



Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Campus Querétaro

TC3007C

Inteligencia artificial avanzada para la ciencia de datos II

Reporte Final Ocupación de Espacio Bovino

Autores:

A01368818 Joel Sánchez Olvera

A01661090 Juan Pablo Cabrera Quiroga

A01704076 Adrián Galván Díaz

A01708634 Carlos Eduardo Velasco Elenes

A01709522 Arturo Cristián Díaz López

Fecha:

25 de noviembre del 2024

Abstracto

El presente estudio, desarrollado en colaboración con el Centro de Agricultura Experimental y Tecnología (CAETEC) del Tecnológico de Monterrey, tiene como objetivo optimizar la gestión del espacio de descanso del ganado en un entorno de alta tecnología. Para ello, se desarrollaron modelos con inteligencia artificial que permiten identificar la ubicación y postura de las vacas, generando información clave sobre sus patrones de descanso, un factor esencial para su bienestar y la producción de leche.

Además, se analizaron características de las camas de descanso para explorar su influencia en las preferencias de las vacas al acostarse. Los resultados obtenidos se almacenan y visualizan en gráficos que muestran patrones de actividad, distribución y uso de los espacios. Este análisis ofrece recomendaciones prácticas para mejorar el diseño de las camas, incrementar el bienestar animal y aumentar la eficiencia productiva, destacando la importancia de los periodos de descanso durante la madrugada y la noche.

Introducción

El Centro de Agricultura Experimental y Tecnología (CAETEC) del Tecnológico de Monterrey, ubicado en Querétaro, utiliza tecnologías avanzadas de agricultura de precisión e interconexión con la industria para promover la sostenibilidad y la innovación. En colaboración con empresas como John Deere y Nestlé, CAETEC desarrolla proyectos que van desde el monitoreo de cultivos hasta la producción eficiente de leche mediante robots de ordeña, los cuales mejoran el bienestar animal y permiten registrar métricas clave como producción, niveles de grasa y horarios de ordeño.

Actualmente, en CAETEC enfrentan un problema relacionado con la identificación de las áreas de descanso más utilizadas por el ganado. Este conocimiento es crucial para optimizar el uso del espacio y tomar decisiones informadas que contribuyan al bienestar de los animales y a la eficiencia de la producción.

El presente proyecto tiene como objetivo analizar la ocupación de los espacios de descanso del ganado en el rancho CAETEC, identificando la población en cada zona y evaluando su distribución. Para ello, se busca implementar un sistema capaz de mapear y visualizar estos datos en formatos accesibles, optimizando el uso de los espacios y mejorando la gestión del ganado.

Desarrollo de Modelos

Para alcanzar los objetivos del proyecto, se planteó desarrollar una solución basada en dos modelos complementarios: un modelo de detección para identificar automáticamente a las vacas en las imágenes y otro modelo de clasificación para determinar su postura (parada o acostada). Estos modelos son fundamentales para evaluar cuánto tiempo pasan las vacas descansando, un indicador clave para medir su producción de leche durante el proceso de rumia. Los resultados obtenidos se almacenan en una base de datos para facilitar su análisis.

El modelo de detección logró una precisión del **98.7%**, permitiendo identificar de manera efectiva el número y ubicación de las vacas en las imágenes analizadas. Por otro lado, el modelo de clasificación alcanzó una precisión del **98.6%**, diferenciando con alta exactitud entre vacas acostadas y paradas, lo cual es crucial para evaluar los hábitos de descanso del ganado.

En nuestra solución final, integramos ambos modelos para aprovechar sus fortalezas complementarias. Este enfoque permitió mejorar significativamente el desempeño general, logrando una precisión del **96.4%**. Este resultado demuestra que la combinación de métodos complementarios no solo es viable, sino también efectiva para abordar problemas complejos, maximizando la capacidad predictiva del sistema.

Adicionalmente, se entrenó un modelo para analizar los patrones de la arena en las camas, con el objetivo de identificar posibles características que las vacas tienden a evitar al seleccionar un lugar para acostarse. Este análisis mostró hallazgos relevantes sobre las preferencias del ganado y ofrece recomendaciones prácticas para optimizar el diseño y mantenimiento de las camas.

Estos resultados refuerzan el valor de las herramientas desarrolladas, ofreciendo a CAETEC un análisis detallado y preciso que contribuye al bienestar animal y la gestión eficiente de los espacios de descanso.

Resultados Principales

Analizando los resultados generados en la base de datos, nos dimos cuenta de varios patrones que se repetían. En esta sección mencionamos cuáles son los hallazgos más significativos que hemos encontrado con la solución que le pueden brindar gran valor a CAETEC.

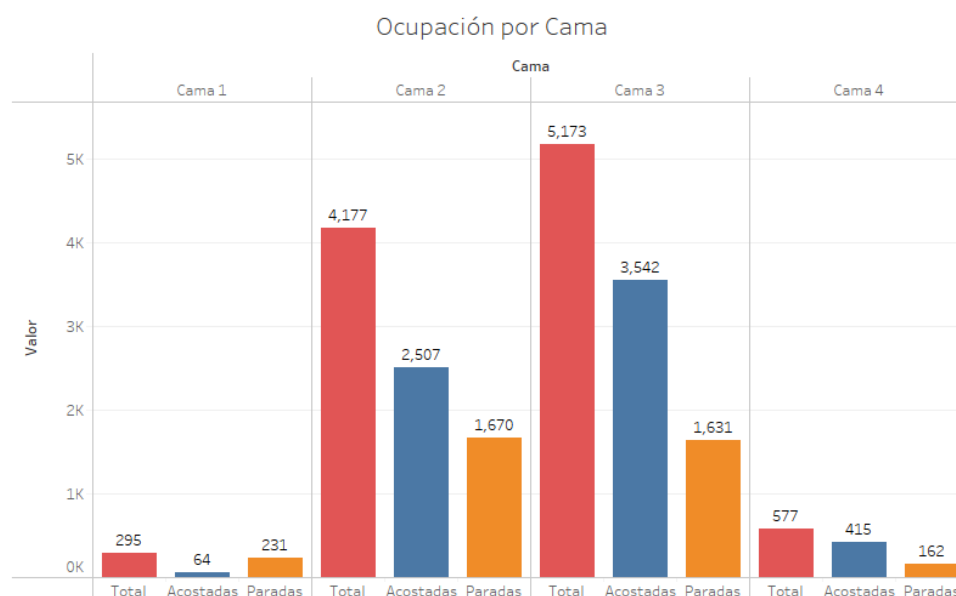


Figura 1. Gráfica de Ocupación de Vacas por Cama

Esta gráfica representa la cantidad de vacas en diferentes posiciones (acostadas o paradas) en cuatro camas de arena distintas a lo largo de varios lapsos de tiempo. Esta información es crucial para identificar si las vacas estaban produciendo leche (cuando estaban acostadas) o no (cuando estaban paradas).

Haciendo un análisis de la gráfica podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- **Distribución de Producción:** Las Camas 2 y 3 son las áreas más ocupadas y donde las vacas pasan más tiempo acostadas, sugiriendo que estas zonas son claves para la producción de leche en el rancho.
- **Camas Menos Utilizadas:** La Cama 1 y 4 tiene la menor proporción de vacas acostadas, lo que podría implicar que es menos preferida para la producción de leche. Sin embargo, la Cama 1 no aparece por completo en las imágenes, y en ocasiones no aparece en absoluto. Por lo tanto, consideramos que no se puede concluir si la Cama 1 es menos utilizada que otras debido a la falta de

información. Sin embargo, sí podemos concluir que la Cama 4 es mucho menos utilizada que la Cama 2 y 3.

Esta gráfica permite a los administradores del rancho identificar patrones de ocupación y optimizar el uso de las camas para mejorar la producción de leche.

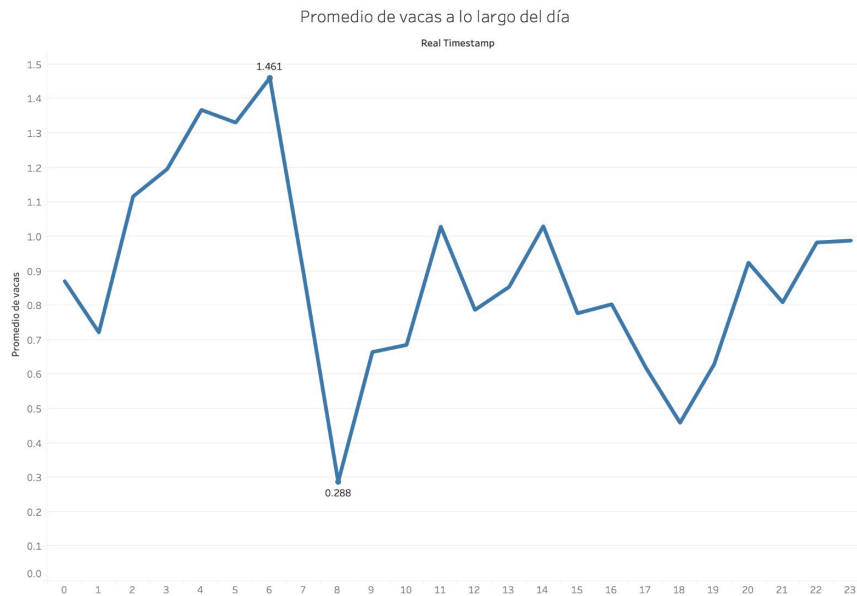


Figura 2. Gráfica de Promedio de vacas a lo largo del día

La gráfica muestra el promedio de vacas presentes en imágenes a lo largo de las 24 horas del día.

Haciendo un análisis de la gráfica podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- **Pico Máximo:** El promedio de vacas alcanza su punto máximo a las 5:00 AM, con un valor de 1.461. Esto sugiere que las vacas son más activas o más visibles en las imágenes durante las primeras horas de la mañana.
- **Punto Mínimo:** El promedio de vacas desciende a su punto más bajo a las 8:00 AM, con un valor de 0.288. Este descenso puede indicar un cambio en el comportamiento de las vacas, como la alimentación o el desplazamiento hacia otras áreas.
- **Variabilidad:** Hay una considerable variabilidad en el promedio de vacas a lo largo del día, con varios picos y valles. Esto refleja las fluctuaciones en el comportamiento diario de las vacas, probablemente influenciado por factores como la alimentación, el descanso y las condiciones ambientales.

Esta gráfica es útil para comprender los patrones de actividad y ocupación de las vacas a lo largo del día. Identificar estos patrones puede ayudar a optimizar la gestión del ganado, planificar mejor los recursos y ajustar las prácticas de manejo para mejorar la eficiencia y el bienestar de los animales.

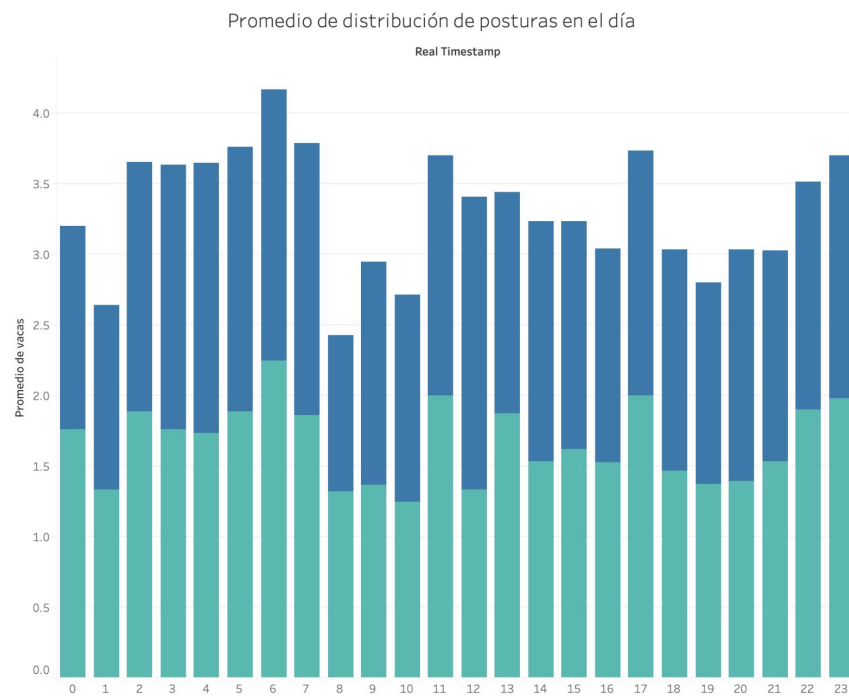


Figura 3. Gráfica de promedio de distribución de posturas de vacas en el día

La gráfica de barras apiladas muestra el promedio de vacas en diferentes posturas (paradas en azul y acostadas en verde) a lo largo de las 24 horas del día. El eje 'y' indica el promedio de vacas, mientras que el eje x representa las horas del día, de 0 a 23.

Haciendo un análisis de la gráfica podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- **Patrones de Actividad:**
 - **Vacas Paradas (Azul):** Hay un aumento significativo en el número de vacas paradas durante las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde, lo que podría estar relacionado con actividades como alimentación o traslado a diferentes áreas.
 - **Vacas Acostadas (Verde):** Las vacas están más acostadas durante la madrugada y las primeras horas de la noche, lo que sugiere que este es el período en el que descansan y, potencialmente, producen más leche.
- **Horas de Mayor Actividad:** Las horas con mayor promedio de vacas paradas son alrededor de las 5:00 AM y las 6:00 PM, coincidiendo con posibles cambios en la rutina diaria del rancho.

- **Horas de Mayor Descanso:** Las horas con mayor promedio de vacas acostadas son entre la medianoche y las 4:00 AM, así como en las primeras horas de la noche. Esto indica que estos períodos son claves para la recuperación y producción de leche de las vacas.

Esta gráfica proporciona una visión clara de cómo varían las posturas de las vacas a lo largo del día. Identificar estos patrones es crucial para optimizar la gestión del ganado, mejorando la eficiencia de la producción de leche y el bienestar de los animales. Estas tendencias pueden ayudar a ajustar las prácticas de manejo, como los horarios de alimentación y descanso, para maximizar la productividad del rancho.

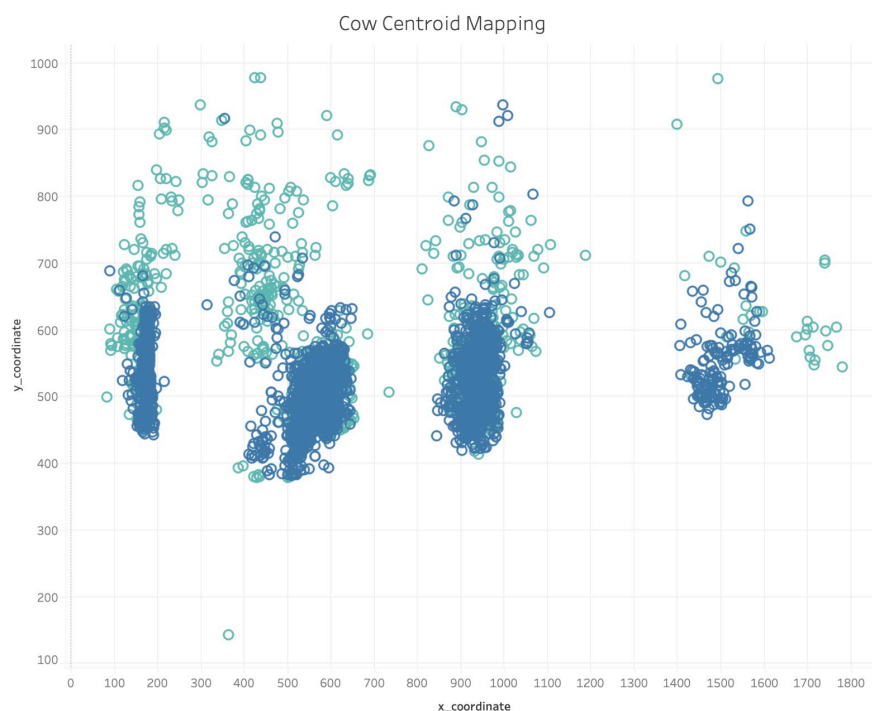


Figura 4. Distribución de posiciones de las vacas

La gráfica muestra la posición de las vacas en diferentes imágenes, calculando el centroide de cada vaca para determinar su ubicación exacta en las camas de arena. Los puntos azules representan vacas acostadas, mientras que los puntos verdes representan vacas paradas.

Haciendo un análisis de la gráfica podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- **Camas Más Utilizadas:** Las camas más utilizadas son claramente la Cama 2 y la Cama 3, donde hay una alta densidad de puntos tanto azules como verdes. Esto sugiere que estas áreas son preferidas por las vacas para descansar y, posiblemente, para la producción de leche.

- **Distribución de Posturas:** En las áreas densas de las Camas 2 y 3, hay una mezcla de puntos azules y verdes, indicando que las vacas alternan entre estar acostadas y paradas en estas zonas. Esto refleja un comportamiento normal de descanso y actividad.
- **Área del Bebedero:** En la parte derecha de la gráfica, se observa una sección con muy pocos puntos, todos ellos verdes. Esta área corresponde al bebedero de las vacas. La presencia exclusiva de puntos verdes indica que las vacas están paradas mientras beben agua, confirmando la precisión del modelo en identificar esta actividad.

Esta gráfica proporciona una visión clara de cómo las vacas utilizan diferentes áreas en su entorno, específicamente las camas de arena y el bebedero. Identificar estos patrones es crucial para optimizar la gestión del ganado, mejorando la eficiencia de la producción de leche y el bienestar de los animales. La precisión del modelo en detectar las posturas y posiciones de las vacas permite tomar decisiones informadas para mejorar el manejo del rancho.

Conclusiones y Recomendaciones

El proyecto cumplió con los objetivos planteados, ofreciendo soluciones efectivas y de alta precisión para identificar y analizar los patrones de ocupación de los espacios de descanso en el rancho CAETEC. Las herramientas desarrolladas alcanzaron niveles sobresalientes de precisión, con resultados del **98.7%** en la detección y **98.6%** en la clasificación, lo que permitió obtener información clave sobre los hábitos de las vacas.

La integración de los modelos no solo reforzó la solidez de nuestra solución, sino que también resultó en una precisión notable del **96.4%**. Este desempeño subraya la importancia de adoptar un enfoque híbrido en la resolución de problemas complejos, destacando cómo la sinergia entre modelos puede superar las limitaciones individuales y generar resultados más consistentes y precisos.

Los análisis realizados revelaron que las camas 2 y 3 son las áreas más utilizadas, y se identificaron las horas de mayor descanso, principalmente durante la madrugada y la noche. Además, el modelo adicional proporcionó hallazgos relevantes sobre las características de las camas que influyen en las preferencias del ganado, lo que ofrece recomendaciones prácticas para optimizar su diseño y mantenimiento.

Estos resultados no solo fortalecen la gestión y uso de los espacios en el rancho, sino que también contribuyen al bienestar animal y al aumento de la productividad.

Recomendaciones

1. **Uso de los Modelos:** Se recomienda consultar el manual de usuario para comprender en detalle el funcionamiento técnico de los modelos, incluyendo el proceso de detección y clasificación, así como los pasos necesarios para su instalación y configuración.
2. **Optimización de Espacios:** Con base en los hallazgos, se sugiere priorizar el mantenimiento y optimización de las camas 2 y 3, dado que son las áreas más utilizadas. Para las camas menos preferidas, como la 4, se recomienda investigar posibles factores que limiten su ocupación.
3. **Integración Continua:** Se aconseja continuar utilizando y mejorando los modelos para monitorear cambios en los patrones de actividad y ocupación, ajustando las estrategias de manejo conforme a las necesidades del rancho y el bienestar animal.
4. **Implementación de Resultados del Modelo Adicional:** Se recomienda analizar el reporte entregado sobre los patrones de arena y considerar ajustes en los materiales o diseño de las camas para incrementar su preferencia y utilidad.

Estos esfuerzos conjuntos permitirán a CAETEC seguir promoviendo la sostenibilidad e innovación en la producción ganadera.

Siguientes Pasos

Para continuar con el desarrollo e implementación del proyecto, se proponen las siguientes acciones:

1. **Implementación en el Rancho CAETEC:** Instalar la solución desarrollada en el hardware del rancho para analizar la ocupación de los espacios por las vacas en un entorno real. Esto permitirá validar el desempeño de los modelos en condiciones prácticas y recopilar datos más representativos.
2. **Pruebas en Diferentes Zonas:** Evaluar el funcionamiento de la solución en diversas áreas del rancho, incluyendo zonas adicionales a las camas de arena, con el objetivo de analizar su rendimiento en diferentes entornos y condiciones.
3. **Obtención de Nuevos Hallazgos:** Utilizar los datos recopilados durante las pruebas para identificar patrones adicionales en el comportamiento y ocupación de las vacas, y refinar el modelo según sea necesario.
4. **Optimización Continua:** Basándose en los resultados obtenidos, ajustar la solución para mejorar su precisión y eficiencia, garantizando su utilidad a largo plazo para CAETEC.