalecer las operaciones de rescate y cuidado animal, promoviendo un modelo de gestión más eficiente y efectivo. Este enfoque no solo beneficia a los animales mediante el cuidado mejorado y una mayor probabilidad de adopción, sino que también establece un precedente valioso para la práctica en el campo del rescate animal, incentivando a otros centros a considerar la integración de tecnologías innovadoras en sus operaciones.

Palabras clave: Sistema RFID; Bienestar animal; ThingSpeak.

Abstract

This study explores the implementation of an RFID system at the CRIAR-Riobamba Rescue Center, highlighting its effectiveness in monitoring and improving animal welfare. Through an experimental methodology, including data analysis using IBM SPSS and ThingSpeak, the accuracy of the RFID system in locating and monitoring the health of the animals was evaluated, contributing significantly to optimize adoption rates. The results show a remarkable improvement in animal care management, highlighting the importance of incorporating advanced technologies in rescue centers. The research underscores the relevance of adopting RFID and similar systems to strengthen rescue and animal care operations, promoting a more efficient and effective management model. This approach not only benefits the animals through improved care and a greater likelihood of adoption, but also sets a valuable precedent for practice in the field of animal rescue, encouraging other centers to consider integrating innovative technologies into their operations.

Keywords: RFID system; Animal welfare; ThingSpeak



Introducción

La implementación de tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia) en el bienestar animal ha avanzado significativamente, ofreciendo soluciones innovadoras para la identificación y seguimiento de animales en diversos entornos, incluyendo centros de rescate, zoológicos y granjas. Esta tecnología no solo mejora la gestión de la salud y el bienestar animal, sino que también facilita la recopilación de datos esenciales para la investigación y la conservación.

Un estudio destacado demuestra cómo los dispositivos RFID se han utilizado para monitorear la actividad y el movimiento de animales, como los quolls del norte, proporcionando datos valiosos sobre su comportamiento en entornos de conservación (Harrison & Kelly, 2022). Este tipo de aplicación resalta la capacidad de la tecnología RFID para ofrecer un seguimiento detallado de los animales sin interferir en su comportamiento natural o bienestar.

La historia de la tecnología RFID se remonta a 1948, con desarrollos significativos a lo largo de los años que han mejorado su aplicabilidad en varios campos. La evolución de la tecnología ha permitido su uso extendido en la identificación y seguimiento de animales, demostrando su valor en el mejoramiento de la gestión del bienestar animal (Doğan, 2023). En el ámbito de los zoológicos, se ha utilizado un Sistema de Localización en Tiempo Real (RTLS) basado en RFID para monitorear el movimiento de animales, como elefantes, proporcionando una forma no invasiva de estudiar su comportamiento y mejorar las condiciones de su hábitat (Scott et al., 2016). Este enfoque subraya cómo la tecnología RFID puede ser adaptada para el monitoreo a distancia, mejorando la precisión y la eficiencia de la recopilación de datos.

Además, la tecnología RFID, junto con técnicas de análisis automático, ha sido aplicada en la agricultura de precisión para monitorear el bienestar y el comportamiento de aves de corral, demostrando su potencial para mejorar la productividad y el bienestar animal en entornos comerciales (Li et al., 2020). La capacidad de monitorear automáticamente aspectos críticos, como la tasa de crecimiento y la detección de enfermedades, ofrece a los agricultores herramientas valiosas para la gestión eficiente de la salud animal. La implementación de tecnología RFID en el centro de rescate animal CRIAR en Riobamba puede transformar radicalmente la gestión del bienestar y la salud de los animales rescatados, superando las capacidades de los sistemas de Posicionamiento Local (LPS) previamente considerados. Esta tecnología no solo facilitaría un control más eficiente sobre la proliferación de canes y la transmisión de enfermedades zoonóticas, sino que también mejoraría significativamente las condiciones de vida de los animales a través de un seguimiento detallado y cuidados veterinarios personalizados.

El uso de RFID en CRIAR permitiría una identificación y localización precisa de cada animal dentro del centro, proporcionando una base de datos robusta para administrar aspectos críticos de la salud animal, como esterilizaciones, maternidad, vacunaciones y el manejo de parásitos, tanto internos como externos. Además, facilitaría la provisión de servicios médicos veterinarios esenciales en casos de enfermedades o accidentes, contribuyendo a una gestión más efectiva del bienestar animal. En lo que respecta al bienestar, la adopción de esta tecnología posibilitaría al gobierno local y a los organismos de gestión ambiental, como la Dirección de Gestión Ambiental Salubridad e Higiene del GADM de Riobamba, verificar el cumplimiento de las responsabilidades

por parte de los adoptantes en relación con la alimentación y el cuidado en el hogar (Chicaiza-Ortiz, et al. 2023). Esto aseguraría que los animales adoptados continúen recibiendo el nivel de cuidado necesario después de su adopción.

La implementación de RFID también podría ser crucial en la realización de campañas de vacunación, desparasitación y control de enfermedades de los perros comunitarios, mejorando la eficacia de estas iniciativas mediante la localización en tiempo real y el seguimiento de los animales. Esta tecnología permitiría una gestión más precisa y eficiente de las campañas de salud pública animal, asegurando que los animales rescatados y la comunidad en general se beneficien de un entorno más seguro y saludable. La aplicación de la tecnología RFID en el centro de rescate CRIAR y en otros centros similares representa un paso adelante hacia una gestión más humana y científicamente avanzada del bienestar animal, marcando un cambio significativo en cómo se pueden abordar los desafíos relacionados con el cuidado de los animales rescatados y la salud pública en Riobamba y más allá.

En resumen, la tecnología RFID se presenta como una herramienta clave en la evolución de la gestión del bienestar animal, ofreciendo soluciones versátiles para el seguimiento y la identificación de animales en una variedad de entornos. Su implementación no solo mejora el bienestar animal, sino que también facilita la investigación y la conservación, proporcionando una base sólida para futuros avances en la ciencia y la tecnología del bienestar animal.

Materiales Y Métodos

El enfoque metodológico del proyecto sobre la implementación de un sistema RFID en el centro de rescate animal CRIAR en Riobamba se caracteriza por su diseño experimental con un énfasis en variables cuantitativas, fundamentándose en conocimientos previos sobre tecnologías como RFID, LPS, THINGSPEAK, y MQTT. Este enfoque experimental busca generar resultados concretos y medibles a partir de la implementación del prototipo, destacando la importancia de los resultados empíricos obtenidos en el proceso.

El proyecto se apoya en una investigación bibliográfica exhaustiva, aprovechando recursos digitales variados para recopilar datos significativos relacionados con el uso de la tecnología RFID en el ámbito del bienestar animal. Esta revisión literaria sienta las bases teóricas del estudio, proporcionando un marco sólido sobre el cual se construye la investigación empírica.

La investigación de campo complementa el estudio, permitiendo la recopilación de datos tanto cualitativos como cuantitativos directamente en el centro de rescate. A través de la observación y el análisis del cuidado y bienestar de los animales, este enfoque proporciona insights valiosos que informan la implementación práctica del sistema RFID, asegurando que el proyecto refleje las necesidades y condiciones reales de los animales.

La fase experimental constituye el núcleo del proyecto, con la instalación de una red de lectores RFID diseñada para monitorear la ubicación, salud, y bienestar de los animales en CRIAR. Esta etapa busca verificar la hipótesis de que la implementación de este sistema resultará en una supervisión más efectiva de los animales, potencialmente mejorando su calidad de vida. La metodología se apoya en instrumentos de investigación como el análisis documental y la

observación, este último mediante notas técnicas tomadas por el equipo de CRIAR para recopilar información sobre el estado de los animales.

Finalmente, el estudio define su población y muestra a partir de los 98 animales albergados en CRIAR, utilizando datos recopilados de los lectores RFID para el análisis. La investigación plantea una hipótesis principal que sugiere una mejora en el control de la salud y bienestar de los animales gracias al sistema RFID, una hipótesis nula que argumenta la ausencia de mejora significativa, y una hipótesis alternativa que anticipa un aumento en el número de animales en condiciones óptimas para su adopción.

Este enfoque metodológico integrado asegura un análisis comprehensivo de la problemática y la implementación de soluciones tecnológicas en el centro de rescate, prometiendo avances significativos en el cuidado y bienestar de los animales mediante la aplicación práctica de la tecnología RFID.

Resultados

Análisis

Evaluación del Sistema RFID

Implementación y Funcionamiento del Sistema

La implementación y el funcionamiento del sistema RFID en el centro de rescate animal CRIAR-Riobamba se basan en principios y prácticas que han demostrado ser efectivos en el manejo y seguimiento de animales en diversos entornos. Los sistemas RFID permiten una gestión eficiente de la ubicación y el movimiento de los animales dentro de las instalaciones, ofreciendo una herramienta valiosa para mejorar la gestión del refugio y aumentar las tasas de adopción (Pet Trackers, 2023). Este sistema facilita el seguimiento eficiente de los animales, ayudando al personal del refugio a localizar rápidamente a los animales dentro de la instalación, lo que ahorra tiempo y recursos. Además, los rastreadores RFID pueden asistir en la recuperación rápida de animales perdidos al proporcionar información de identificación cuando son escaneados por un veterinario u otro refugio, aumentando así las posibilidades de reunir a los animales perdidos con el refugio y encontrarles un hogar permanente.

La implementación de un sistema de seguimiento basado en RFID en el manejo de animales también permite la recopilación de datos sobre la salud, el ejercicio y los patrones de descanso de los animales. Esta información es crucial para identificar posibles problemas de salud o preocupaciones de comportamiento, que pueden ser abordados antes de que el animal sea adoptado. Además, los rastreadores RFID son herramientas útiles para gestionar programas de cuidado temporal (Erazo-Luzuriga et al. 2023), permitiendo a los refugios monitorear la ubicación y el bienestar de los animales en hogares temporales, asegurando que reciban el cuidado adecuado y aumentando la responsabilidad entre los cuidadores temporales (Pet Trackers, 2023).

Daphnesystems (2023) destaca que la solución de seguimiento animal basada en RFID utiliza etiquetas RFID numeradas de forma única que proporcionan un método muy eficiente para identificar animales y recopilar datos de manera más eficiente. Cada etiqueta RFID única puede

vincularse a una base de datos que incluye información específica del animal, como fecha de nacimiento, vacunaciones, detalles de cría como la relación de sangre (pedigrí), y más. Esta solución no solo automatiza procesos como la alimentación, el pesaje, el control de enfermedades, las prácticas de cría, sino que también asegura la calidad y trazabilidad.

Para maximizar los beneficios de los sistemas de rastreo RFID, es crucial proporcionar una capacitación integral al personal del refugio, asegurando que los empleados estén bien versados en el uso y mantenimiento de los dispositivos de rastreo. Seleccionar dispositivos apropiados para el entorno del refugio y buscar financiamiento para apoyar la adopción de estas tecnologías son pasos esenciales para implementar con éxito sistemas de rastreo GPS y RFID en refugios de animales (Pet Trackers, 2023).

A partir de estos puntos, el proceso de implementación del Sistema RFID se presenta mediante el reconocimiento de líneas de envío y recepción de datos, como se ve en la Figura 1, la instalación de los lectores dedicados al sistema RFID, representado n la Figura 2, a partir de esto se logra tener un mejor control de los movimientos que realicen quienes ingresen al espacio controlado.

Figura 1

Reconocimiento de Redes



Nota: Autores (2024)

Figura 2
Instalación



Nota: Autores (2024)

Descripción de la configuración del sistema RFID.

La configuración del sistema RFID para el seguimiento de animales en el Centro de Rescate CRIAR-Riobamba puede inspirarse en implementaciones y diseños existentes que han demostrado ser eficaces en la investigación animal y la gestión de refugios. La base de este sistema incluye un lector RFID diseñado sobre una plataforma Arduino, que integra dos circuitos RFID, un reloj en tiempo real, un zócalo para tarjeta SD para el almacenamiento de datos, y un módulo de memoria flash para respaldo de datos. Esta configuración permite una personalización extensiva y la posibilidad de implementar programación personalizada utilizando herramientas de código abierto (Celi, et al. 2023), ofreciendo una flexibilidad significativa para adaptarse a las necesidades específicas del centro de rescate (Bridge et al., 2019).

El sistema está diseñado para trabajar con etiquetas RFID únicas numeradas, que se vinculan a una base de datos conteniendo información específica del animal, como fecha de nacimiento, vacunaciones, y detalles de cría. Este enfoque no solo automatiza el seguimiento de la alimentación, el peso, y el control de enfermedades, sino que también asegura la calidad y trazabilidad, mejorando significativamente la gestión del bienestar animal (Daphnesystems, 2023).

Además, el lector RFID tiene la capacidad de alternar entre sus dos módulos RFID o utilizar solo uno de ellos, cada uno requiriendo una antena externa que puede variar en tamaño y forma según la aplicación. La implementación típica del lector implica sondear regularmente las etiquetas a intervalos regulares, con un algoritmo de ahorro de energía que permite al lector entrar en un modo de "sueño" para conservar energía cuando no se detectan etiquetas, asegurando así un equilibrio entre el uso de energía y la detección eficaz de las etiquetas (Daphnesystems, 2023).

Este sistema RFID ofrece una solución robusta y eficiente para el seguimiento y gestión de animales en el centro de rescate, destacando el potencial de la tecnología RFID para mejorar las operaciones de rescate y adopción animal. La capacidad de personalización y la eficiencia en la recopilación de datos hacen de este sistema una herramienta valiosa para optimizar el cuidado y bienestar de los animales en CRIAR-Riobamba.

Proceso de captura de datos y monitoreo en tiempo real.

El proceso para la obtención de datos se logra mediante la identificación y selección de la trama para cada uno de los lectores que se han instalado, de esta forma los datos que se usaran son datos compuestos por el código RFID y el Angulo de la lectura que se transforma a valor decimal y que serán almacenados en variables para ser transportados a una base de datos y proceder con el cálculo de distancia. Habiendo instalado dos lectores, se obtienen los siguientes datos en el lector A como se muestra en la Figura 3 y Figura 4, y los datos del lector B en las Figuras 5 y 6.

Figura 3

Trama completa

```
Trama Leida del lector A: CC FF FF 20 05 10 00 34 00 D0 6C 06 FC 06 06 23 00 00 00 00 73 11 8F
```

Nota: Autores (2024)

Figura 4

Trama separada

```
Separando trama...  
TAG_A: D06C06FC0606230000000073  
Angulo: 17  
Indice lector a: 0073
```

Nota: Autores (2024)

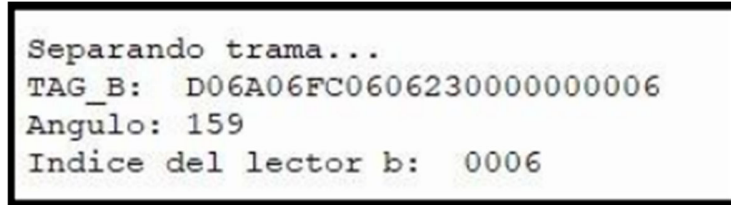
Figura 5

Trama completa B

```
Trama Leida del lector B: CC FF FF 20 05 10 00 34 00 D0 6A 06 FC 06 06 23 00 00 00 00 06 9F 8F
```

Nota: Autores (2024)

Figura 6
 Trama separada B



Nota: Autores (2024)

Análisis de Datos Recopilados

Herramientas y software utilizado para el análisis (IBM SPSS, ThingSpeak).

Para el análisis de datos en el estudio del comportamiento animal con sistemas RFID, el software IBM SPSS se utiliza ampliamente debido a su capacidad para manejar complejos análisis estadísticos, facilitando la interpretación de grandes conjuntos de datos recopilados por sistemas de seguimiento. ThingSpeak, por otro lado, ofrece una plataforma integrada para el Internet de las Cosas (IoT), permitiendo la recopilación, análisis y visualización de datos en tiempo real desde dispositivos RFID, lo que es crucial para el monitoreo continuo de la salud y el comportamiento animal (Bolhuis & Giraldeau, 2005; Daphnesystems, 2023).

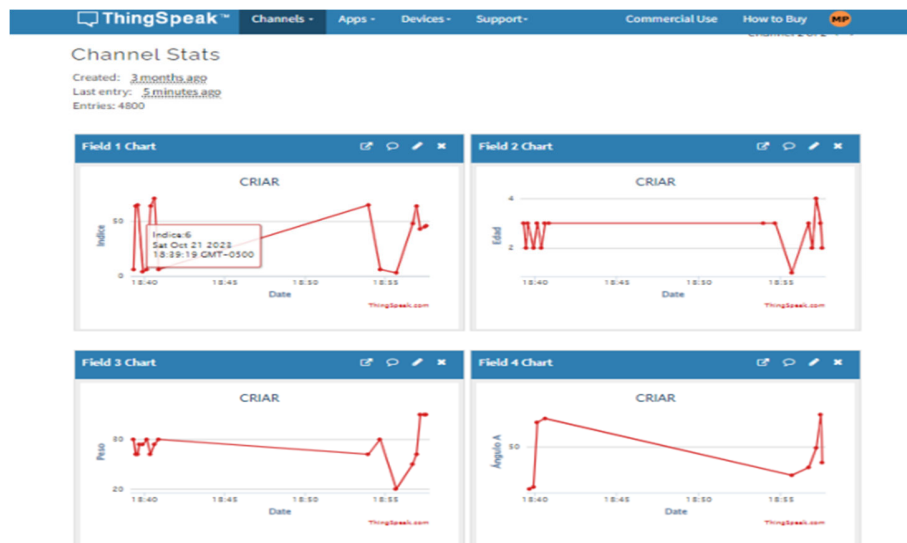
Estas herramientas proporcionan medios eficientes para analizar el impacto del sistema RFID en el bienestar animal, ofreciendo insights valiosos para la gestión y mejora de las prácticas de cuidado en centros de rescate como CRIAR-Riobamba. A partir de estas herramientas se logra analizar de mejor forma los distintos datos que se obtienen de la aplicación del sistema, en la Figura 7 y Figura 8 se presenta la información en IBM SPSS y ThingSpeak respectivamente.

Figura 7
 IBM SPSS

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Indice	Numérico	8	0		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
2	DatosA	Numérico	8	2	Distancia Lect...	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
3	DatosB	Numérico	8	2	Distancia Lect...	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
4	Genero	Numérico	8	0	Genero de los ...	{1, Macho}...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
5	Tipo_de_D...	Numérico	8	0	Tipo de Medida	{1, Distanci...	Ninguna	17	Derecha	Nominal	Entrada
6	Tamaño	Numérico	8	0	Tamaño del an...	{1, Pequeñ...	Ninguna	10	Derecha	Nominal	Entrada
7	Peso	Numérico	8	2	Peso del Animal	Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
8	V1	Numérico	8	0		{1, Si tiene l...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
9	V2	Numérico	8	0		{1, Si tiene l...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
10	V3	Numérico	8	0		{1, Si tiene l...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
11	V4	Numérico	8	0		{1, Si tiene l...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
12	VR	Numérico	8	0		{1, Si tiene l...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada
13	Esterilizado	Numérico	8	0		{1, Si está e...	Ninguna	14	Derecha	Nominal	Entrada
14	Desparasit...	Numérico	8	0		{1, Si está e...	Ninguna	14	Derecha	Nominal	Entrada
15	Estado	Numérico	8	0		{1, Adoptabl...	Ninguna	8	Derecha	Nominal	Entrada

Nota: Autores (2024)

Figura 8
Datos en ThingSpeak



Nota: Autores (2024)

Eficacia del Monitoreo RFID

A través de la identificación inalámbrica y rápida de cada individuo, se logró una mayor precisión en la recolección de datos clínicos y comportamentales (Barge et al., 2013). Este avance permitió detectar anomalías tempranas y facilitar la administración de tratamientos y medicamentos (Singh et al., 2014). La fidelidad y frecuencia de la recopilación de información aumentaron significativamente debido a la automatización y simplificación del proceso de registro (Curti et al., 2023). Como resultado directo de este sistema, se observó una reducción en la morbilidad y mortalidad entre los animales bajo su cuidado (Ting et al., 2007). Además, el tiempo dedicado por parte de los personalistas en la atención médica fue redistribuido hacia otras actividades prioritarias, como la adopción y educación pública (Mach, 2010). Por último, el uso de tecnologías RFID contribuyó a la mejora de la calidad de vida de los animales y la seguridad de sus dueños, ya que garantizaba una supervisión constante y acceso a información actualizada (Herlin et al., 2021).

La eficacia del monitoreo RFID en el Centro de Rescate CRIAR-Riobamba se evidencia a través del análisis estadístico descriptivo, que muestra una dispersión en las distancias registradas por los lectores RFID, indicando una precisa capacidad de seguimiento en movimiento de los animales. Los datos revelan una variación ligera pero consistente en las mediciones, lo que subraya la precisión del sistema RFID en capturar y registrar la ubicación de los animales dentro de rangos específicos. Este nivel de detalle en el seguimiento apoya la gestión eficaz del bienestar animal, demostrando la viabilidad y la importancia del sistema RFID para la mejora continua en el cuidado y monitoreo de los animales dentro del centro.

Impacto en el Bienestar Animal



El impacto del sistema RFID en el bienestar animal se ha destacado significativamente en investigaciones recientes, las cuales demuestran cómo esta tecnología mejora la capacidad de monitorización y gestión de la salud y el comportamiento de los animales en entornos controlados. Según estudios revisados por Cambridge Core, el uso de tecnología RFID, junto con sensores como acelerómetros, cámaras y micrófonos, permite una recolección eficiente y continua de datos, lo cual es crucial para el monitoreo del bienestar animal (Whitham & Miller, 2016; Li et al., 2020). Estas herramientas no solo facilitan la identificación individual y el seguimiento en tiempo real, sino que también permiten una interpretación precisa y automática del comportamiento y el estado de salud de los animales, mejorando así directamente su bienestar.

Dawkins (2021) destaca cómo la definición de bienestar animal, basada en la salud y en lo que los animales prefieren, se presta para su reconocimiento por computadoras, siendo esencial para la ética de la agricultura inteligente (Saavedra, et al. 2022). La integración de sensores inteligentes que recopilan información en tiempo real y el uso de grandes conjuntos de datos para el aprendizaje automático juegan un papel fundamental en la producción y el bienestar animal, ofreciendo un control fino del ambiente y la dieta de los animales.

Estas investigaciones subrayan la importancia de tecnologías avanzadas como el RFID en la promoción del bienestar animal, destacando la necesidad de desarrollar algoritmos que puedan detectar no solo la salud de los animales, sino también sus preferencias y necesidades. La adopción de estas tecnologías en la práctica de la agricultura y el cuidado animal promete no solo mejorar la eficiencia y la economía de estos sistemas, sino también asegurar un alto estándar de bienestar animal.

La implementación del sistema RFID en el Centro de Rescate CRIAR-Riobamba ha demostrado ser crucial para mejorar las tasas de adopción y el cuidado de los animales. Gracias a este sistema, es posible realizar un seguimiento preciso de la salud y el comportamiento de cada animal, lo que facilita la identificación de aquellos listos para ser adoptados. Además, la recopilación y análisis de datos a través de RFID permiten a los cuidadores optimizar las rutinas de cuidado y tratamiento médico, asegurando que los animales mantengan un estado de salud óptimo. Este enfoque tecnológico no solo aumenta la eficiencia en la gestión del bienestar animal, sino que también promueve una mayor transparencia y confianza entre los potenciales adoptantes, quienes pueden estar seguros de la condición de salud y bienestar de los animales que planean adoptar.

Discusión y conclusiones

La tecnología RFID ha permitido un seguimiento detallado de la ubicación y la salud de los animales, facilitando intervenciones oportunas y mejorando las condiciones para su adopción. Este enfoque tecnológico ha demostrado ser crucial para el cuidado y manejo eficiente de los animales en el centro, subrayando la importancia de adoptar soluciones innovadoras en el ámbito del rescate animal. La investigación sugiere que el uso de sistemas RFID puede ser una práctica estándar en el futuro para centros similares, dada su contribución significativa al bienestar animal. La implementación de este sistema también resalta la necesidad de continuar explorando y adaptando nuevas tecnologías que puedan contribuir a la mejora continua de la gestión del cuidado animal. La adopción de tecnología RFID en CRIAR-Riobamba no solo mejora la eficiencia operativa, sino

que también establece un precedente para la práctica de rescate y cuidado animal, incentivando a otros centros a adoptar enfoques tecnológicos similares para el beneficio de los animales bajo su cuidado.

Referencias bibliográficas

- Barge, P., Gay, P., Merlino, V., & Tortia, C. (2013). Radio frequency identification technologies for livestock management and meat supply chain traceability. *Canadian Journal of Animal Science*, 93(1), 23–33. <https://doi.org/10.4141/cjas2012-029>
- Bolhuis, J. J., & Giraldeau, L. A. (2005). The study of animal behavior. https://www.researchgate.net/publication/46656210_The_study_of_animal_behavior
- Bridge, E. S., Wilhelm, J., Pandit, M. M., Moreno, A., Curry, C. M., Pearson, T. D., Proppe, D. S., Holwerda, C., Eadie, J. M., Stair, T. F., Olson, A. C., Lyon, B. E., Branch, C. L., Pitera, A. M., Kozlovsky, D., Sonnenberg, B. R., Pravosudov, V. V., & Ruyle, J. E. (2019). An arduino-based RFID platform for animal research. *Frontiers in ecology and evolution*, 7. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00257>
- Celi Párraga, R. J., Boné Andrade, M. F., & Mora Olivero, A. P. (2023). Programación Web del Frontend al Backend. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.18>
- Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira-Arias, V. del C., Herrera-Feijoo, R. J., & Andrade, J. C. (2023a). Guía de Biotecnología Ambiental. In *Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias*. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.16>
- Curti, P. de F., Selli, A., Pinto, D. L., Merlos-Ruiz, A., Balieiro, J. C. de C., & Ventura, R. V. (2023). Applications of livestock monitoring devices and machine learning algorithms in animal production and reproduction: an overview. *Animal Reproduction*, 20(2). <https://doi.org/10.1590/1984-3143-ar2023-0077>
- Daphnesystems. (2023). Animal tracking solution. Daphnesystems. <https://daphnesystems.com/animal-tracking-solution/>
- Dawkins, M. S. (2021). Does smart farming improve or damage animal welfare? Technology and what animals want. *Frontiers in animal science*, 2. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.736536>
- Doğan, H. (2023). RFID Applications in Animal Identification and Tracking. *New Frontiers in Engineering*, 66–93. https://www.researchgate.net/publication/374926362_RFID_Applications_in_Animal_Identification_and_Tracking
- Erazo-Luzuriaga, A. F., Ramos-Secaira, F. M., Galarza-Sánchez, P. C., & Boné-Andrade, M. F. (2023). La inteligencia artificial aplicada a la optimización de programas informáticos. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(1). <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n1/61>
- Harrison, N. D., & Kelly, E. L. (2022). Affordable RFID loggers for monitoring animal movement, activity, and behaviour. *PloS One*, 17(10), e0276388. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276388>
- Herlin, A., Brunberg, E., Hultgren, J., Högberg, N., Rydberg, A., & Skarin, A. (2021). Animal welfare implications of digital tools for monitoring and management of cattle and sheep on pasture. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, 11(3), 829. <https://doi.org/10.3390/ani11030829>
- Li, N., Ren, Z., Li, D., & Zeng, L. (2020). Review: Automated techniques for monitoring the behaviour and welfare of broilers and laying hens: towards the goal of precision livestock farming. *Animal: An International Journal of Animal Bioscience*, 14(3), 617–625. <https://doi.org/10.1017/s1751731119002155>

- Mach, A. (2010). Implementing RFID to Improve Animal Shelter Inventory and Allocation. https://www.researchgate.net/publication/44789426_Implementing_RFID_to_Improve_Animal_Shelter_Inventory_and_Allocation
- Pet Trackers. (2023). How GPS and RFID trackers improve animal shelter management and adoption rates. Pet Trackers News and Information. <https://petfindly.com/how-gps-and-rfid-trackers-improve-animal-shelter-management-and-adoption-rates/>
- Saavedra Mera, K. A., Cabrera Aguilar, J. K., & Zambrano Flores, P. A. (2022). La ética en la agricultura para el cuidado del medio ambiente en el Ecuador. In *Análisis Científico de la Ética desde la Perspectiva Multidisciplinaria*. <https://doi.org/10.55813/egaea.cl.2022.5>
- Scott, N. L., Hansen, B., LaDue, C. A., Lam, C., Lai, A., & Chan, L. (2016). Using an active Radio Frequency Identification Real-Time Location System to remotely monitor animal movement in zoos. *Animal Biotelemetry*, 4(1). <https://doi.org/10.1186/s40317-016-0108-5>
- Singh, A., Ghosh, S., Roy, B., Tiwari, D., & Baghel, R. P. S. (2014). Application of radio frequency identification (RFID) technology in dairy herd management. *International Journal of Livestock Research*, 4(1), 10. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20140208085018>
- Ting, J. S. L., Kwok, S. K., Lee, W. B., Tsang, A. H. C., & Cheung, B. C. F. (2007). A dynamic RFID-based mobile monitoring system in animal care management over a wireless network. 2007 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing.
- Whitham, J. C., & Miller, L. J. (2016). Using technology to monitor and improve zoo animal welfare. *Animal Welfare (South Mimms, England)*, 25(4), 395–409. <https://doi.org/10.7120/09627286.25.4.395>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

Al personal del Laboratorio de Microbiología del Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT) de la Universidad Católica de Cuenca

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.