



**Aplicativo web para la gestión de equipos en laboratorio de microbiología: desarrollo e implementación utilizando Google Sheets y Apps Script**

Leandro Sanmartín Alvarez

Informe de práctica presentado para optar al título de Tecnólogo Biomédico

Asesor

Carlos Mauricio Duque Vélez, Magíster (MSc) en Innovación en educación

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Tecnología Biomédica

El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia

2024

---

Cita

Sanmartín Álvarez [1]

---

**Referencia**

[1] L. Sanmartín Álvarez, “Aplicativo web para la gestión de equipos en laboratorio de microbiología: desarrollo e implementación utilizando Google Sheets y Apps Script”, Trabajo de grado tecnología, Tecnología Biomédica, Universidad de Antioquia, El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia, 2024.

Estilo IEEE (2020)

---



Centro de documentación de ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio Cesar Saldarriaga

Jefe departamento: John Fredy Ochoa Gómez

Coordinador de prácticas ELECTROQUIMICA WEST S.A: Laura Milena Morales

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo a mis padres, Gonzalo San Martin y Celmira Alvarez, por su amor incondicional y apoyo inquebrantable. A mi hermana menor, Valentina San Martin, por su amistad incondicional, y a mi hermano mayor, Andres Felipe San Martin, por compartir sus conocimientos conmigo. Su fe en mí me ha dado la fuerza para alcanzar esta meta.

## **Agradecimientos**

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad de Antioquia por brindarme una educación de calidad y por proporcionarme los conocimientos y habilidades fundamentales para mi desarrollo profesional. Cada clase y cada experiencia en los diferentes espacios contribuyeron significativamente a lo largo de todo este proceso formativo. También quisiera agradecer a todos los profesores de la Institución Educativa Félix Maria Restrepo Londoño, cuyas enseñanzas y consejos fueron cruciales en las etapas iniciales de mi formación académica.

A nivel personal, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia. A mis padres, Gonzalo San Martin y Celmira Alvarez, por su comprensión y constante apoyo emocional y financiero durante mis años de estudio. Papá, gracias por tus sabios consejos y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia. Mamá, tu cariño y tus palabras de aliento han simbolizado mi mayor fuente de fortaleza. Tu alegría y optimismo han sido un refugio para mí. Son un pilar fundamental en mi vida y su fe en mí es una fuente constante de motivación.

A mi hermana menor, Valentina SanMartin, por ser una amiga incondicional y por su apoyo inestimable en momentos de dificultad. A mi hermano mayor, Andres Felipe SanMartin, por compartir generosamente sus conocimientos y experiencias conmigo. Tus consejos, tu ejemplo de dedicación y esfuerzo ha sido una inspiración constante.

Quiero también agradecer a mis amigos y compañeros de clase, en particular a Santiago Ruiz, por compartir su destreza y sus conocimientos académicos. Su apoyo hizo que este viaje académico fuera más llevadero y gratificante.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN ..... 8

ABSTRACT ..... 9

I. INTRODUCCIÓN ..... 10

II. OBJETIVOS ..... 12

    A. Objetivo general ..... 12

    B. Objetivos específicos ..... 12

III. MARCO TEÓRICO ..... 13

IV. METODOLOGÍA ..... 15

    A. Fase de Investigación y Análisis ..... 15

    B. Fase de Desarrollo ..... 16

    C. Fase de Pruebas ..... 16

    D. Fase de Implementación ..... 16

V. RESULTADOS ..... 17

VI. ANÁLISIS ..... 21

VII. CONCLUSIONES ..... 23

VIII. RECOMENDACIONES ..... 25

REFERENCIAS ..... 26

LISTA DE TABLAS

TABLA I. COMPARACIÓN DE DATOS ENTRE EL APLICATIVO WEB Y LOS  
 DIFERENTES RÓTULOS DE CONTROL METROLÓGICO .....18

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Metodología de las etapas del proceso.....	15
Fig. 2. Deterioro de rótulos de control metrológico en diferentes equipos .....	18
Fig. 3. Diferentes rótulos de control metrológico .....	19
Fig. 4. Interfaz del aplicativo web.....	19
Fig. 5. Interfaz del aplicativo web con una búsqueda de equipo .....	20
Fig. 6. Recuadro por no ingresar un código antes de buscar.....	20
Fig. 7. Recuadro por ingresar un código incorrecto .....	20
Fig. 8. Ejemplos de los identificadores de cada equipo con su código correspondiente .....	20

## SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

<b>AS</b>	Apps Script
<b>GS</b>	Google Sheets
<b>GWS</b>	Google Workspace

## RESUMEN

Este documento presenta el desarrollo de un aplicativo web para la gestión eficiente de la información de equipos en un laboratorio de microbiología. El objetivo fue abordar el problema del deterioro de los rótulos físicos debido a condiciones ambientales adversas, que comprometían la precisión y disponibilidad de datos críticos. Se implementó una solución digital basada en Google Sheets (GS) y Apps Script (AS), diseñada para centralizar datos como nombre del equipo, código, rango de trabajo y fechas de mantenimiento.

La metodología abarcó un análisis detallado de requisitos, seguido del desarrollo, pruebas y finalmente la implementación en un entorno real de laboratorio. Los resultados incluyeron la eliminación efectiva de la dependencia de rótulos físicos mediante un aplicativo web accesible y eficiente, mejorando significativamente la gestión operativa.

Las conclusiones destacan el éxito en resolver los problemas identificados, proporcionando una solución duradera y confiable que cumple con los requisitos específicos del laboratorio. Este proyecto no solo mejora la eficiencia operativa y la precisión de datos, sino que también sienta un precedente para la integración de soluciones digitales en la gestión de laboratorios.

***Palabras clave* — aplicativo web, gestión de equipos, laboratorio de microbiología, Google Sheets, Apps Script.**



## ABSTRACT

This document presents the development of a web application for the efficient management of equipment information in a microbiology laboratory. The objective was to address the issue of physical label deterioration due to adverse environmental conditions, which compromised the accuracy and availability of critical data. A digital solution was implemented based on Google Sheets (GS) and Apps Script (AS), designed to centralize data such as equipment name, code, working range, and maintenance dates.

The methodology included a detailed requirements analysis, followed by development, testing, and finally implementation in a real laboratory environment. The results included the effective elimination of dependency on physical labels through an accessible and efficient web application, significantly improving operational management.

The conclusions highlight the success in resolving the identified problems, providing a durable and reliable solution that meets the specific requirements of the laboratory. This project not only enhances operational efficiency and data accuracy but also sets a precedent for the integration of digital solutions in laboratory management.

***Keywords* — web application, equipment management, microbiology laboratory, Google Sheets, Apps Script.**

## I. INTRODUCCIÓN

El presente documento tiene como objetivo presentar el desarrollo de un aplicativo web para la gestión eficiente de la información de los equipos en el laboratorio de microbiología. Esta iniciativa surge en respuesta a problemas prácticos que afectan la eficiencia y precisión en la gestión de la información debido a la deterioración de los rótulos físicos de los equipos, provocada por las condiciones ambientales del laboratorio. En el laboratorio de microbiología, los equipos requieren un etiquetado con información pertinente para su correcto uso, incluyendo datos como el nombre del equipo, código, rango de trabajo, tolerancia de mediciones, y fechas de calibración y mantenimiento. Sin embargo, estos rótulos se deterioran rápidamente debido a la humedad, el calor y el uso de productos químicos, lo que lleva a la pérdida de información crítica y un incremento de errores operativos.

Anteriormente, se intentaron soluciones como el uso de materiales más resistentes y registros en papel, pero estas no lograron resolver completamente el problema. Por ello, se propone desarrollar un aplicativo web que centralice y proteja la información, mejorando su accesibilidad y fiabilidad.

La creación de este aplicativo web es crucial para resolver los desafíos prácticos actuales en la gestión de la información de equipos en el laboratorio de microbiología. La deterioración de los rótulos físicos no solo afecta la eficiencia operativa, sino que también aumenta el riesgo de errores que pueden comprometer la calidad de los resultados del laboratorio. El proyecto fue seleccionado debido a la evidente necesidad de una gestión más eficiente y precisa de la información en el laboratorio. Las tecnologías como GS y AS fueron elegidas por su accesibilidad y capacidad de integración, permitiendo una gestión en la nube que puede ser actualizada en tiempo real por múltiples usuarios.

Este desarrollo aporta significativamente al avance científico y práctico en varios aspectos: introduce una solución innovadora y digital para la gestión de información, sirviendo como modelo para otros laboratorios y áreas con problemas similares; mejora la eficiencia operativa al centralizar

la información y automatizar tareas repetitivas, permitiendo al personal del laboratorio enfocarse en actividades más críticas y productivas; reduce los errores al minimizar el riesgo de errores humanos, mejorando la precisión y fiabilidad de los datos; y promueve prácticas más sostenibles al eliminar la dependencia de registros físicos y optimizar el uso de recursos digitales.

Resumiendo, este aplicativo web no solo mejora la gestión de información de los equipos en el laboratorio de microbiología, sino que también establece un precedente para la integración de soluciones digitales en la gestión de laboratorios, contribuyendo a la eficiencia y precisión operativa.

## II. OBJETIVOS

### *A. Objetivo general*

- Desarrollar un aplicativo web para la gestión eficiente de la información de los equipos en el laboratorio de microbiología.

### *B. Objetivos específicos*

- Analizar de manera sistemática la información básica de los equipos presentes en el laboratorio, con el fin de definir los datos relevantes para el desarrollo de la interfaz.
- Diseñar e implementar una interfaz por medio de un aplicativo web, que permita a los usuarios acceder de manera rápida y eficiente a la información de los equipos.
- Implementar el uso del aplicativo web en un entorno de laboratorio real, con la participación del personal, para garantizar su funcionalidad, usabilidad y efectividad en la mejora de la gestión de equipos.

### III. MARCO TEÓRICO

El desarrollo de un aplicativo web para la gestión de equipos en el laboratorio de microbiología se basa en varios conceptos y tecnologías clave. “Las aplicaciones web se consideran como herramientas de ofimática de la web, que pueden ser manejadas con solo una conexión a Internet, utilizando el ordenador como medio de acceso a la aplicación remota” [1]

El desarrollo del aplicativo web se apoya en tecnologías web como GS y AS. “Google Sheets actúa como una herramienta de almacenamiento de datos en la nube, permitiendo la organización y gestión de la información de los equipos en forma de hojas de cálculo colaborativas” [2]. Por otro lado, “Apps Script es una plataforma de desarrollo que permite crear aplicaciones web y automatizar tareas en Google Workspace” [3]. Estas tecnologías proporcionan la base técnica necesaria para el desarrollo y funcionamiento del aplicativo web. Tanto GS como AS son de libre acceso y no requieren el pago de derechos adicionales, lo que facilita su implementación sin costos extras para el laboratorio. Para utilizarlas, solo se necesita una cuenta de Google, la cual se puede crear de manera gratuita. Una vez creada la cuenta, se puede acceder a GS y AS a través de Google Drive y GWS, permitiendo así su uso inmediato para el desarrollo del aplicativo web.

Las tecnologías web han transformado la manera en que se manejan y gestionan los datos en diversos entornos. La utilización de aplicaciones basadas en la web permite una accesibilidad y colaboración sin precedentes, lo que es esencial en entornos donde la precisión y la disponibilidad de la información son críticas. La capacidad de acceder a los datos desde cualquier lugar con una conexión a Internet garantiza que el personal a cargo pueda tomar decisiones informadas y oportunas, mejorando así la eficiencia operativa.

GS se presenta como una herramienta versátil y accesible para la gestión de datos en la nube. Su capacidad para permitir la colaboración en tiempo real, junto con sus funciones avanzadas de hojas de cálculo, lo convierte en una opción ideal para almacenar y organizar la información de equipos. Además, su integración con otras herramientas de GWS amplía sus capacidades, permitiendo automatizaciones y flujos de trabajo más eficientes.

AS es una plataforma de scripting que facilita la automatización de tareas y el desarrollo de aplicaciones personalizadas dentro del ecosistema de GWS. Su facilidad de uso y su capacidad para interactuar con GS lo convierten en una herramienta poderosa para crear aplicaciones web que mejoren la gestión y accesibilidad de la información. A través de AS, es posible desarrollar interfaces de usuario intuitivas y automatizar procesos repetitivos.

Es fundamental destacar que la información presentada en el aplicativo web reviste una gran relevancia para los operarios del laboratorio. Datos críticos vitales para garantizar el funcionamiento adecuado y la integridad de los procesos en el laboratorio de microbiología. Por lo tanto, la disponibilidad y accesibilidad de esta información a través del aplicativo web proporcionará a los operarios una herramienta indispensable para la planificación y gestión eficiente de las actividades relacionadas con los equipos. “Para conseguir un estado calificado de los equipos, es fundamental cumplir con un adecuado programa de verificación, calibración y mantenimiento. Operaciones requeridas para asegurar que el equipo de medición cumple con los requerimientos para su uso previsto” [4].

Implementar un aplicativo web para la gestión de equipos ofrece múltiples beneficios: toda la información relevante está disponible en un único lugar accesible desde cualquier dispositivo, lo que asegura la accesibilidad y centralización de datos. La digitalización y automatización de la gestión de datos minimizan el riesgo de errores humanos, reduciendo así los errores. Facilita la programación y seguimiento de las actividades de mantenimiento y calibración, asegurando que los equipos estén siempre en condiciones óptimas, mejorando la eficiencia operativa. Además, permite que el personal del laboratorio colabore de manera más efectiva, compartiendo información y actualizaciones en tiempo real, mejorando la colaboración.

## IV. METODOLOGÍA

El desarrollo del aplicativo se basó en un enfoque metodológico que abarcó desde el análisis de requisitos hasta la implementación y evaluación de la solución propuesta. Se emplearon tecnologías como GS, que se utilizó como base de datos para almacenar la información de los equipos, y AS, que se empleó para la creación de una interfaz web amigable, garantizando compatibilidad y funcionalidad en un entorno real de laboratorio. Las fases de ejecución fueron las siguientes:

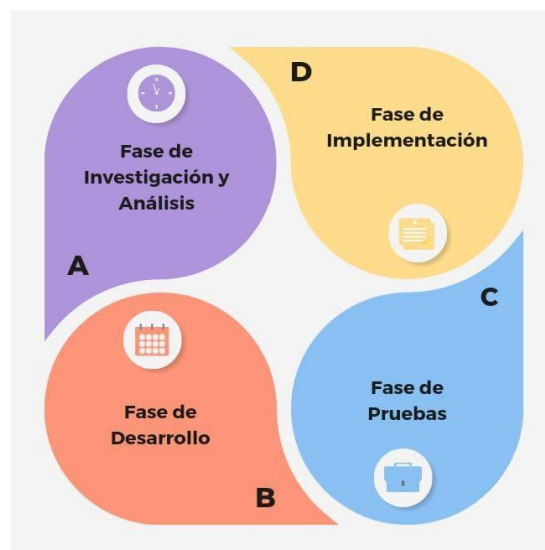


Fig. 1. Metodología de las etapas del proceso

### A. Fase de Investigación y Análisis

El objetivo de esta fase fue identificar y comprender las necesidades específicas del laboratorio en cuanto a la gestión de la información de los equipos, así como definir los requisitos del sistema. Las actividades involucradas incluyeron la recolección de información, donde se revisaron los procesos existentes para la gestión de equipos, incluyendo la documentación en papel y los rótulos físicos, con el fin de identificar problemas actuales y necesidades específicas. Posteriormente, se definieron los requisitos del sistema, que incluyeron el nombre del equipo, código, rango de trabajo, y fechas de mantenimiento, calibración o calificación.

### *B. Fase de Desarrollo*

Durante esta fase, se desarrolló el aplicativo web utilizando GS y AS. Las actividades incluyeron el diseño de la base de datos configurando GS como la base de datos para almacenar la información de los equipos y creando hojas de cálculo estructuradas para permitir la organización y gestión eficiente de los datos. También se desarrolló la interfaz web utilizando AS para crear una interfaz amigable que permitiera a los usuarios acceder a la información de los equipos de manera intuitiva, permitiendo la búsqueda y visualización de los datos.

### *C. Fase de Pruebas*

En esta fase se buscó garantizar que el aplicativo web desarrollado funcione correctamente y sea fácil de usar para el personal del laboratorio. Las actividades incluyen pruebas para asegurar que todas las funciones del sistema operen correctamente, incluyendo la gestión de datos y la visualización de la información. Además, se verifica la seguridad del aplicativo para asegurar que los datos almacenados estén protegidos contra accesos no autorizados. Se garantizará que solo la información que el responsable del aplicativo decida compartir sea visible

### *D. Fase de Implementación*

El propósito de esta etapa fue implementar el aplicativo web en el entorno real y asegurar su completo funcionamiento, así como su aceptación por parte del personal del laboratorio. Las actividades incluyeron el despliegue del aplicativo, implementando la versión final en el entorno de laboratorio y asegurando que todos los usuarios tuvieran acceso adecuado. También se realizaron sesiones de capacitación para enseñar al personal del laboratorio cómo usar el aplicativo, proporcionando el enlace o código QR para acceder a él. Los usuarios solo necesitaban ingresar el código de los diferentes equipos del laboratorio para visualizar su información. Además, se proporcionó soporte continuo durante la fase inicial de uso para resolver cualquier problema que surgiera y realizar ajustes menores según fuera necesario.



## V. RESULTADOS

Mientras se realizaba la búsqueda de posibles problemas en las cuales actuar, se identificaron las necesidades específicas del laboratorio en cuanto a la gestión de la información de los equipos, ya que al presentarse el deterioro o pérdida de estos rótulos (**Fig. 2**) se hacía confusa la información de algunos equipos.

Se recogieron datos sobre los problemas actuales con los registros en papel y se determinaron los datos requeridos para el aplicativo web, estos datos se muestran en la **TABLA I** comparándose con los datos que hay en los diferentes rótulos de control metrológico (**Fig. 3**). Durante la fase de desarrollo, se construyó el aplicativo web utilizando GS como base de datos y AS para la creación de la interfaz web (**Fig. 4**). También se implementó en la interfaz un espacio para la imagen del equipo. Este espacio se actualiza automáticamente junto con el resto de la información cuando se ingresa el código de un equipo diferente, proporcionando una representación visual del equipo correspondiente (**Fig. 5**). En caso de que el usuario presione el botón de búsqueda sin ingresar un código de equipo (**Fig. 6**), o introduzca un código incorrecto (**Fig. 7**), se mostrará un mensaje indicando el error ocurrido en un recuadro específico.

El acceso al aplicativo se realizará a través de un enlace directo o un código QR proporcionado al personal del laboratorio. Aunque cualquier persona con el enlace o el código QR puede acceder, el sistema está configurado exclusivamente para la visualización de datos, sin permitir cambios o ajustes. La información visible está determinada por el responsable designado, como el Coordinador de Validaciones y Metrología o el personal asignado por él. La actualización y gestión de los datos en el aplicativo son responsabilidad del equipo de Validaciones y Metrología. Los códigos de los equipos, necesarios para la consulta, se encuentran normalmente sobre o a un costado de los equipos en el laboratorio (**Fig. 8**).

TABLA I. COMPARACIÓN DE DATOS ENTRE EL APLICATIVO WEB Y LOS DIFERENTES RÓTULOS DE CONTROL METROLÓGICO

Datos		Rotulo de Mantenimiento	Rotulo de Calificación	Rotulo de Calibración	Aplicativo Web
INFORMACION DEL EQUIPO	Código	X	X	X	X
	Equipo	X	X	X	X
	Variable				X
	Marca				X
	Ubicación				X
	Sede				X
HOJA DE VIDA DEL EQUIPO	Rango	-	X	X	X
	Error Máximo Permitido	-	-	X	X
	Error Máximo Encontrado	-	-	X	X
	Incertidumbre	-	-	X	X
CRONOGRAMA	Fecha próxima calibración	-	-	X	X
	Fecha próxima calificación	-	X	-	X
	Fecha próximo mantenimiento	X	-	-	X
	Imagen del equipo	-	-	-	X



Fig. 2. Deterioro de rótulos de control metrológico en diferentes equipos




	METROLOGÍA	FR-GT-VA-027		METROLOGÍA	FR-GT-VA-027		METROLOGÍA	FR-GT-VA-027												
	RÓTULO DE CONTROL METROLÓGICO	VERSIÓN: 4 FECHA DE CREACIÓN: 26/Jul/2021		RÓTULO DE CONTROL METROLÓGICO	VERSIÓN: 4 FECHA DE CREACIÓN: 26/Jul/2021		RÓTULO DE CONTROL METROLÓGICO	VERSIÓN: 4 FECHA DE CREACIÓN: 26/Jul/2021												
Nombre: INCUBADORA Código: ESPMB01 Rango: N.A EMP ó Tolerancia: N.A EME: N.A U(ex): N.A Fecha próx <table border="1"><tr><td>MANTENIMIENTO</td><td>X</td></tr><tr><td>CALIFICACIÓN</td><td>-</td></tr></table> oct-24 Elaborado por: ESanmartín OBSERVACIONES: N.A.			MANTENIMIENTO	X	CALIFICACIÓN	-	Nombre: MEDIDOR DE CARBON ORGANICO TOTAL (TOC) Código: TOCCC01 Rango: 0.03 PPM a 50 PPM ; 0 a 500 PPM EMP ó Tolerancia: N.A EME: N.A U(ex): N.A Fecha próx <table border="1"><tr><td>CALIBRACIÓN</td><td>-</td></tr><tr><td>CALIFICACIÓN</td><td>X</td></tr></table> may-25 Elaborado por: ESanmartín OBSERVACIONES: N.A.			CALIBRACIÓN	-	CALIFICACIÓN	X	Nombre: SELLADORA DE MORDAZAS Código: SELL-10 Rango: 20°C a 200°C EMP ó Tolerancia: ±1°C EME: -0,19 °C U(ex): ±1 °C Fecha próx <table border="1"><tr><td>CALIBRACIÓN</td><td>X</td></tr><tr><td>CALIFICACIÓN</td><td>-</td></tr></table> oct-25 Elaborado por: ESanmartín OBSERVACIONES: N.A.			CALIBRACIÓN	X	CALIFICACIÓN	-
MANTENIMIENTO	X																			
CALIFICACIÓN	-																			
CALIBRACIÓN	-																			
CALIFICACIÓN	X																			
CALIBRACIÓN	X																			
CALIFICACIÓN	-																			

Fig. 3. Diferentes rótulos de control metrológico

Nota: Los 3 rótulos usan el mismo formato, lo que cambia es la información de cada uno, y se necesitan dividir ya que los servicios de mantenimiento, calificación y calibración muchas veces no coinciden en fechas.



Fig. 4. Interfaz del aplicativo web

Nota: Interfaz de aplicativo web recién carga la página.

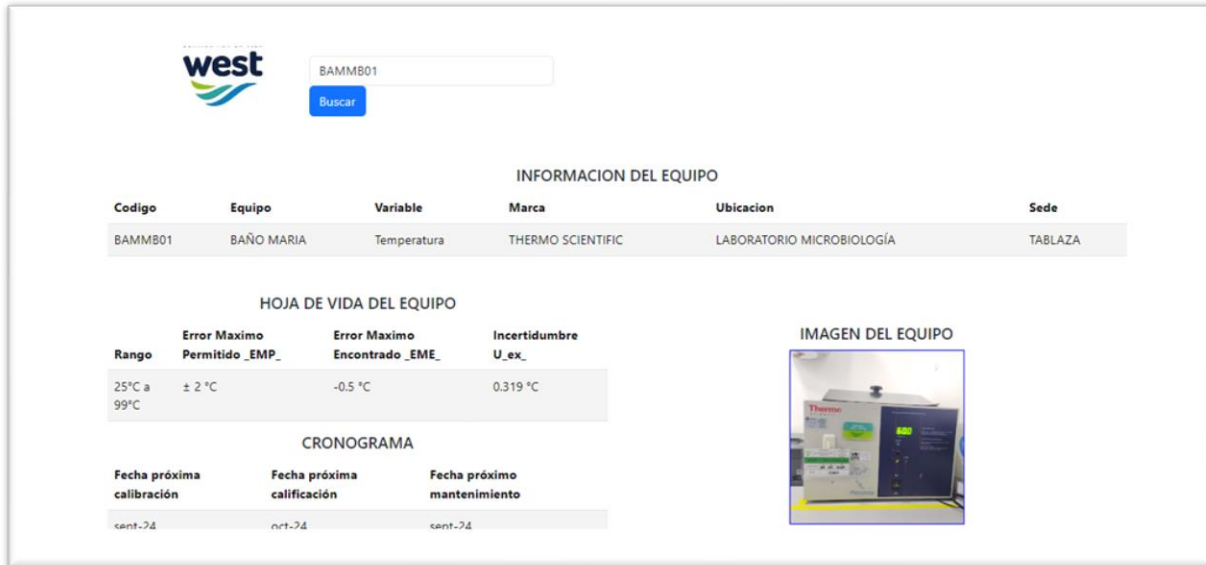


Fig. 5. Interfaz del aplicativo web con una búsqueda de equipo

Nota: Interfaz de aplicativo web cuando ya se realizó la búsqueda de un equipo, cada vez que se realice una búsqueda la imagen se actualizara a la correspondiente de cada equipo.

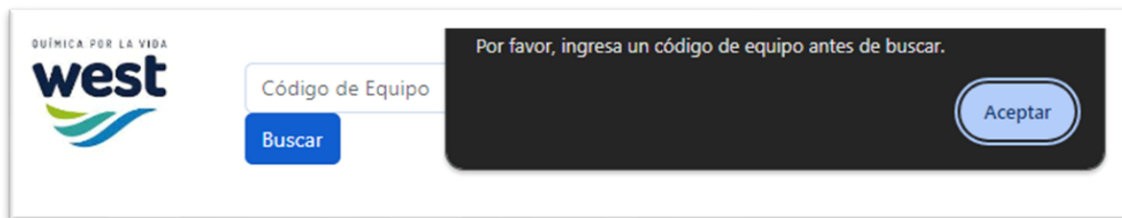


Fig. 6. Recuadro por no ingresar un código antes de buscar

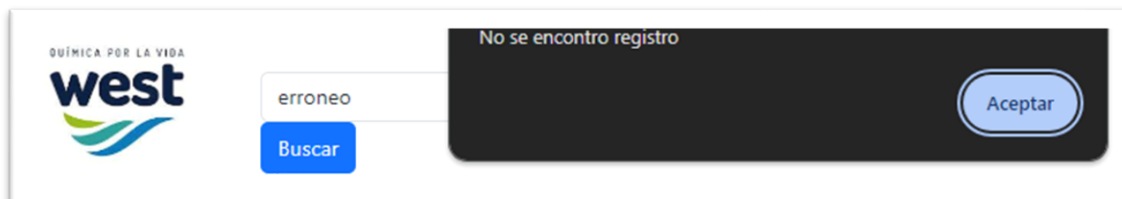


Fig. 7. Recuadro por ingresar un código incorrecto



Fig. 8. Ejemplos de los identificadores de cada equipo con su código correspondiente

## VI. ANÁLISIS

El análisis de los resultados obtenidos durante el desarrollo e implementación del aplicativo web para la gestión de equipos en el laboratorio de microbiología se divide en varios aspectos clave, que abarcan desde la eficacia del sistema hasta su impacto en las operaciones del laboratorio. El aplicativo web desarrollado con GS y AS ha demostrado ser una herramienta eficaz para centralizar y gestionar la información de los equipos. La capacidad de GS para almacenar y organizar datos en la nube permitió que toda la información relevante estuviera accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet. Esta centralización facilitó una rápida actualización y consulta de datos, mejorando significativamente la gestión diaria de los equipos.

La interfaz web amigable desarrollada con AS fue bien recibida por el personal del laboratorio. Los usuarios reportaron que el aplicativo era intuitivo y fácil de usar, lo que redujo el tiempo necesario para acceder a la información y realizar actualizaciones. La accesibilidad desde múltiples dispositivos también permitió una mayor flexibilidad en la gestión de los equipos, contribuyendo a una mejor coordinación y comunicación entre los miembros del equipo.

La digitalización de la información y la eliminación de rótulos físicos susceptibles al deterioro resultaron en una notable reducción de errores en los procedimientos del laboratorio. La automatización de tareas repetitivas y la disponibilidad de información precisa en tiempo real minimizaron el riesgo de errores humanos, mejorando la fiabilidad y precisión de los datos utilizados en el laboratorio.

La implementación del aplicativo web tuvo un impacto positivo en la eficiencia operativa del laboratorio. Al reducir el tiempo dedicado a la gestión manual de datos y a la corrección de errores derivados de la pérdida de información en rótulos físicos, el personal pudo dedicar más tiempo a tareas críticas y productivas. Esto no solo mejoró la eficiencia general del laboratorio, sino que también contribuyó a una mayor satisfacción y motivación del personal.

La transición a una solución digital contribuyó a prácticas más sostenibles en la gestión del laboratorio. Al eliminar la necesidad de rótulos físicos y optimizar el uso de recursos digitales, el aplicativo promovió un uso más eficiente y responsable de los recursos disponibles, alineándose con los principios de sostenibilidad ambiental y operativa.

## VII. CONCLUSIONES

Las conclusiones de este proyecto se derivan de los resultados obtenidos durante el desarrollo y la implementación de un aplicativo web para la gestión de equipos en el laboratorio de microbiología, abordando directamente el problema del deterioro de los rótulos físicos que afectaba la disponibilidad y precisión de la información crucial de los equipos.

En primer lugar, se resolvió de manera efectiva el problema del deterioro de los rótulos físicos debido a las condiciones ambientales del laboratorio. El aplicativo web desarrollado garantiza la integridad y disponibilidad continua de la información de los equipos, eliminando la dependencia de los rótulos físicos y su susceptibilidad al deterioro. Este logro está en línea con el planteamiento del problema que destacaba la necesidad de una solución duradera y confiable para la gestión de la información de los equipos.

El análisis de las necesidades del laboratorio permitió identificar los datos relevantes para el diseño de la interfaz web, asegurando que la solución fuera personalizada y adecuada a los requisitos específicos del entorno de laboratorio. Esto cumple con el objetivo específico de analizar sistemáticamente la información básica de los equipos.

La utilización de GS como base de datos y AS para la creación de la interfaz web resultó en un aplicativo accesible, fácil de usar y eficiente. Esta elección tecnológica responde directamente a la justificación del proyecto, que buscaba tecnologías accesibles y eficientes para mejorar la gestión de la información en el laboratorio.

Los objetivos específicos planteados se lograron con éxito. El aplicativo permite al personal del laboratorio acceder rápidamente a la información de los equipos, mejorando significativamente su gestión. La implementación del aplicativo en un entorno real de laboratorio y la participación del personal en las pruebas garantizó que la solución fuera funcional, usable y efectiva, cumpliendo con el objetivo de implementar y validar el aplicativo en un entorno real.

En términos de impacto, el aplicativo mejoró la eficiencia operativa del laboratorio al reducir el tiempo dedicado a la gestión manual de datos, permitiendo al personal concentrarse en tareas más críticas. La digitalización y automatización de la información minimizaron los errores humanos, mejorando la precisión y fiabilidad de los datos, lo cual es crucial para la integridad de los procesos en el laboratorio. Este resultado confirma la validez de la hipótesis planteada y demuestra la relación directa con el planteamiento del problema, que identificaba la necesidad de mejorar la gestión de la información para reducir errores y mejorar la calidad de los resultados del laboratorio.

Finalmente, la solución desarrollada promueve prácticas más sostenibles al eliminar la dependencia de rótulos físicos y optimizar el uso de recursos digitales. Esta transición a una gestión digital de la información es un paso importante hacia la modernización y eficiencia del laboratorio de microbiología, alineándose con los objetivos del proyecto de mejorar la sostenibilidad y accesibilidad de la gestión de información en el laboratorio.

En conclusión, el aplicativo web desarrollado no solo resuelve los problemas iniciales de deterioro de rótulos y pérdida de información, sino que también introduce mejoras significativas en la eficiencia operativa, precisión de los datos y sostenibilidad del laboratorio. Estos resultados confirman la validez de la hipótesis planteada y destacan la importancia de integrar tecnologías digitales en la gestión de información en entornos científicos.



## VIII. RECOMENDACIONES

Para mejorar la interfaz y la usabilidad del aplicativo, es fundamental continuar investigando y aplicando principios de diseño para hacer la interfaz aún más intuitiva y eficiente. Además, se debe asegurar que el aplicativo sea completamente funcional en una variedad de dispositivos, incluyendo tablets y smartphones, para permitir acceso móvil y flexibilidad para el personal del laboratorio.

En cuanto a la evaluación y mejora continua, es recomendable implementar un sistema de retroalimentación para recopilar opiniones y sugerencias del personal del laboratorio con el fin de identificar áreas de mejora. También, realizar evaluaciones periódicas del aplicativo para asegurar que sigue cumpliendo con las necesidades del laboratorio y adaptarla a cambios tecnológicos o de procedimientos.

Por último, se recomienda la expansión del aplicativo a otras áreas del entorno de prácticas donde también se utilizan equipos con este tipo de rótulos. La implementación en estos contextos permitirá gestionar de manera eficiente la información de los equipos, mejorando la precisión y eficacia en la gestión de datos críticos. Es crucial asegurar que el aplicativo sea escalable y capaz de manejar un número creciente de usuarios y datos sin comprometer el rendimiento, lo que implica realizar pruebas y ajustes necesarios para su correcto funcionamiento en diferentes escenarios de uso.

## REFERENCIAS

- [1] L. N. Villoria, APLICACIONES WEB 2.O, Villa María: Eduvim, 2009.
- [2] G. O. Steve Oualline, Using Google Sheets. In: Practical Free Alternatives to Commercial Software, San Diego, California, USA: Apress, Berkeley. CA, 2018.
- [3] J. Ferreira, Google Apps Script: Web Application Development Essentials, EEUU: O'reolly, 2014.
- [4] C. R. Badilla Morales, «REPOSITORIO ACADÉMICO de la Universidad de Chile,» 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/176783>. [Último acceso: Marzo 2024].