

## Chapter 1

# Conclusiones, Limitaciones y Trabajos Futuros

### 1.1 Limitaciones y trabajos futuros

Este capítulo aborda las mejoras y desarrollos potenciales para el sistema, identificando áreas donde se pueden realizar innovaciones, optimizaciones e integraciones para incrementar la funcionalidad, seguridad y usabilidad del sistema en contextos reales.

#### 1.1.1 Seguridad

Una de las mejoras futuras incluye la incorporación de una capa de seguridad para el sistema de inicio de sesión. Actualmente, este componente solo permite la identificación del tipo de usuario y la asociación de calificaciones con un experto determinado.

Además, será necesario implementar restricciones que limiten quiénes pueden registrarse como calificadores, ya que la aplicación admite usuarios con roles tanto de calificador como de observador sin validación previa. Esto garantizará que solo expertos cualificados puedan registrarse como calificadores.

#### 1.1.2 Tolerancia a fallos

Es crucial mejorar la tolerancia a fallos del sistema para garantizar su robustez y confiabilidad. En caso de interrupciones en la conexión WebSocket o errores en el mismo, el sistema debería implementar mecanismos de reintento o redirección de trabajos ("jobs") para asegurar que ninguno quede sin predecir por el modelo.

De igual manera, es fundamental que el proceso de calificación contemple estrategias de reintento en caso de fallos, evitando así la pérdida de las evaluaciones realizadas por los expertos y asegurando que todas las calificaciones se almacenen

correctamente en el sistema. Estas mejoras son esenciales para mantener la integridad y continuidad de las operaciones.

#### 1.1.2.1 Múltiples calificadoros

Se prevé que, en futuras versiones del servidor, los calificadoros puedan compartir una misma cola JMS para dividir equitativamente las tareas de calificación. Esto permitirá que los calificadoros se den de baja de una sesión y se unan a otra según sea necesario. También podría desarrollarse una configuración para que las sesiones permitan dividir las caravanas entre calificadoros o habilitar que todos los calificadoros evalúen todas las vacas. Actualmente, a pesar que la aplicación móvil no permite que dos calificadoros califiquen al mismo tiempo, el servidor fue creado para que mas de un calificadoros se puede unir a una sesión donde cada uno tiene su propia cola JMS y puede calificar a todas las vacas.

#### 1.1.3 Mayor cantidad de imágenes a procesar

Actualmente, el sistema permite recibir y almacenar múltiples imágenes por vaca, pero solo la primera es enviada a los usuarios calificadoros y observadores. Un avance futuro sería la capacidad de enviar todas las imágenes relacionadas con cada vaca para análisis más detallado, tanto por parte de los calificadoros como de los observadores.

### 1.2 Sistema de envío

Aunque definido como parte del diseño, la implementación de un sistema de envío por lotes quedó fuera del alcance de este proyecto. Este sistema deberá configurarse para notificar al servidor sobre el origen del lote, procesar las imágenes capturadas, asociarlas con la identificación RFID de la vaca, crear el lote ("job") y enviarlo al servidor. Además, permitirá configurar la cantidad de imágenes a tomar por vaca en esta aplicación.

#### 1.2.1 Mejora en la Gestión de Jobs para Calificadores

- 
- En la implementación actual, los calificadoros no pueden procesar los trabajos ("jobs") creados antes de su ingreso a una sesión de calificación. Esto implica que los trabajos generados antes del inicio de la sesión no se califican.
- Futuras mejoras podrían incluir la capacidad de cargar todos los trabajos previos desde la base de datos hacia la cola JMS del usuario al iniciar sesión, asegurando que ningún trabajo quede sin calificar. Sin embargo, esta funcionalidad deberá considerar aspectos técnicos como el manejo de nuevos trabajos que llegan mientras se cargan los existentes, para evitar desorden en el orden de calificación.

### 1.2.2 Integración con IoT

El sistema tiene el potencial de integrarse en un entorno IoT, permitiendo la conexión con dispositivos y elementos del entorno ganadero, como mangas, corrales y comederos. Esto requerirá desarrollar una capa de comunicación que facilite la captura automatizada de datos y acciones de contingencia, estructurando el sistema como un Sistema Integral de Gestión de la Información (SIGI) para apoyar el monitoreo, la planificación y la toma de decisiones.

### 1.2.3 Observadores y Algoritmo de Predicción

Actualmente, la predicción del puntaje de condición corporal (BCS) se realiza en la aplicación móvil por los observadores. En ausencia de observadores, no es posible realizar predicciones. Para solucionar esto, se plantea ejecutar el algoritmo de predicción en los dispositivos de los calificadores o directamente en el servidor. Esto permitirá predecir trabajos que no hayan sido procesados por los observadores, asegurando que no queden trabajos sin evaluar.

#### 1.2.3.1 Objetivos futuros

En el futuro, se planea desplegar el sistema en dispositivos electrónicos con su respectiva caja diseñadas para facilitar su uso en establecimientos agropecuarios. Estos dispositivos se evaluarán analizando tanto el rendimiento predictivo del modelo como su facilidad de integración en actividades cotidianas.

Adicionalmente, se prevé la realización de talleres con profesionales y productores para identificar barreras de adopción y recopilar sugerencias de mejora. Este trabajo incluirá el diseño de estrategias para un plan de negocios sostenible, identificando socios clave, clientes objetivo y precios de mercado adecuados.

## 1.3 Conclusión

En este proyecto se desarrolló un sistema funcional y extensible diseñado para su implementación en entornos ganaderos, logrando mejorar la precisión y eficiencia en la predicción del BCS. Este desarrollo supuso enfrentar diferentes niveles de desafío según el componente en cuestión. En el caso del servidor, mi experiencia de más de 10 años como desarrollador backend fue determinante para diseñar e implementar este componente de manera ágil, utilizando tecnologías como Java, Spring Boot, JMS Template y STOMP. Además, esta experiencia facilitó la comprensión del dominio y los requerimientos funcionales, permitiendo una interacción efectiva con el modelo de negocio y sus particularidades.

Por otro lado, el desarrollo de la aplicación móvil representó un desafío mayor, debido a mi falta de experiencia con Flutter, Dart y el desarrollo de interfaces visuales. Esta situación implicó una curva de aprendizaje significativa, que demandó más tiempo y esfuerzo en comparación con el desarrollo del servidor. Sin embargo, esta experiencia se convirtió en una oportunidad valiosa para

## CHAPTER 1. CONCLUSIONES, LIMITACIONES Y TRABAJOS FUTUROS4

ampliar mis habilidades en áreas complementarias y explorar nuevos enfoques en el desarrollo de software.

En total, el proyecto involucró el desarrollo de N clases en el servidor y M clases en la aplicación móvil, alcanzando un total de X líneas de código, reflejando su complejidad técnica y su alcance. El sistema fue probado en un entorno con un solo calificador y un observador, y demostró operar eficientemente con recursos mínimos, incluyendo:

ActiveMQ: Aproximadamente X MB de memoria para mantener un flujo estable de trabajos ("jobs"). MySQL: Y MB de memoria para el almacenamiento y gestión de las bases de datos. Servidor (API principal): Z MB de memoria para procesar solicitudes y manejar la lógica de negocio. La modularidad y escalabilidad del sistema abren puertas para futuras ampliaciones, como la integración con dispositivos IoT, la optimización de modelos predictivos según distintas razas bovinas y el desarrollo de estrategias avanzadas de tolerancia a fallos. En conjunto, este proyecto no solo cumplió con los objetivos iniciales, sino que también sienta las bases para nuevas innovaciones en la automatización y gestión del sector ganadero. Además, representa un avance significativo tanto en términos técnicos como en el aprendizaje y adaptación a tecnologías y dominios desconocidos.