

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE
IDENTIFICACIÓN DE COLINOS PARA EL SICTPRO EN UNA
BIOFÁBRICA**

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO/A EN COMPUTACIÓN

ELIZABETH MEYBOL SÁNCHEZ VILLAMAR
RONALDO STEEVEN MONSERRATE LEÓN

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2019

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por ser mi guía constante y mi fortaleza en los momentos difíciles.

Gracias a mis padres, Leonidas y Elizabeth, por brindarme su apoyo incondicional y por el hogar lleno de amor que edificaron.

Agradezco a mi amigo Erick, por otorgarme su ayuda y críticas constructivas durante la realización de este proyecto.

A mi compañero Ronaldo, por ser parte de esta experiencia y no rendirse en el camino hacia nuestra meta.

Elizabeth Meybol Sánchez Villamar

Agradezco a Dios por renovar mis fuerzas cada día, mantenerme en su camino y ser la piedra angular de mi vida.

Gracias a mis padres, Harry y Jovita, y mis hermanas por ayudarme a seguir adelante, ser inspiración y la razón de mis logros.

Gracias a aquellos que hicieron de este camino una experiencia grandiosa, Bethzabeth, Nathalie.

A mi compañera Elizabeth, su paciencia y talento ayudaron a que esta meta sea posible. Gracias totales.

Ronaldo Steeven Monserrate León

DEDICATORIA

A mis padres y a mis amigos por siempre creer
en mí.

Al Ing. Carlos Martín, el MSc. Guido Caicedo y
la Dra. Mónica Villavicencio por motivarme e
inspirarme a lo largo de mi carrera universitaria.

Elizabeth Meybol Sánchez Villamar

A Dios, sin Él nada en mi vida sería posible.

A mis padres por enseñarme a luchar por mis
objetivos.

A mi hermana Msc. Cinthia Monserrate, y su
esposo, Pdlgo. Judson Morán, por darme su
apoyo y ayudarme a tomar las mejores
decisiones.

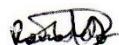
Ronaldo Steeven Monserrate León

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Elizabeth Meybol Sánchez Villamar y Ronaldo Steeven Monserrate León damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Elizabeth Meybol
Sánchez Villamar



Ronaldo Steeven
Monserrate León

EVALUADORES

Luis E. Mendoza Morales, PhD. **Mónica K. Villavicencio Cabezas, PhD.**

PROFESOR DE LA MATERIA

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

SEBIOCA es una biofábrica involucrada en la propagación y conservación de plantas meristemáticas de banano y plátano. Cuenta con procesos de cultivo in vitro y aclimatación que garantizan la calidad de las plantas y mejoran la productividad en la agroindustria. En la actualidad, cientos de colinos llegan a la biofábrica cada mes y su proceso de registro e identificación se realiza de forma manual mediante planillas físicas, lo que impide llevar un control adecuado de la trazabilidad de los colinos durante la producción. Además, dificulta la optimización de los recursos y la explotación de la calidad de los colinos. Tomando en cuenta sus necesidades, se propuso implementar un módulo que identifique los colinos, como primer paso para construir el Sistema de Control de Trazabilidad en la Producción (SICTPRO).

El módulo fue implementado utilizando software de código abierto y el patrón de arquitectura MVC. Para el Front-end, se eligió Angular y ASP .NET Core fue la tecnología para el Back-end porque es el framework usado para desarrollar aplicaciones web del dominio de la ESPOL. SQL Server fue el motor de base de datos elegido por ser una restricción de SEBIOCA.

El prototipo 100% funcional automatizó los procesos de registro e identificación de colinos, generando etiquetas con códigos QR para individualizarlos. También, se incluyó un mapa para conocer el lugar de procedencia de los colinos y un diagrama que facilita la visualización de las etapas del proceso de producción desarrolladas.

Gracias al módulo, la información es centralizada en una única base de datos y la automatización de los procesos optimiza el tiempo de registro e identificación en un 92%. Ahora SEBIOCA puede identificar los colinos potenciales y descartar los que están contaminados, dañados o presentan defectos genéticos con el fin de aprovechar sus recursos y controlar la trazabilidad de su producción.

Palabras Clave: Biofábrica, Control de Trazabilidad, Producción, Códigos QR.

ABSTRACT

SEBIOCA is a biofactory involved in the propagation and conservation of meristematic banana plants. It has in vitro culture and acclimatization processes that guarantee the quality of the plants and improve productivity in the agribusiness. Currently, hundreds of plants reach the biofactory each month and their registration and identification process are done manually by using physical sheets, which prevents an adequate control of the traceability of the plants during production. In addition, it makes it difficult to optimize resources and exploit the quality of the plants. Considering their needs, it was proposed to implement a module that identifies the plants, as the first step to build the Sistema de Control de Trazabilidad en la Producción (SICTPRO).

The module was implemented using open-source software and the MVC architecture pattern. To Front-end, Angular was chosen and ASP .NET Core was the technology to Back-end because it is the framework used to develop web applications in the ESPOL domain. SQL Server was the database engine chosen for being a SEBIOCA restriction.

The 100% functional prototype automated the processes of registration and identification of plants, generating labels with QR codes to individualize them. Also, a map was included to know the place of origin of the plants and a diagram that facilitates the visualization of the stages of the production process developed.

Thanks to the module, the information is centralized in a single database and the automation of the processes optimizes the registration and identification time by 92%. Now SEBIOCA can identify potential plants and discard those that are contaminated, damaged or have genetic defects in order to take advantage of their resources and control the traceability of their production.

Keywords: Biofactory, Traceability Control, Production, QR codes.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	3
EVALUADORES.....	5
RESUMEN	I
<i>ABSTRACT</i>	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1	10
1. Introducción	10
1.1 Descripción del problema	10
1.2 Justificación del problema	10
1.3 Objetivos	11
1.3.1 Objetivo General	11
1.3.2 Objetivos Específicos	11
1.4 Marco Teórico.....	12
1.4.1 Biofábrica.....	13
1.4.2 Propagación de plantas por cultivo in vitro	13
1.4.3 Meristemo	14
CAPÍTULO 2	15
2. Metodología.....	15
2.1 Recolección de datos	15
2.2 Fiabilidad de datos	16
2.3 Análisis de datos	16

2.4	Propuesta de solución	17
2.4.1	Escenarios	18
2.4.2	Vista lógica.....	20
2.4.3	Vista de desarrollo	23
2.4.4	Vista de procesos.....	26
2.4.5	Vista física.....	27
2.5	Plan de implementación	28
CAPÍTULO 3		29
3.	Resultados y análisis	29
3.1	Solución.....	29
3.2	Datos anteriores	35
3.3	Datos posteriores	36
CAPÍTULO 4		38
4.	Conclusiones y recomendaciones.....	38
	Conclusiones.....	38
	Recomendaciones.....	38
BIBLIOGRAFÍA		40
APÉNDICES.....		42

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
SEBIOCA	Sociedad Ecuatoriana de Biotecnología C. A.
SICTPRO	Sistema de Control de Trazabilidad en la Producción
Agrocalidad	Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario
GTSI	Gerencia de Tecnologías y Sistemas de Información
RDBMS	Relational Database Management System
API	Application Programming Interfaces
JSON	JavaScript Object Notation
MVC	Modelo Vista Controlador

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Modelo de vistas de arquitectura 4+1 [7]	18
Figura 2.2. Selección de la opción “Registro de lote”	19
Figura 2.3. Visualización de la tabla de lotes registrados.....	19
Figura 2.4. Formulario de “Registro de lote”	19
Figura 2.5. Diagrama de casos de uso	20
Figura 2.6. Modelo lógico	21
Figura 2.7. Patrón Modelo Vista Controlador [13]	25
Figura 2.8. Diagrama de Componentes	26
Figura 2.9. Diagrama de Despliegue	27
Figura 3.1. Formulario “Inicio de sesión”.....	30
Figura 3.2. Pantalla de etapa “Recepción”	30
Figura 3.3. Tabla “Lote de colinos”	31
Figura 3.4. Formulario “Registro de lote de colinos”	31
Figura 3.5. Formulario “Actualización de registro de lote de colinos”	32
Figura 3.6. Alerta de “Eliminación de un registro de lote de colinos”	33
Figura 3.7. Pantalla de “Etiqueta”	33
Figura 3.8. Formulario “Generar etiqueta de lote de colinos”	34
Figura 3.9. Mapa de lugar de procedencia de colinos.....	34
Figura 3.10. Etapas del proceso de producción.....	35
Figura 0.1. Formulario de “Inicio de sesión”	45
Figura 0.2. Barra de navegación.....	45
Figura 0.3. Visualización de la tabla de lotes registrados.....	46
Figura 0.4. Formulario de “Edición de registro de lote”	46
Figura 0.5. Visualización de “Eliminación de registro de lote”	47
Figura 0.6. Selección de la opción “Registro de colino”	47
Figura 0.7. Visualización de la tabla de colinos registrados	47
Figura 0.8. Formulario de “Registro de colino”	48
Figura 0.9. Formulario de “Edición de registro de colino”	48
Figura 0.10. Visualización de “Eliminación de registro de colino”.....	48

Figura 0.11. Selección de la opción “Ingreso de colino” en Cuarentena	49
Figura 0.12. Visualización de la tabla de colinos ingresados en Cuarentena	49
Figura 0.13. Formulario de “Ingreso de colino” a Cuarentena	49
Figura 0.14. Visualización de “Eliminación de registro de colino” de Cuarentena	50
Figura 0.15. Selección de la opción “Por lote”	51
Figura 0.16. Formulario para “Generar etiqueta por lote”.....	51
Figura 0.17. Selección de la opción “Por colino”	52
Figura 0.18. Formulario para “Generar etiqueta por colino”	52
Figura 0.19. Selección de la opción “Ver mapa de procedencia”	53
Figura 0.20. Visualización del mapa de lugar de procedencia de colinos	53
Figura 0.21. Selección de la opción “Ver etapas de producción”	54
Figura 0.22. Visualización de las etapas del proceso de producción	54
Figura 0.23. Tabla “Registro de colino”	58
Figura 0.24. Formulario “Registro de colino”	58
Figura 0.25. Formulario “Actualización de registro de colinos”	59
Figura 0.26. Alerta de “Eliminación de un registro de colinos”	59
Figura 0.27. Pantalla de etapa “Cuarentena”	60
Figura 0.28. Tabla “Colinos sembrados”	60
Figura 0.29. Formulario “Adición de colino”	61
Figura 0.30. Alerta de “Eliminación de colinos de Cuarentena”	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Historias de usuario	17
Tabla 2.2. Roles	17
Tabla 2.3. Historia de usuario “Registrar lote de colinos”	18
Tabla 2.4. Diccionario de datos de la entidad “Lote_colino”	23
Tabla 2.5. Cronograma de implementación	28
Tabla 3.1. Tiempos estimados antes de automatizar los procesos	35
Tabla 3.2. Tiempos estimados después de automatizar los procesos	36
Tabla 3.3. Cuadro comparativo de tiempos estimados de los procesos.....	37
Tabla 0.1. Historia de usuario “Iniciar sesión”	42
Tabla 0.2. Historia de usuario “Consultar lote de colinos”	42
Tabla 0.3. Historia de usuario “Editar lote de colinos”	42
Tabla 0.4. Historia de usuario “Eliminar lote de colinos”	42
Tabla 0.5. Historia de usuario “Registrar colino”	42
Tabla 0.6. Historia de usuario “Consultar colino”	43
Tabla 0.7. Historia de usuario “Editar colino”	43
Tabla 0.8. Historia de usuario “Eliminar colino”	43
Tabla 0.9. Historia de usuario “Generar etiqueta de lote de colinos”	43
Tabla 0.10. Historia de usuario “Generar etiqueta de colino”	43
Tabla 0.11. Historia de usuario “Ingresar colino en Cuarentena”	43
Tabla 0.12. Historia de usuario “Consultar colino en Cuarentena”	44
Tabla 0.13. Historia de usuario “Eliminar colino en Cuarentena”	44
Tabla 0.14. Historia de usuario “Visualizar mapa de lugar de procedencia de colinos”	44
Tabla 0.15. Historia de usuario “Visualizar etapas del proceso de producción”	44
Tabla 0.16. Diccionario de datos de la entidad “Colino”	55
Tabla 0.17. Diccionario de datos de la entidad “Hacienda”	55
Tabla 0.18. Diccionario de datos de la entidad “Hacienda_telefono”	55
Tabla 0.19. Diccionario de datos de la entidad “Zona”	55
Tabla 0.20. Diccionario de datos de la entidad “Tipo”	55
Tabla 0.21. Diccionario de datos de la entidad “Variedad”	56

Tabla 0.22. Diccionario de datos de la entidad “Magnitud”	56
Tabla 0.23. Diccionario de datos de la entidad “Etapa”	56
Tabla 0.24. Diccionario de datos de la entidad “Usuario”	56
Tabla 0.25. Diccionario de datos de la entidad “Area”	56
Tabla 0.26. Diccionario de datos de la entidad “Area_rol”.....	57
Tabla 0.27. Diccionario de datos de la entidad “Rol”	57
Tabla 0.28. Diccionario de datos de la entidad “Cuarentena”	57

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Dado que en el Ecuador existe una gran demanda de plantas meristemáticas de banano y plátano gracias a las ventajas competitivas que otorgan sus plantaciones, la Sociedad Ecuatoriana de Biotecnología C. A. (SEBIOCA) tiene más de dos décadas de experiencia en investigación y desarrollo en la conservación y propagación de plantas con cualidades excepcionales para mejorar la productividad en la agroindustria.

SEBIOCA se asemeja a un laboratorio de biotecnología industrial de alto nivel por medio de controles de temperatura, presión, iluminación y asepsia para garantizar la calidad de sus productos. Esta biofábrica también cuenta con un invernadero donde las plantas in vitro se aclimatan con procesos que facilitan y mejoran la adaptación de la planta al campo, obteniendo variedades orgánicas libres de virus y con alta calidad genética y fitosanitaria.

1.1 Descripción del problema

SEBIOCA prevé mejorar sus procesos productivos y de control con la intención de optimizar sus recursos. Entonces se requiere un mayor y adecuado control de la trazabilidad de los colinos que se utilizan en la biofábrica como materia prima y, a su vez el control del producto terminado para medir su calidad.

Actualmente, la identificación de los colinos se realiza de forma manual y bajo un sistema que no permite visualizar parámetros de control, impidiendo mejoras continuas y la optimización de los procesos.

1.2 Justificación del problema.

Los hechos descritos con anterioridad constituyen un problema para la biofábrica dado que: (1) durante el proceso de cultivo, los colinos son

propensos a virus y/o bacterias, así como también a no desarrollarse apropiadamente debido a defectos genéticos. Sin un registro previo y una posterior identificación que permita descartar los colinos afectados, se generan conflictos y pérdidas en el proceso de clonación de estos, lo que desperdicia una gran cantidad de recursos y perjudica la calidad del producto terminado; y (2) durante el proceso de producción, si existe algún colino que desarrolla cualidades excepcionales, no se cuenta con un registro histórico que permita saber de qué hacienda proviene para realizar posteriores recolecciones y producciones in vitro con el propósito de explotar la calidad del colino élite.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar e implementar el prototipo 100% funcional del Módulo de Identificación de Colinos para el Sistema de Control de Trazabilidad en la Producción (SICTPRO) que recolecte los datos requeridos e individualice a los colinos para iniciar su monitoreo durante el proceso de producción de plantas meristemáticas en la biofábrica SEBIOCA.

1.3.2 Objetivos Específicos

- 1) Identificar los procesos que corresponden a la individualización de los colinos provenientes de las diferentes haciendas asociadas con la biofábrica.
- 2) Diseñar una arquitectura que refleje las funcionalidades del módulo requerido para identificar los colinos.
- 3) Implementar el módulo inicial de identificación de colinos.
- 4) Verificar el funcionamiento del módulo desarrollado en el ámbito real.

1.4 Marco Teórico

La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (Agrocalidad) le exige a SEBIOCA llevar un control de trazabilidad durante su producción, ya que Agrocalidad busca garantizar la calidad, eficacia y seguridad de los productos agropecuarios que se utilizan para consumo interno y exportación. [1]

La Ing. Mariajósé Vaca, gerente de SEBIOCA, indicó que, tras la llegada de los colinos a la biofábrica, durante su proceso de cultivo, estos son propensos a una gran variedad de virus y bacterias. Si se diera el caso de que un virus llegue de un sitio remoto, es indispensable conocer la ubicación del lugar dónde el virus ha sido generado para evitar futuros contagios en la producción de la biofábrica. Los colinos también pueden tener tendencia a no desarrollarse con normalidad debido a sus características genéticas. Ambas situaciones ocasionan dificultades en el proceso de propagación in vitro, desperdiando recursos y afectando la calidad de la planta final. Por otro lado, si un colino desarrolla cualidades élitres, es importante conocer su origen para explotar su calidad con posteriores recolecciones y propagaciones in vitro. [2]

Con un adecuado control de trazabilidad es posible hacer un rastreo de las materias primas desde el inicio de la producción hasta la obtención del producto final. Usualmente, los lotes son identificados con un código, ya sea QR (Quick Response) o de barras para gestionar su ubicación y conocer su origen en cada fase de la producción. El control de trazabilidad asegura el cumplimiento de la planificación de la producción, evitando retrasos y verificando el estado de sus procesos, lo que otorga una mayor eficiencia y menores costes ante fallos. Gracias a este control se logra conocer la cantidad de materias primas disponibles, así como los insumos que hacen falta para continuar con la producción. De esta forma, se estipula un presupuesto con mayor facilidad. [3]

Dado que muchas empresas buscan incrementar el control de su producción mediante la gestión de la calidad de sus procesos, el control de trazabilidad

permite llevar una inspección de los procesos de fabricación de un producto. También extiende la posibilidad de tener un registro del origen de las materias primas para realizar una retirada de estas en caso de que no cumplan con la calidad requerida. [3]

Dentro de las fases del proceso de producción de SEBIOCA se utilizan conceptos fundamentales que deben ser definidos para entender el problema de identificación de colinos y ofrecer una solución adecuada.

1.4.1 Biofábrica

Unidad centralizada de producción de un elemento vivo en grandes cantidades. [4]

En el caso actual, las materias primas son lotes de colinos (semillas de una planta) propagados en condiciones de in vitro. Con esta técnica se propagan los colinos masivamente, los cuales crecen a mayor velocidad, están libres de plagas y enfermedades y no pierden su integridad genética. El proceso de establecimiento in vitro tarda al menos veinte días. La propagación masiva depende del genotipo de cada colino, por lo que toma de 6 a 12 meses obtener una planta completa. [4]

1.4.2 Propagación de plantas por cultivo in vitro

El cultivo in vitro es una forma de cultivo de plantas, en la cual estas crecen dentro de un frasco de vidrio en un ambiente artificial. Esta técnica se caracteriza fundamentalmente por la asepsia y el total control de los factores que afectan el desarrollo de las plantas. [5]

Hoy en día, gracias a los avances biológicos, un laboratorio biotecnológico es capaz de reproducir los factores que repercuten en el crecimiento de las plantas en la naturaleza. No obstante, esta práctica resulta ser compleja. Por ello, se simplifica el proceso al

seleccionar ciertos factores que pueden ser controlados, ya que así lo exige el cultivo in vitro. Esta técnica favorece el acceso a una gran variedad de plantas requiriendo cantidades ínfimas de material vegetal. [5]

La propagación clonal es una de las aplicaciones más extendidas del cultivo in vitro. A partir del fragmento de una planta, se obtiene una descendencia con plantas genéticamente idénticas. Los frascos que contienen las plantas son ubicados en escaparates con luz artificial dentro de una cámara de crecimiento con una temperatura entre los 21 y 23°C. Por otro lado, el medio de cultivo está compuesto de sales minerales, azúcar, agua y vitaminas reguladoras del crecimiento. La composición del medio depende del tipo de vegetal y de la fase del proceso de propagación. [5]

1.4.3 Meristemo

Tejido embrionario que se multiplica activamente para formar tejidos adultos diferenciados y, también originan nuevas células meristemáticas. Cuando la planta está formada, el tejido meristemático está localizado en ciertas regiones del vegetal conocidas como “zonas de crecimiento”, las cuales mantienen su carácter embrionario y su capacidad de división. [6]

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

En este capítulo se muestra cómo fue realizado este Proyecto Integrador. Primero, se detalla el proceso de recolección de datos que permitió levantar los respectivos requerimientos del Módulo de Identificación de Colinos. También, se analiza la fiabilidad de los datos recolectados con el fin de garantizar su validez. Segundo, se exponen los resultados del análisis de datos. Tercero, tras la organización pertinente de los datos se diseña una arquitectura como parte de la propuesta de solución. Por último, se seleccionan las herramientas tecnológicas a utilizarse en el desarrollo y se presenta un plan de implementación para la arquitectura diseñada.

2.1 Recolección de datos

Tras la identificación del módulo que se va a desarrollar, se requirió conocer los procesos que participan en la recepción y registro de lotes y colinos, así como también el ingreso de estos al período de Cuarentena durante las primeras etapas de la producción realizadas en el área Campo. Estas etapas se mencionan a continuación:

- Recepción.
- Cuarentena.

Durante la recolección de datos, el objetivo principal era conocer a detalle los procedimientos y estrategias utilizadas para identificar e individualizar a los colinos. En estos procesos interviene el Administrador del área Campo, ya que él registra, consulta, edita y elimina la información correspondiente a ellos. También participa el sembrador, el cual solo puede registrar dicha información sin tener la opción de realizar cambios o eliminar registros. Por ello, para cumplir con el objetivo planteado, se realizaron distintas entrevistas a los involucrados:

- Ing. Mariajosé Vaca, Gerente de SEBIOCA.

- Agr. Freddy Magdama, Administrador de Campo.

Las entrevistas fueron grabadas en audio, debido a que estas fluyeron como una conversación informal y se requería tener material suficiente para futuras revisiones. Además, se recolectaron planillas utilizadas para el registro manual de los colinos y las etiquetas que se adherían a los colinos ya sembrados y puestos en Cuarentena para su identificación.

2.2 Fiabilidad de datos

Los datos que fueron recolectados mediante las entrevistas al personal de SEBIOCA, las planillas de registro y las etiquetas de identificación de colinos constan de una alta fiabilidad, ya que provienen del juicio de las personas vinculadas directamente con la realización de los procesos. Estos datos son validados gracias a la retroalimentación dada por los responsables de las áreas de SEBIOCA: Campo y Gerencia. Ellos verificaron que los requerimientos detallados en la propuesta de solución satisfacían las necesidades del cliente y describían el funcionamiento de los procesos seleccionados.

2.3 Análisis de datos

Después de la respectiva recolección de datos mediante entrevistas y revisión de documentos, se procedió a realizar un análisis de estos para definir los requerimientos del sistema y los roles que intervienen en ellos.

En la Tabla 2.1 se enlistan las funcionalidades ya establecidas, simplificadas en historias de usuario.

Tabla 2.1. Historias de usuario

Código	Nombre
SB-H01	Iniciar sesión
SB-H02	Registrar lote de colinos
SB-H03	Consultar lote de colinos
SB-H04	Editar lote de colinos
SB-H05	Eliminar lote de colinos
SB-H06	Registrar colino
SB-H07	Consultar colino
SB-H08	Editar colino
SB-H09	Eliminar colino
SB-H10	Generar etiqueta de lotes de colinos
SB-H11	Generar etiqueta de colino
SB-H12	Ingresar colino en Cuarentena
SB-H13	Consultar colino en Cuarentena
SB-H14	Eliminar colino en Cuarentena
SB-H15	Visualizar mapa de lugar de procedencia de colinos
SB-H16	Visualizar etapas del proceso de producción

En la Tabla 2.2 se muestran cuáles son los roles que participan en la ejecución de las funcionalidades previamente mencionadas.

Tabla 2.2. Roles

Área	Rol
Campo	Administrador
	Sembrador

2.4 Propuesta de solución

Con la intención de describir la arquitectura del presente proyecto se utilizó el Modelo de Vistas de Arquitectura 4+1 diseñado por el Ing. Philippe Kruchten, el cual está basado en la utilización de múltiples vistas concurrentes: la vista lógica, la vista de desarrollo, la vista de procesos y la vista física, incluyendo también los escenarios que son considerados una quinta vista (ver Figura 2.1). Este modelo se construye usando elementos que satisfacen los requerimientos de funcionalidad y rendimiento del sistema, al igual que escalabilidad, disponibilidad, confiabilidad y portabilidad. [7]

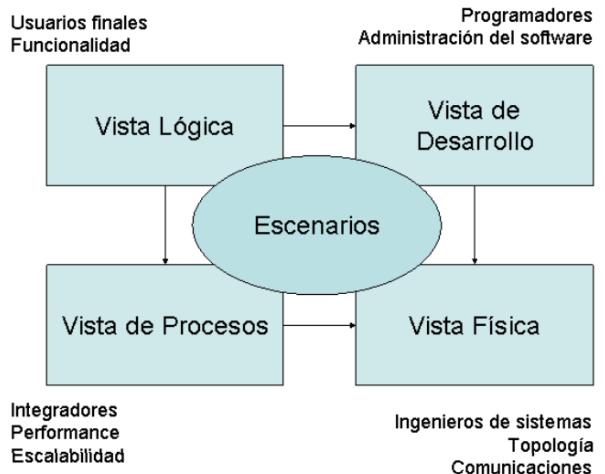


Figura 2.1. Modelo de vistas de arquitectura 4+1 [7]

2.4.1 Escenarios

Dado que durante el análisis de datos se obtuvieron los requerimientos del sistema y sus roles, se procedió a describir cada una de las historias de usuario ya definidas.

En la Tabla 2.3 se ejemplifican los detalles de una historia de usuario implementada en el Módulo de Identificación de Colinos: “Registrar lote de colinos”.

Tabla 2.3. Historia de usuario “Registrar lote de colinos”

Código	SB-H02
Título	Registrar lote de colinos
Descripción	Como sembrador quiero registrar un lote de colinos para controlar las transacciones realizadas por SEBIOCA.

Las historias de usuario restantes han sido incluidas en el Apéndice A del actual documento.

En las Figuras 2.2, 2.3 y 2.4, se pueden observar las pantallas diseñadas correspondientes a la historia de usuario: “Registrar lote de colinos”.

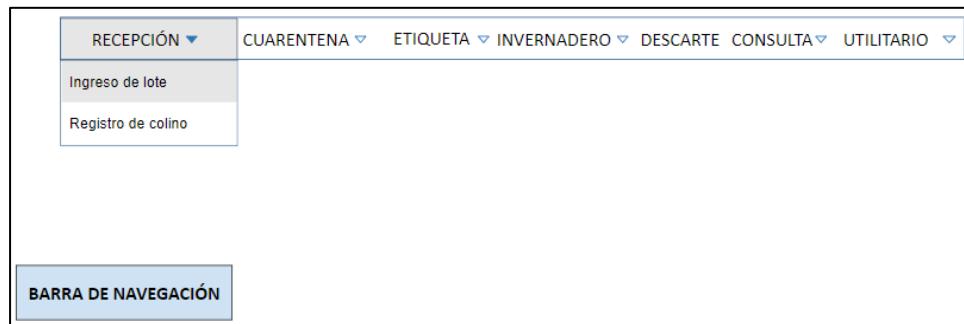


Figura 2.2. Selección de la opción “Registro de lote”

VISTA DE INGRESO DE LOTE					
Agregar nuevo					
Show <input type="button" value="10"/> entries Search: <input type="text"/>					
No. Lote	Fecha	Zona	Hacienda	Cantidad	Acciones
001	15/05/2016	Guayas	La Esperanza	500	
002	09/04/2017	El Oro	Dole	600	

Showing 1 to 10 of # entries Previous 2 3 Next

Figura 2.3. Visualización de la tabla de lotes registrados

FORMULARIO PARA AGREGAR NUEVO REGISTRO	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Ingreso de lote </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">NO. LOTE</td> <td style="width: 15%;">05/02/2019</td> </tr> <tr> <td>14:30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ZONA</td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="▼"/></td> </tr> <tr> <td>HACIENDA</td> <td style="text-align: center;"><input type="button" value="▼"/></td> </tr> <tr> <td>PRODUCTOR</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>PLACAS</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>EMISOR</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>RECEPTOR</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>CANTIDAD</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>EXTRACTORES</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>TRATAMIENTO</td> <td>*</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> <input type="button" value="GUARDAR"/> <input type="button" value="CANCELAR"/> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #ffffcc; margin-top: 10px;"> <p>Se muestra el mensaje de que debe seleccionar una opción.</p> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; background-color: #ffffcc; margin-top: 10px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Lavado • Desinfectado • Enraizado </div>	NO. LOTE	05/02/2019	14:30		ZONA	<input type="button" value="▼"/>	HACIENDA	<input type="button" value="▼"/>	PRODUCTOR	*	PLACAS	*	EMISOR	*	RECEPTOR	*	CANTIDAD	*	EXTRACTORES	*	TRATAMIENTO	*
NO. LOTE	05/02/2019																						
14:30																							
ZONA	<input type="button" value="▼"/>																						
HACIENDA	<input type="button" value="▼"/>																						
PRODUCTOR	*																						
PLACAS	*																						
EMISOR	*																						
RECEPTOR	*																						
CANTIDAD	*																						
EXTRACTORES	*																						
TRATAMIENTO	*																						

Figura 2.4. Formulario de “Registro de lote”

Las pantallas que completan el Prototipo de Baja Fidelidad se encuentran en el Apéndice B al final del documento.

Para ilustrar la interacción de los usuarios mencionados con las funcionalidades establecidas, en la Figura 2.5 se muestra el Diagrama de Casos de Uso del sistema.

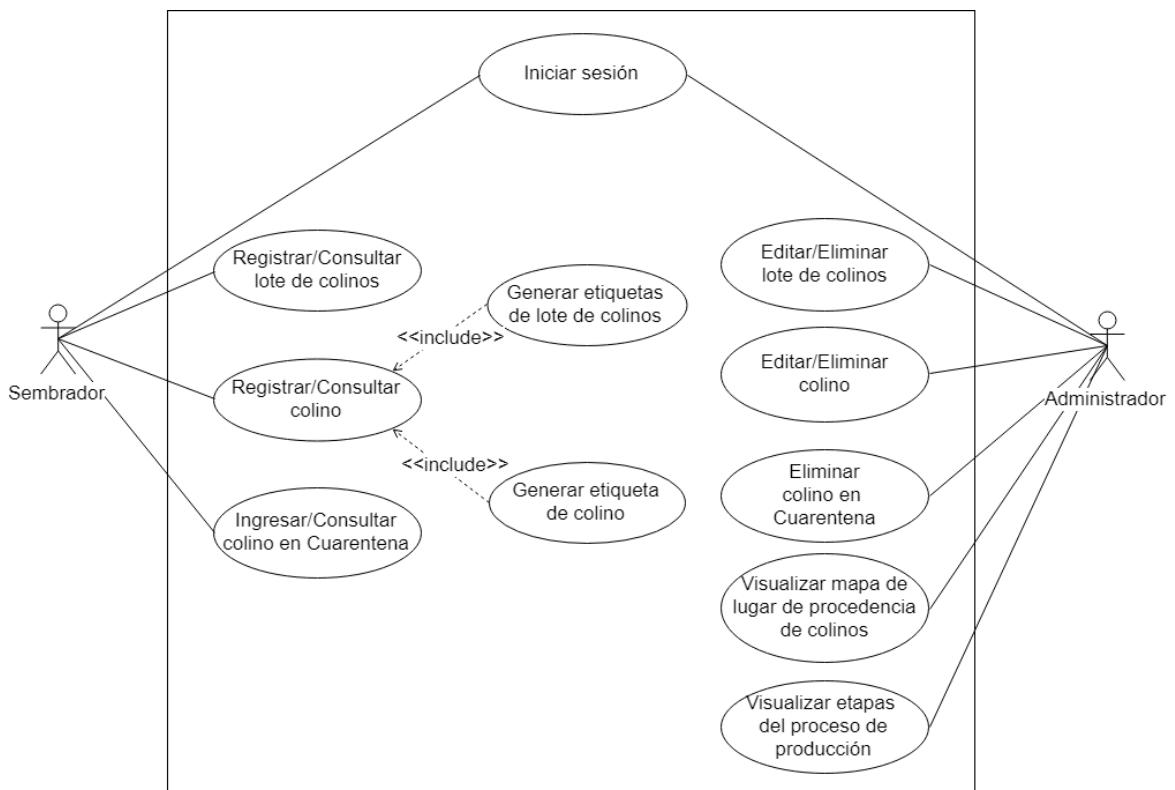


Figura 2.5. Diagrama de casos de uso

2.4.2 Vista lógica

En esta vista se construyó un Modelo Lógico para describir la organización de la base de datos, como se muestra en la Figura 2.6. Este modelo fue normalizado con el objetivo de evitar conflictos en las actualizaciones de los datos y proteger la integridad de estos. Cuenta con una estructura más regular para representar las tablas y sus

relaciones, las cuales permiten el registro de la información para la identificación de los colinos.

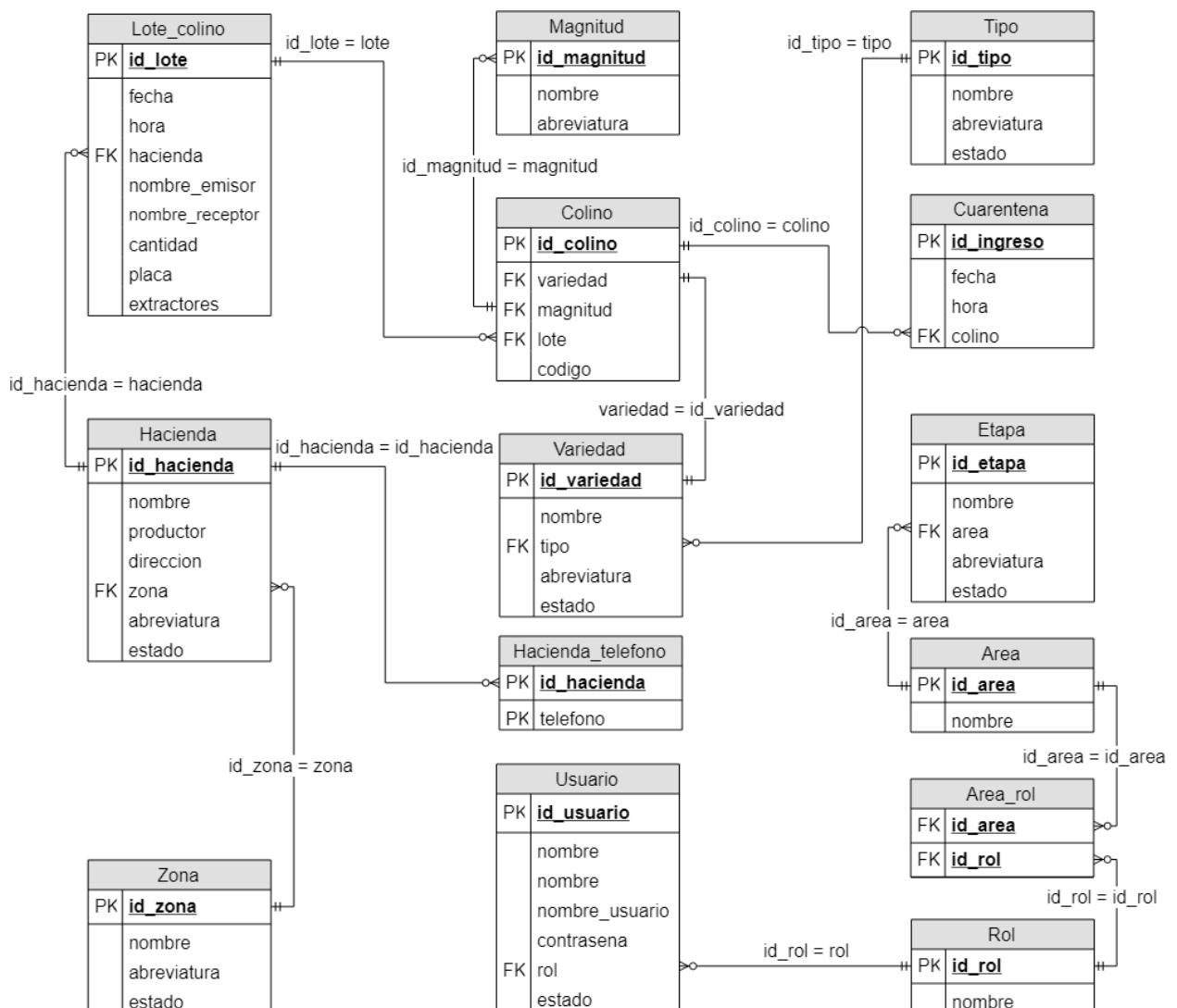


Figura 2.6. Modelo lógico

El diseño de la base de datos toma en consideración los procesos de registro e identificación de los colinos durante las primeras etapas de la producción. A continuación, se detallan las relaciones existentes entre las tablas antes visualizadas:

- Las tablas Usuario, Rol, Area y Area_rol constituyen el control de acceso de los usuarios que intervienen en los procesos del

sistema, es decir, se limita el acceso a las funcionalidades de acuerdo con el rol que desempeñan en la producción.

- Las tablas Zona, Hacienda y Hacienda_telefono registran la información correspondiente al lugar de procedencia de los colinos.
- Las tablas Tipo, Variedad y Magnitud reciben la información que permite la identificación de los colinos.
- Las tablas Lote_colino, Colino, Cuarentena y Etapa son las primordiales dentro de la base de datos porque gracias a ellas, el sistema gestiona el ingreso e identificación de cada colino durante las etapas iniciales de la producción.

Como se puede notar la mayoría de las tablas contienen un atributo estado, con la intención de evitar que los registros sean eliminados de la base. De esta forma, se asegura que no existan conflictos con la información almacenada.

Después de diseñar el modelo lógico de la base, fue indispensable elaborar el diccionario de datos correspondiente para describir los elementos que componen el flujo de datos del sistema. En la Tabla 2.4 se visualizan los detalles de la entidad Lote_colino.

Tabla 2.4. Diccionario de datos de la entidad “Lote_colino”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_lote	6	int	Número incremental.
fecha	6	datetime	Fecha entregada por el sistema. (YYYY-MM-DD)
hora	5	time	Hora entregada por el sistema. (hh:mm:ss)
hacienda	6	int	Número incremental.
nombre_emisor	40	VARCHAR	Nombre de la persona que entrega los colinos.
nombre_receptor	40	VARCHAR	Nombre de la persona que recibe los colinos en SEBIOCA.
cantidad	4	int	Número de colinos entregados.
placa	20	VARCHAR	Número de placa de la/las camioneta/as que entregan los colinos.
extractores	150	VARCHAR	Nombres de las personas que participaron en la extracción del colino.

Los diccionarios de datos restantes han sido incluidos en el Apéndice C al final del documento.

2.4.3 Vista de desarrollo

En esta vista se detallan las tecnologías de software que se utilizaron en la implementación de la aplicación, basados en una arquitectura cliente-servidor. Dentro de esta arquitectura está el Front-end, el lado del cliente, donde se encuentra la interfaz que permite al usuario interactuar con la aplicación. También está el Back-end, el lado del servidor, la parte lógica que realiza la comunicación con la base de datos.

- ASP .NET Core**

Es un framework de código abierto para desarrollo de aplicaciones web modernas, extendido de la plataforma .NET y mantenido por Microsoft. Estas aplicaciones se pueden desarrollar y ejecutar en Windows, Linux, macOS y Docker. [8]

El framework ASP .NET es utilizado para la implementación de aplicaciones web del dominio de la ESPOL, y por tanto su uso en este proyecto es obligatorio.

- **SQL Server**

Es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS, por sus siglas en inglés) para el sector empresarial desarrollado por Microsoft, Sybase y Ashton-Tate en su origen. [9]

SQL Server fue elegido para el proyecto como motor de base de datos por ser una restricción de SEBIOCA.

Front-end

En el lado del cliente, se utilizó una plantilla de Angular para la implementación de la aplicación con la colaboración de la librería Bootstrap.

- **Angular**

Es un framework de código abierto mantenido por Google, utilizado para crear y gestionar aplicaciones web. Está desarrollado en TypeScript. Gracias a Angular, las aplicaciones diseñadas con el Modelo Vista Controlador (MVC) son implementadas y probadas de forma más sencilla. [10]

- **Modelo Vista Controlador**

Es un esquema de arquitectura utilizado para el diseño de aplicaciones de software. Este modelo aísla la lógica del negocio de la interfaz de usuario (ver Figura 2.7). Además, incrementa la reutilización y flexibilidad del diseño. Está compuesto por un modelo, varias vistas y controladores. [11]

El Modelo incluye los datos que gestiona la aplicación, la lógica de negocio y los mecanismos de persistencia. La Vista estructura la información enviada al cliente y la interacción con este. El Controlador es un mediador entre el Modelo y la Vista, que administra el flujo de información y la adaptación de los datos a sus necesidades. [12]

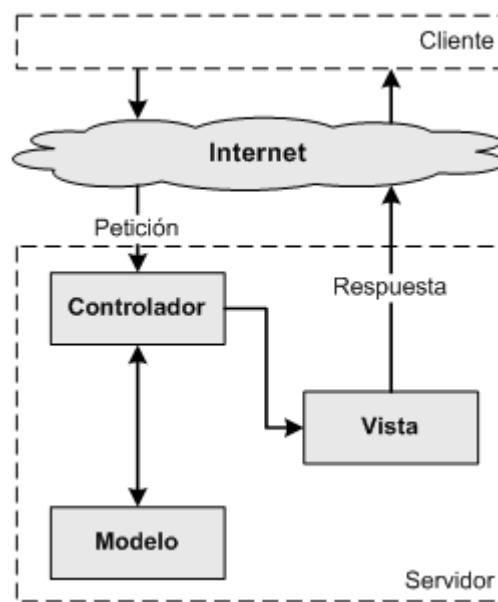


Figura 2.7. Patrón Modelo Vista Controlador [13]

- **Bootstrap**

Es una librería que contiene herramientas de código abierto, útiles para el desarrollo en el Front-end. Bootstrap proporciona patrones de diseño basadas en HTML, CSS y JS. [14]

Back-end

En el lado del servidor, se encuentran las APIs (Application Programming Interfaces) REST que permiten la comunicación entre el cliente y la base de datos, en formato JSON (JavaScript Object Notation). El proyecto contiene las siguientes APIs:

- **API InicioSesion:** Gestiona la sesión del usuario.

- **API GestionLote:** Gestiona las opciones de ingreso, edición y eliminación de lote.
- **API GestionColino:** Administra las opciones de ingreso, edición y eliminación de registro de colino.
- **API GestionColinoCuarentena:** Controla las opciones de ingreso y eliminación de colino en Cuarentena.

El Diagrama de Componentes en la Figura 2.8 detalla la comunicación de las APIs con la interfaz de usuario.

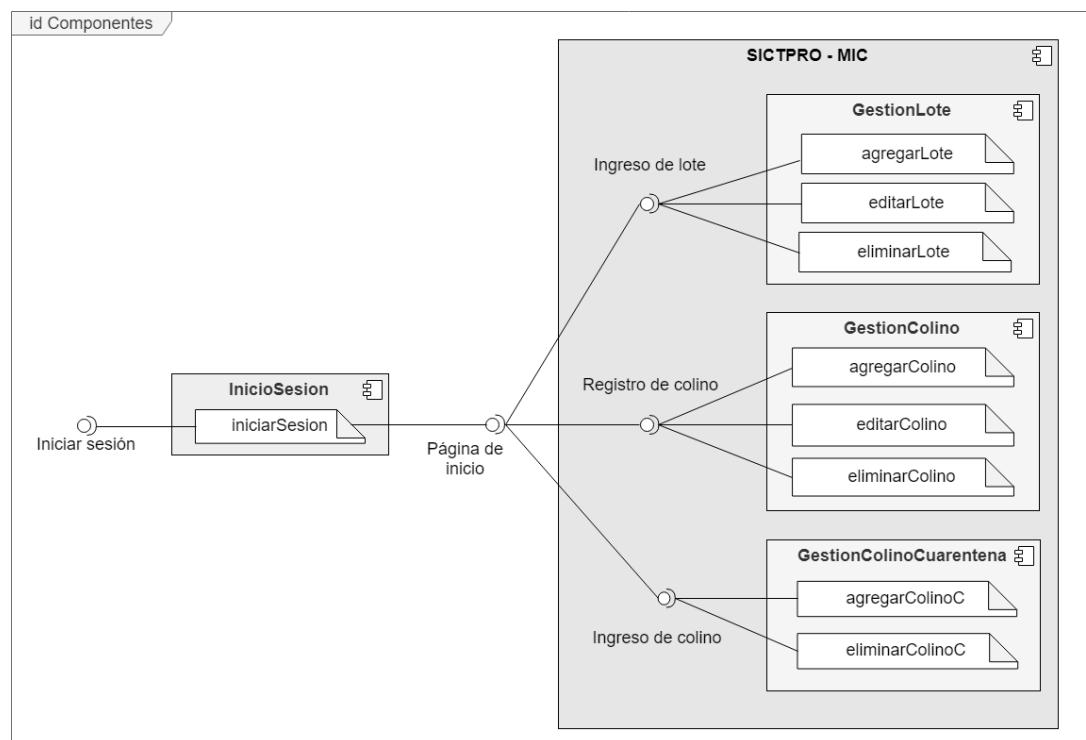


Figura 2.8. Diagrama de Componentes

2.4.4 Vista de procesos

Esta vista basada en los requerimientos no funcionales del sistema como rendimiento, disponibilidad, confiabilidad, etcétera no es analizada en este documento. La Gerencia de Tecnologías y Sistemas de Información (GTSI), en cuyos servidores se aloja el sistema

implementado, posee herramientas para dar soporte a estos procesos y asegurar su buen funcionamiento. Las tecnologías seleccionadas y detalladas en la Vista de desarrollo también contribuyen a estos propósitos.

2.4.5 Vista física

Esta vista fue representada por el Diagrama de Despliegue, en el cual se muestran los distintos elementos de hardware y software que intervinieron en la implementación del sistema. Como se puede observar en la Figura 2.9, se utilizó un servidor exclusivo para la base de datos con el motor SQL Server. Este se comunica con el servidor que aloja la aplicación web mediante el conjunto de protocolos de red TPC/IP. El usuario utiliza el navegador de su ordenador para acceder a la aplicación, a través de una conexión a Internet.

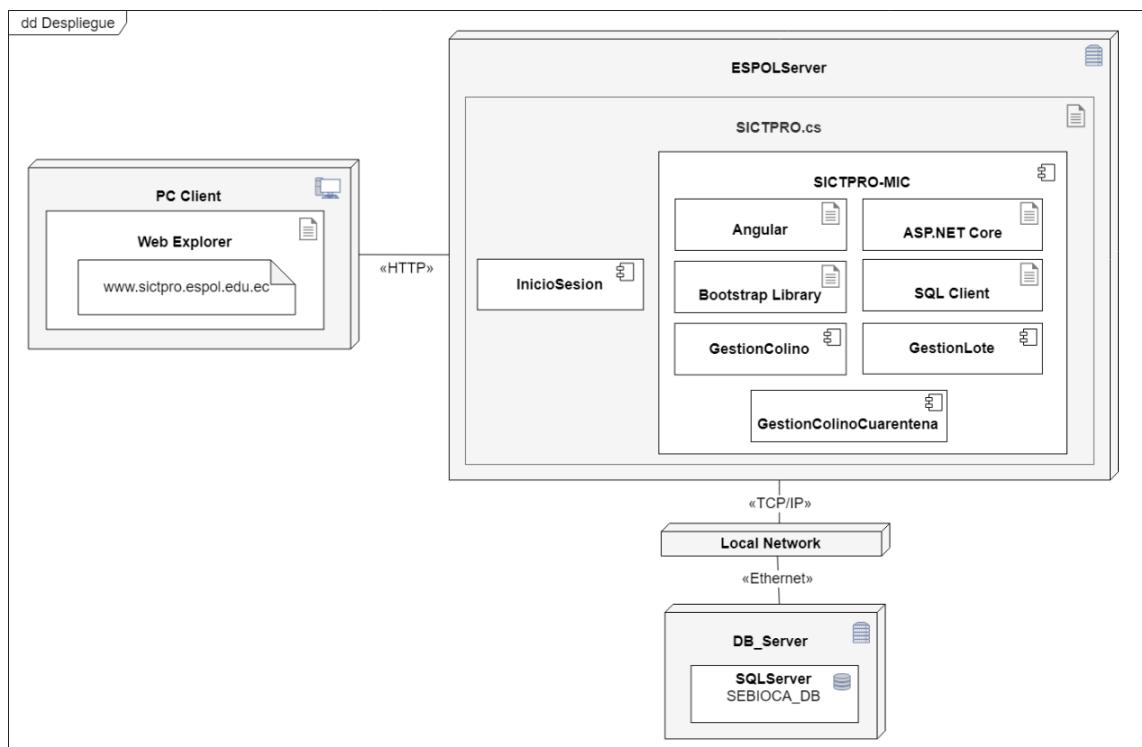


Figura 2.9. Diagrama de Despliegue

2.5 Plan de implementación

Las etapas fueron planificadas con base en la metodología SCRUM. Por ello, se buscó cumplir con un conjunto de tareas cada quince días (ver Tabla 2.5). Durante esta etapa, ciertas historias de usuario fueron priorizadas y el trabajo fue distribuido en varios *sprints*, con la intención de obtener un producto al final de cada uno.

Tabla 2.5. Cronograma de implementación

Actividades	Inicio	Fin
Análisis	20-05-2019	10-06-2019
Levantamiento de requerimientos		
Definición de historias de usuario y criterios de aceptación		
Definición de roles y control de acceso		
Diseño	10-06-2019	17-06-2019
Elaboración de la arquitectura		
Prototipado de las pantallas		
Desarrollo	17-06-2019	05-08-2019
Sprint 1	17-06-2019	01-07-2019
Iniciar sesión		
Registrar lote de colinos		
Consultar lote de colinos		
Editar lote de colinos		
Eliminar lote de colinos		
Sprint 2	01-07-2019	15-07-2019
Registrar colino		
Consultar colino		
Editar colino		
Eliminar colino		
Sprint 3	15-07-2019	29-07-2019
Generar etiqueta de lotes		
Generar etiqueta de colino		
Ingresar colino en Cuarentena		
Consultar colino en Cuarentena		
Eliminar colino en Cuarentena		
Sprint 4	29-07-2019	05-08-2019
Visualizar mapa de lugar de procedencia de colinos		
Visualizar etapas del proceso de producción		
Pruebas	05-08-2019	12-08-2019
Pruebas del sistema		

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En esta sección se especifican los resultados obtenidos tras la realización de este Proyecto Integrador. Se muestra el producto final a detalle y se realiza una comparación del antes y después de los procesos correspondientes a la producción de SEBIOCA.

Gracias a la solución implementada, los procesos de registro e identificación de colinos fueron automatizados mediante la creación de un módulo que satisficiera las necesidades del cliente. Se añadió también un mapa que permite visualizar el lugar de procedencia de colinos y un diagrama que muestra las etapas del proceso de producción.

La automatización logra optimizar el tiempo que tardan en realizarse estas tareas en un 92%. Además, permite llevar un control de la trazabilidad de los colinos que ingresan en SEBIOCA, lo cual facilita el control de calidad y el aprovechamiento de los recursos.

3.1 Solución

En la Figura 3.1 se muestra la pantalla de inicio de sesión. Se diseñó un formulario con los campos: Usuario y Contraseña. Si el usuario deja vacío alguno de estos campos y procede a iniciar sesión, se visualiza un mensaje que indica que son obligatorios. Además, se verifica que los valores ingresados correspondan a un formato previamente definido. Cuando el usuario presione el botón “Iniciar sesión”, se corrobora que sea un usuario registrado en la base de datos y si es así, se le concede el acceso a la aplicación.

Figura 3.1. Formulario “Inicio de sesión”

En la Figura 3.2 se visualiza la pantalla de la etapa “Recepción”, la cual incluye las opciones correspondientes para el registro de un lote de colinos y el registro individual de colinos. Además, se le da al usuario información sobre esas opciones.

Figura 3.2. Pantalla de etapa “Recepción”

La tabla de la Figura 3.3 muestra los lotes de colinos registrados en la etapa Recepción, previo a ser sembrados y puestos en Cuarentena.

Lotes de colinos					
No. Lote	Fecha	Zona	Hacienda	Cantidad	Acciones
00001	18/07/2019	Guayas	Coralito	500	 

Figura 3.3. Tabla “Lote de colinos”

En la Figura 3.4 se presenta un formulario que permite registrar los lotes de colinos que llegan a la biofábrica. Los campos No. lote, fecha y hora son rellenados por el sistema y el usuario ingresa los campos restantes: zona, hacienda, productor, placas, emisor, receptor, cantidad, extractores y tratamiento.

Agregar registro
Nuevo lote de colinos

No. Lote	Fecha dd/mm/aaaa	Hora --:--
Zona *	Hacienda *	Productor *
Placas *	Emisor *	Receptor *
Cantidad *	Extractores *	
Tratamiento *		

GUARDAR **CANCELAR**

Figura 3.4. Formulario “Registro de lote de colinos”

También se implementó un formulario para modificar un registro de lote si es necesario, como se observa en la Figura 3.5.

The screenshot shows a user interface for updating a cattle lot registration. The title bar is red with the text "Actualizar registro" and "Lote de colinos". The main area contains several input fields:

- No. Lote: A dropdown menu.
- Fecha: A date input field with the placeholder "dd/mm/aaaa".
- Hora: A time input field with the placeholder "--:--".
- Zona *: A dropdown menu.
- Hacienda *: A dropdown menu.
- Productor *: A dropdown menu.
- Placas *: An input field.
- Emisor *: An input field.
- Receptor *: An input field.
- Cantidad *: An input field.
- Tratamiento *: An input field.
- Extractores *: An input field.

At the bottom right are two buttons: "GUARDAR" (in teal) and "CANCELAR" (in red).

Figura 3.5. Formulario “Actualización de registro de lote de colinos”

Finalmente, el usuario tiene la opción de eliminar un registro de lote. En la Figura 3.6 se visualiza el mensaje de confirmación previo a la eliminación de un lote.

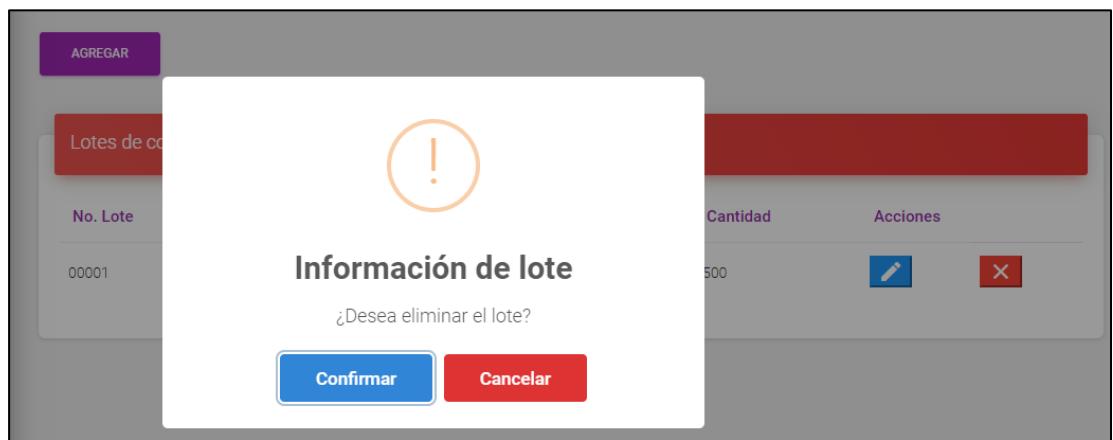


Figura 3.6. Alerta de “Eliminación de un registro de lote de colinos”

En la pestaña Etiqueta (ver Figura 3.7) se visualizan las opciones para generar etiquetas de un lote de colinos y colinos individuales.

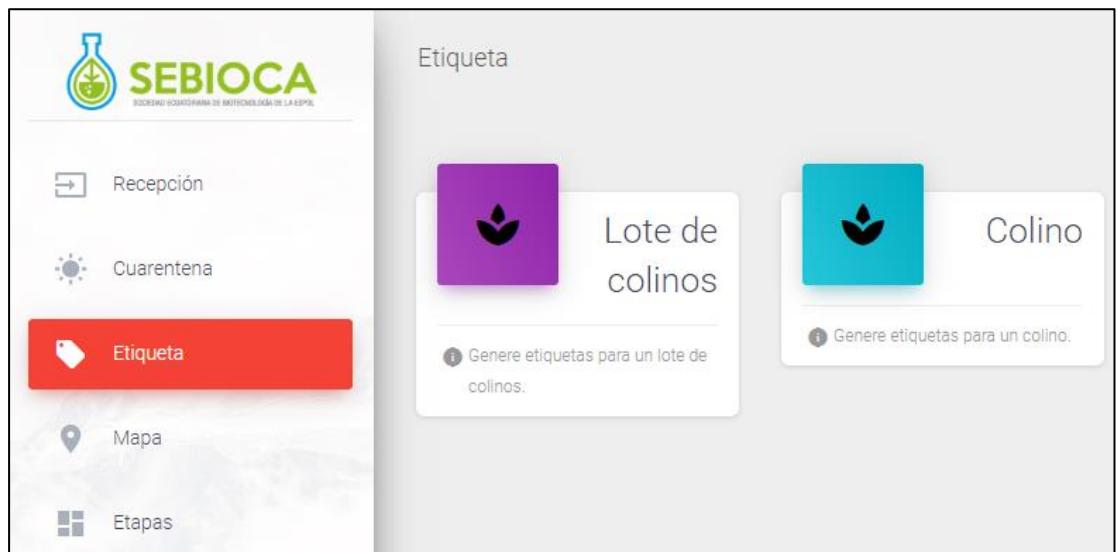


Figura 3.7. Pantalla de “Etiqueta”

En la Figura 3.8 se muestra un formulario para generar etiquetas a un lote de colinos, para lo cual se solicita el número de lote y la semana. Con estos datos, se recupera la información correspondiente, que indica cuáles son los códigos respectivos, según el tamaño de los colinos.

SEBIOCA
SISTEMA EQUATORIANO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA ESPOL

Recepción

Cuarentena

Etiqueta

Mapa

Etapas

Generar

Nueva etiqueta para lote de colinos

No. Lote *

Grande Mediano Pequeño

Siguiente Finalizar Cancelar

Figura 3.8. Formulario “Generar etiqueta de lote de colinos”

En la pestaña “Mapa”, el usuario observa los lugares de donde provienen los colinos que ingresan a la biofábrica. También se muestra una tabla que brinda más información sobre las haciendas y la cantidad de colinos.

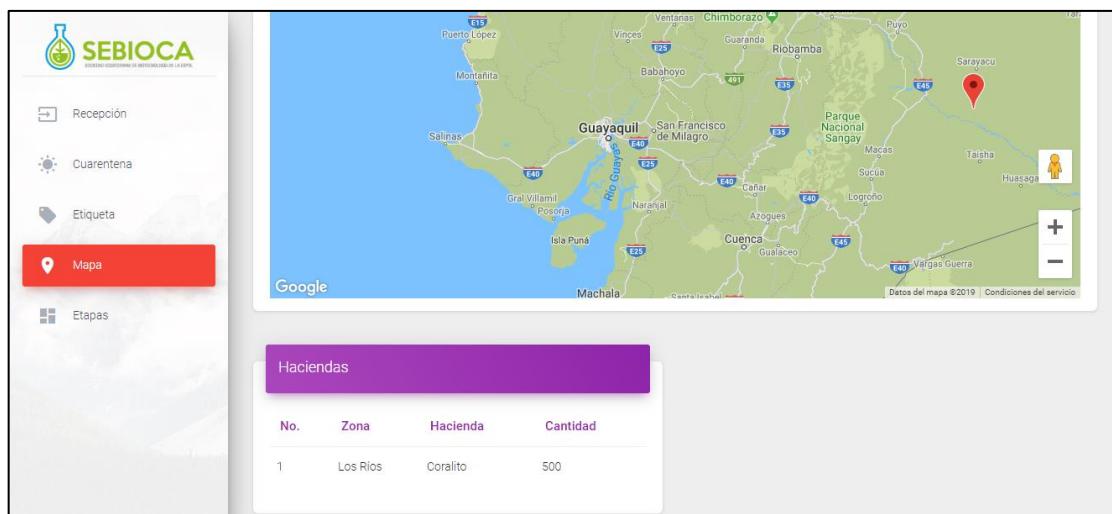


Figura 3.9. Mapa de lugar de procedencia de colinos

En la pestaña “Etapas”, se muestra una línea de tiempo con las etapas del SICTPRO que ya han sido



Figura 3.10. Etapas del proceso de producción

3.2 Datos anteriores

En la actualidad, en la biofábrica se utilizan planillas físicas para el registro de colinos y fichas de plástico con un número incremental para la identificación de estos en la etapa Cuarentena.

Cuando un nuevo lote de colinos llega a la biofábrica, el administrador registra la información correspondiente al lote y procede a lavar, desinfectar y enraizar los colinos. A continuación, los colinos seleccionados son sembrados e identificados con una ficha y puestos en Cuarentena durante unas semanas. Tomando en cuenta estos procesos, se utilizó un lote de 500 colinos para medir el tiempo promedio que tardan en realizarse (ver Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Tiempos estimados antes de automatizar los procesos

Tarea	Tiempo
Registrar información de un lote de colinos	5 minutos
Registrar información de colinos	1 hora
Visualizar el lugar de procedencia de los colinos en un mapa	10 minutos

3.3 Datos posteriores

Con la solución presentada, cuando un nuevo lote de colinos llega a la biofábrica, el administrador registra la información correspondiente al lote y, luego registra los colinos de forma individual para que el sistema genere un código de identificación con la hacienda, la variedad y la magnitud del colino. Luego, procede a ingresar a los colinos en Cuarentena mediante el uso de un lector de código QR, facilitando el proceso y ahorrando tiempo.

Gracias a la automatización de las tareas se cuenta con información que puede ser actualizada y consultada en línea, sin las limitaciones que ocurren cuando se utilizan planillas físicas.

Tras realizar nuevas mediciones con el lote de 500 colinos, en la Tabla 3.2 se detallan los tiempos promedios para las tareas ya mencionadas y las que han sido añadidas.

Tabla 3.2. Tiempos estimados después de automatizar los procesos

Tarea	Tiempo
Registrar información de un lote de colinos	30 segundos
Registrar información de colinos	5 minutos
Generar etiquetas para identificar los colinos	30 segundos
Ingresar colinos en Cuarentena	1 hora, 23 minutos
Conocer el lugar de procedencia de un lote de colinos	10 segundos

En la Tabla 3.3, se realiza una comparación de los tiempos que tarda el administrador de Campo en realizar las tareas de registro e identificación de un lote de 500 colinos, antes y después de la automatización de estos procesos. Los tiempos muestran cuánto tardan las actividades dentro de un escenario específico.

Tabla 3.3. Cuadro comparativo de tiempos estimados de los procesos

Tarea	Antes	Después
El administrador registra el lote de colinos que llega a la biofábrica.	5 minutos	30 segundos
El administrador registra los colinos que ingresan a la biofábrica.	1 hora	5 minutos
El administrador genera etiquetas para identificar los colinos registrados	-	30 segundos
El administrador ingresa los colinos en Cuarentena	-	1 hora 23 minutos
El administrador conoce el lugar de procedencia de un lote de colinos	10 minutos	10 segundos

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La implementación del Módulo de Identificación de Colinos del SICTPRO garantiza que SEBIOCA inicie con su control de trazabilidad desde la llegada de los colinos a la biofábrica, con el fin de evitar el desperdicio de recursos y asegurar la calidad de las plantas.

La interfaz gráfica del módulo es intuitiva y facilita la experiencia de usuario, reduciendo el tiempo que toman las tareas de registro e identificación de colinos.

La base de datos creada centraliza la información en un único servidor, simplificando las actualizaciones y evitando la existencia de duplicados en las distintas etapas del proceso de identificación de colinos en la producción.

La metodología SCRUM permitió descomponer el desarrollo del primer módulo del SICTPRO en conjuntos de tareas con fechas límites quincenales. Además, ciertos cambios inesperados fueron llevados a cabo de forma satisfactoria durante la implementación de las funcionalidades.

El tiempo de ejecución actual de las tareas de registro (6 minutos) es 12.5 veces menor que el tiempo que tardaban las tareas en ser realizadas antes del Módulo de Identificación de Colinos (75 minutos), lo que implica un 92% de optimización.

Recomendaciones

Realizar casos de pruebas de integración pertinentes para asegurar el correcto funcionamiento del SICTPRO, tras la implementación de los módulos restantes.

Revisar y analizar la documentación del SICTPRO entregada por SEBIOCA para el desarrollo e integración de futuros módulos.

Considerar la utilización de servicios en la nube, en lugar de servidores físicos, con el fin de reducir costos de mantenimiento y aumentar la disponibilidad de los servicios informáticos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Agrocalidad (2018, mayo). PROYECTO DE NIMF: Autorización a entidades para emprender acciones fitosanitarias (2014-002) [online]. Ecuador. Disponible en: http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2014-002_DraftISPM_AuthorizationEntities_Es_2018-06-29.pdf
- [2] M. Vaca [Comunicación personal]. 04 de febrero de 2019.
- [3] tic.PORTAL (2018, octubre). Control de trazabilidad [online]. Disponible en: <https://www.ticportal.es/glosario-tic/control-trazabilidad>
- [4] E. Cruz (2019), Biofábrica: Multiplicación masiva de árboles forestales [online]. México: Comisión Nacional Forestal. Disponible en: https://www.conafor.gob.mx/innovacion_forestal/?p=2576
- [5] A. Castillo, Propagación de plantas por cultivo in vitro: una biotecnología que nos acompaña hace mucho tiempo. Uruguay: Unidad de Biotecnología, 2004.
- [6] Tejidos meristemáticos [online]. Cuba: Universidad de Granma. Disponible en: https://www.udg.co.cu/cmap/botanica/Tejidos_meristemáticos.htm
- [7] P. Kruchten, Planos Arquitectónicos: El Modelo de 4+ 1 Vistas de la Arquitectura del Software. IEEE Software, 1995, vol. 12, no 6, p. 42-50.
- [8] ¿Qué es ASP.NET? [online]. Estados Unidos: Microsoft. Disponible en: <https://dotnet.microsoft.com/learn/web/what-is-aspnet>
- [9] M. Rouse, SQL Server [online]. TechTarget. Disponible en: <https://searchdatacenter.techtarget.com/es/definicion/SQL-Server>
- [10] One framework. Mobile & Desktop [online]. Angular. Disponible en: <https://angular.io>
- [11] J. Mestras, Estructura de las Aplicaciones Orientadas a Objetos. El patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC) [online]. España: Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <https://www.fdi.ucm.es/profesor/jpavon/poo/2.14.MVC.pdf>

- [12] Modelo vista controlador (MVC) [online]. España: Universidad de Alicante. Disponible en: <https://si.ua.es/es/documentacion/asp-net-mvc-3/1-dia/modelo-vista-controlador-mvc.html>
- [13] Patrón Modelo Vista Controlador [online]. España: Junta de Andalucía. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/madeja/contenido/recurso/122>
- [14] Bootstrap [online]. Disponible en: <https://getbootstrap.com>

APÉNDICES

APÉNDICE A: Historias de Usuario

Tabla 4.1. Historia de usuario “Iniciar sesión”

Código	SB-H01
Título	Iniciar sesión
Descripción	Como usuario quiero iniciar sesión para acceder a las funcionalidades de la aplicación que correspondan a mi rol.

Tabla 4.2. Historia de usuario “Consultar lote de colinos”

Código	SB-H03
Título	Consultar lote de colinos
Descripción	Como sembrador quiero consultar un lote de colinos para revisar la información ya registrada.

Tabla 4.3. Historia de usuario “Editar lote de colinos”

Código	SB-H04
Título	Editar lote de colinos
Descripción	Como administrador quiero editar un registro de lote de colinos para actualizar el registro realizado por un sembrador.

Tabla 4.4. Historia de usuario “Eliminar lote de colinos”

Código	SB-H05
Título	Eliminar lote de colinos
Descripción	Como administrador quiero eliminar un registro de lote de colinos para actualizar el registro realizado por un sembrador.

Tabla 4.5. Historia de usuario “Registrar colino”

Código	SB-H06
Título	Registrar colino
Descripción	Como sembrador quiero registrar un colino para llevar un control de los colinos que ingresan a SEBIOCA.

Tabla 4.6. Historia de usuario “Consultar colino”

Código	SB-H07
Título	Consultar colino
Descripción	Como sembrador quiero consultar un colino para revisar la información ya registrada.

Tabla 4.7. Historia de usuario “Editar colino”

Código	SB-H08
Título	Editar colino
Descripción	Como administrador quiero editar un registro de colinos para actualizar el registro realizado por un sembrador.

Tabla 4.8. Historia de usuario “Eliminar colino”

Código	SB-H09
Título	Eliminar colino
Descripción	Como administrador quiero eliminar un registro de colinos para actualizar el registro realizado por un sembrador.

Tabla 4.9. Historia de usuario “Generar etiqueta de lote de colinos”

Código	SB-H10
Título	Generar etiqueta de lote de colinos
Descripción	Como sembrador quiero generar etiquetas para identificar a los colinos de un lote durante el proceso de cultivo.

Tabla 4.10. Historia de usuario “Generar etiqueta de colino”

Código	SB-H11
Título	Generar etiqueta de colino
Descripción	Como sembrador quiero generar una etiqueta para identificar a un colino durante el proceso de cultivo.

Tabla 4.11. Historia de usuario “Ingresar colino en Cuarentena”

Código	SB-H12
Título	Ingresar colino en Cuarentena
Descripción	Como sembrador quiero ingresar un colino a Cuarentena para llevar un registro de los colinos durante esta etapa.

Tabla 4.12. Historia de usuario “Consultar colino en Cuarentena”

Código	SB-H13
Título	Consultar colino en Cuarentena
Descripción	Como sembrador quiero consultar un colino en la etapa Cuarentena para revisar la información ya registrada.

Tabla 4.13. Historia de usuario “Eliminar colino en Cuarentena”

Código	SB-H14
Título	Eliminar colino en Cuarentena
Descripción	Como administrador quiero eliminar un registro de colino en Cuarentena para actualizar el registro realizado por un sembrador.

Tabla 4.14. Historia de usuario “Visualizar mapa de lugar de procedencia de colinos”

Código	SB-H15
Título	Visualizar mapa de lugar de procedencia de colinos
Descripción	Como administrador quiero visualizar en un mapa la ubicación de las haciendas para tener una referencia espacial de las zonas donde los colinos son extraídos.

Tabla 4.15. Historia de usuario “Visualizar etapas del proceso de producción”

Código	SB-H16
Título	Visualizar etapas del proceso de producción
Descripción	Como administrador quiero visualizar las etapas del proceso de producción que han sido implementadas para tener una referencia general de la estructura del sistema.

APÉNDICE B: Prototipo de Baja Fidelidad

Iniciar sesión

Este prototipo muestra la interfaz de inicio de sesión de la aplicación SEBIOCA. En la parte superior se encuentra el logo de SEBIOCA, que incluye un icono de una botella con un líquido verde y la palabra "SEBIOCA" en azul y verde. El formulario de inicio de sesión tiene un cuadro central con el texto "Bienvenido". Abajo de él, se solicitan los datos de inicio de sesión: "Usuario: rogercampos" y "Contraseña: *****". Ambos campos tienen un asterisco rojo en la parte derecha, indicando que son obligatorios. A continuación, hay un botón rectangular con el texto "INICIAR SESIÓN" en su interior.

Figura 4.1. Formulario de “Inicio de sesión”



Figura 4.2. Barra de navegación

Consultar/Editar/Eliminar lote de colinos

VISTA DE INGRESO DE LOTE					
Agregar nuevo					
Show 10 entries Search: <input type="text"/>					
No. Lote	Fecha	Zona	Hacienda	Cantidad	Acciones
001	15/05/2016	Guayas	La Esperanza	500	
002	09/04/2017	El Oro	Dole	600	
Showing 1 to 10 of # entries			Previous	1	2 3 Next

Figura 4.3. Visualización de la tabla de lotes registrados

FORMULARIO PARA EDITAR REGISTRO																						
<p>Edición de lote</p> <table><tr><td>NO. LOTE 05/02/2019</td><td>*</td></tr><tr><td>14:30</td><td>*</td></tr><tr><td>ZONA ▼</td><td>*</td></tr><tr><td>HACIENDA ▼</td><td>*</td></tr><tr><td>PRODUCTOR</td><td>*</td></tr><tr><td>PLACAS</td><td>*</td></tr><tr><td>EMISOR</td><td>*</td></tr><tr><td>RECEPTOR</td><td>*</td></tr><tr><td>CANTIDAD</td><td>*</td></tr><tr><td>EXTRACTORES</td><td>*</td></tr><tr><td>TRATAMIENTO</td><td>*</td></tr></table> <p>GUARDAR CANCELAR</p> <p>Se muestra el mensaje de que debe seleccionar una opción.</p> <p>Lavado Desinfectado Enraizado</p>	NO. LOTE 05/02/2019	*	14:30	*	ZONA ▼	*	HACIENDA ▼	*	PRODUCTOR	*	PLACAS	*	EMISOR	*	RECEPTOR	*	CANTIDAD	*	EXTRACTORES	*	TRATAMIENTO	*
NO. LOTE 05/02/2019	*																					
14:30	*																					
ZONA ▼	*																					
HACIENDA ▼	*																					
PRODUCTOR	*																					
PLACAS	*																					
EMISOR	*																					
RECEPTOR	*																					
CANTIDAD	*																					
EXTRACTORES	*																					
TRATAMIENTO	*																					

Figura 4.4. Formulario de “Edición de registro de lote”

ELIMINAR REGISTRO	
Show <input type="button" value="10"/> entries	
No. Lote	Fecha
001	15/05/2016
002	09/04/2017
Showing 1 to 10 of # entries	

INFORMACIÓN DEL LOTE					
No Lote:	3				
Fecha:	13/06/2018				
Zona:	Guayas				
Hacienda:	La Esperanza				
Productor:	nnnn nnnnn				
Placas:	GFD4321				
Emisor:	mmmmm mmmm				
Receptor:	IIIIII IIIIII				
Cantidad:	500				
Extractores:	asasfaf, adafafm, etc				
Tratamiento:	Desinfección, enrazamiento, bactericida, ect				
Acciones <table border="1" style="float: right; margin-top: -10px;"> <tr> <td><input type="button" value=""/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="button" value=""/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> </table>		<input type="button" value=""/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="button" value=""/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="button" value=""/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<input type="button" value=""/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
<input type="button" value="CONFIRMAR"/> <input type="button" value="CANCELAR"/>					

Figura 4.5. Visualización de “Eliminación de registro de lote”

Registrar/Consultar/Editar/Eliminar colino

RECEPCIÓN ▾	CUARENTENA ▾	ETIQUETA ▾	INVERNADERO ▾	DESCARTE	CONSULTA ▾	UTILITARIO ▾
Ingreso de lote						
Registro de colino						

BARRA DE NAVEGACIÓN	
---------------------	--

Figura 4.6. Selección de la opción “Registro de colino”

VISTA DE REGISTRO DE COLINO						
						<input type="button" value="Agregar nuevo"/>
Show <input type="button" value="10"/> entries <input type="text" value="Search:"/>						
No.	Tipo	Variedad	Magnitud	Cantidad	Acciones	
001	Banano	Valery Orgánico	Pequeño	500	<input type="button" value=""/>	<input checked="" type="checkbox"/>
002	Plátano	El Oro	Grande	600	<input type="button" value=""/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Showing 1 to 10 of # entries Previous Next

Figura 4.7. Visualización de la tabla de colinos registrados

FORMULARIO PARA AGREGAR NUEVO REGISTRO	<p>Registro de colino</p> <p>NO. LOTE * TIPO ▼ * VARIEDAD ▼ * MAGNITUD ▼ * CANTIDAD *</p> <p>SIGUIENTE FINALIZAR CANCELAR</p>	<p>Se muestra el mensaje de que debe seleccionar una opción.</p>
---	--	--

Figura 4.8. Formulario de “Registro de colino”

FORMULARIO PARA EDITAR REGISTRO	<p>Edición de colino</p> <p>NO. LOTE * TIPO ▼ * VARIEDAD ▼ * MAGNITUD ▼ * CANTIDAD *</p> <p>GUARDAR CANCELAR</p>	<p>Se muestra el mensaje de que debe seleccionar una opción.</p>
--	---	--

Figura 4.9. Formulario de “Edición de registro de colino”

ELIMINAR REGISTRO	<p>INFORMACIÓN</p> <p>No Lote: 3 Fecha: 13/06/2018 Zona: Guayas Hacienda: La Esperanza Tipo: Plátano Variedad: Valery Orgánico Magnitud: Pequeño Cantidad: 500</p> <p>Show <input type="text" value="10"/> entries</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>Tipo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>001</td> <td>Banano</td> </tr> <tr> <td>002</td> <td>Plátano</td> </tr> </tbody> </table> <p>Showing 1 to 10 of # entries</p> <p>CONFIRMAR CANCELAR</p>	No.	Tipo	001	Banano	002	Plátano	<p>Acciones</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>1 2 3 Next</p>				
No.	Tipo											
001	Banano											
002	Plátano											

Figura 4.10. Visualización de “Eliminación de registro de colino”

Ingresar/Consultar/Eliminar colino en Cuarentena

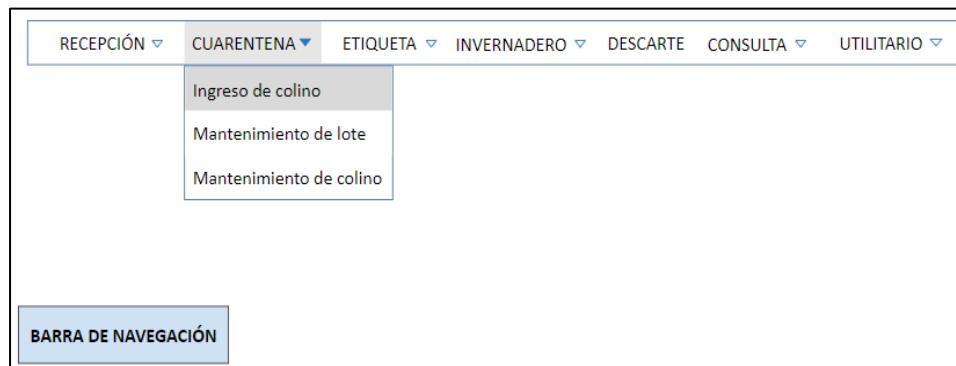


Figura 4.11. Selección de la opción “Ingreso de colino” en Cuarentena

VISTA DE INGRESO DE COLINO						
Agregar nuevo						
Show 10▼ entries Search: <input type="text"/>						
No.	Fecha	Tipo	Variedad	Magnitud	Código	Acciones
001	15/05/2016	Banano	Valery	Pequeño	DOVA0001	
002	09/04/2017	Banano	Hawaiano	Grande	LEHA0003	

Showing 1 to 10 of # entries [Previous](#) [1](#) [2](#) [3](#) [Next](#)

Figura 4.12. Visualización de la tabla de colinos ingresados en Cuarentena

The screenshot shows a 'FORMULARIO PARA AGREGAR NUEVO REGISTRO' (Formulario para Agregar Nuevo Registro) titled 'Ingreso de colino'. The form contains fields for CÓDIGO (with value 05/02/2019), FECHA (with value 14:50), TIPO, VARIEDAD, and MAGNITUD. At the bottom are buttons for SIGUIENTE, FINALIZAR, and CANCELAR. A callout box points to the CÓDIGO field with the text: 'Se llenan automáticamente cuando se use lector de código de barras o se completan cuando se ingresa el código del colino manualmente.'

Figura 4.13. Formulario de “Ingreso de colino” a Cuarentena

ELIMINAR REGISTRO

Show **10 ▾** entries

No.	Fecha	Tipo
001	15/05/2016	B
002	09/04/2017	B

Showing 1 to 10 of # entries

Agregar nuevo

INFORMACIÓN DEL COLINO EN CUARENTENA

Código: ELD00002
No Lote: 3
Fecha: 13/06/2018
Hora: 14:20
Tipo: Plátano
Variedad: Válery Orgánico
Magnitud: Pequeño
Etapa: Cuarentena
Motivo: Presentaba hongos

Search:

Acciones	

1 2 3 Next

CONFIRMAR **CANCELAR**

Figura 4.14. Visualización de “Eliminación de registro de colino” de Cuarentena

Generar etiqueta de lotes de colinos

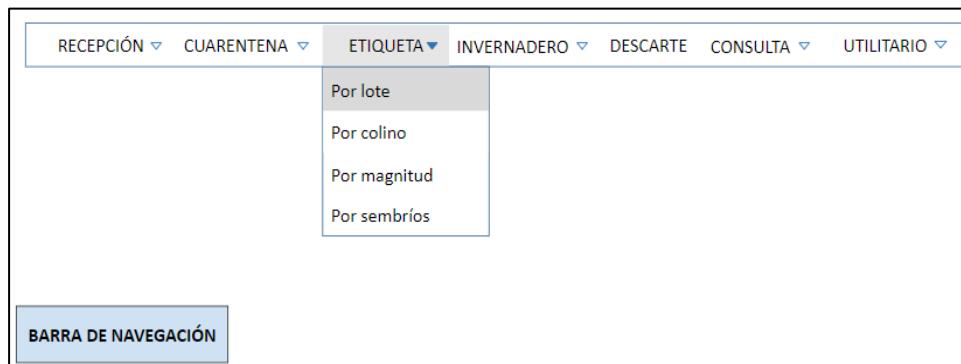


Figura 4.15. Selección de la opción “Por lote”

This screenshot displays two windows side-by-side. The window on the left is titled 'FORMULARIO PARA UNA NUEVA IMPRESIÓN'. It contains a yellow callout box with the text: 'Se llenan automáticamente cuando se use lector de código de barras o se completan cuando se ingresa el número de lote manualmente.' Below this, there is a text area with the following information: 'Código: HAGS00001', 'Semana: 4', 'Magnitud: Pequeño', and a barcode representation: '345v53f53 53525'. The window on the right is titled 'Impresión por lote'. It has input fields for 'NO. LOTE' (marked with an asterisk), 'SEMANA', and three ranges: 'P: LEVA00001-LEVA00050', 'M: LEVA00051-LEVA00070', and 'G: LEVA00071-LEVA00100'. At the bottom are buttons for 'SIGUIENTE', 'FINALIZAR', and 'CANCELAR'.

Figura 4.16. Formulario para “Generar etiqueta por lote”

Generar etiqueta de colino

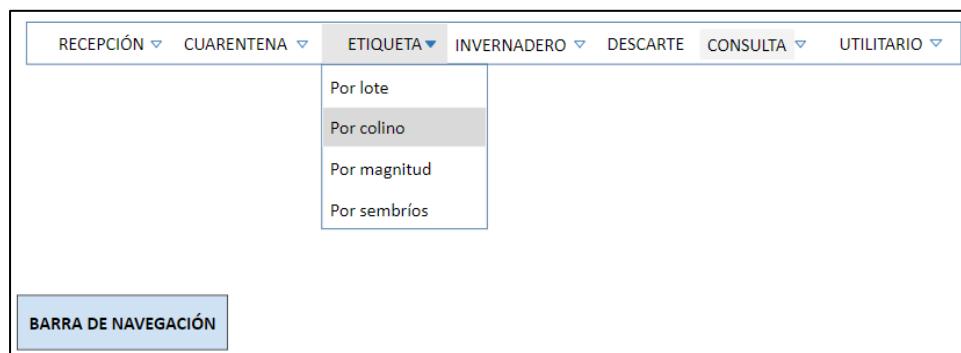


Figura 4.17. Selección de la opción “Por colino”

This screenshot displays two overlapping windows. The larger window on the left is titled 'FORMULARIO PARA UNA NUEVA IMPRESIÓN'. It contains a yellow callout box with the text: 'Se llenan automáticamente cuando se use lector de código de barras o se completan cuando se ingresa el código del colino manualmente.' Below this, there is a text area showing sample data: 'Código: HAVO00001', 'Semana: 4', 'Magnitud: Pequeño', and a barcode representation: '345v53f53 53525'. The smaller window on the right is titled 'Impresión por colino' and includes fields for 'CÓDIGO' (marked with an asterisk), 'SEMANA', 'NO. LOTE', and buttons for 'SIGUIENTE', 'FINALIZAR', and 'CANCELAR'. An arrow points from the explanatory text in the left window towards the 'CÓDIGO' field in the right window.

Figura 4.18. Formulario para “Generar etiqueta por colino”

Visualizar mapa de lugar de procedencia de colinos

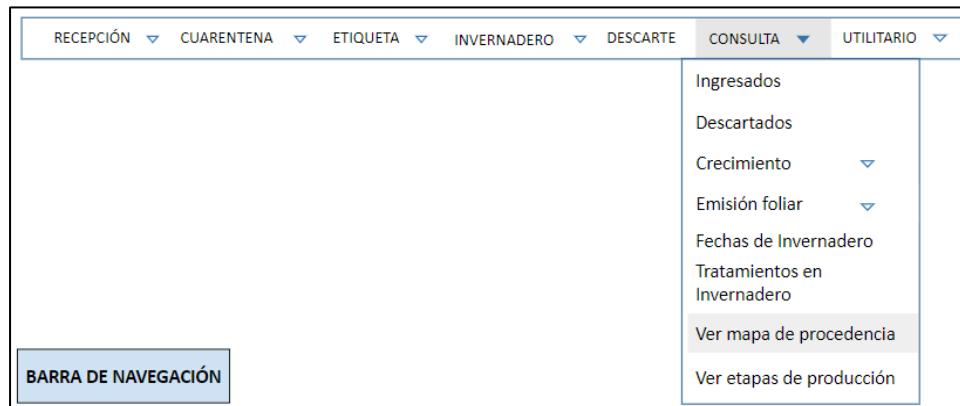


Figura 4.19. Selección de la opción “Ver mapa de procedencia”



Figura 4.20. Visualización del mapa de lugar de procedencia de colinos

Visualizar etapas del proceso de producción



Figura 4.21. Selección de la opción “Ver etapas de producción”



Figura 4.22. Visualización de las etapas del proceso de producción

APÉNDICE C: Diccionario de datos

Tabla 4.16. Diccionario de datos de la entidad “Colino”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_colino	6	int	Número incremental.
variedad	6	int	Número incremental.
magnitud	6	int	Número incremental.
lote	6	int	Número incremental.
codigo	9	VARCHAR	Generado por las iniciales del nombre de la hacienda, una abreviatura de la variedad y un número incremental. (LHHW00001)

Tabla 4.17. Diccionario de datos de la entidad “Hacienda”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_hacienda	6	int	Número incremental.
nombre	30	VARCHAR	Nombre de la hacienda.
productor	30	VARCHAR	Nombre del productor asociado a la hacienda.
direccion	100	VARCHAR	Coordenadas de la ubicación de la hacienda.
zona	6	int	Número incremental.
abreviatura	2	VARCHAR	Dos letras que identifican el nombre de la hacienda.
estado	1	bit	Número 1 o 0 que indica si la hacienda está activa o inactiva.

Tabla 4.18. Diccionario de datos de la entidad “Hacienda_telefono”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_hacienda	6	int	Número incremental
telefono	12	int	Número de teléfono o celular para contactos de la hacienda.

Tabla 4.19. Diccionario de datos de la entidad “Zona”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_zona	6	int	Número incremental.
nombre	30	VARCHAR	Referencia a la provincia a la que pertenece la hacienda. Todas las provincias del Ecuador.

Tabla 4.20. Diccionario de datos de la entidad “Tipo”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_tipo	6	int	Número incremental.
nombre	30	VARCHAR	Nombre del tipo de colino.
abreviatura	2	VARCHAR	Dos letras que identifican el nombre del tipo de colino.
estado	1	bit	Número 1 o 0 que indica si el tipo de planta está activo o inactivo.

Tabla 4.21. Diccionario de datos de la entidad “Variedad”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_variedad	6	int	Número incremental.
nombre	30	VARCHAR	Referencia a la variedad de la planta.
tipo	6	int	Número incremental.
abreviatura	2	VARCHAR	Dos letras que identifican el nombre de la variedad de la planta.
estado	1	bit	Número 1 o 0 que indica si la variedad de la planta está activa o inactiva.

Tabla 4.22. Diccionario de datos de la entidad “Magnitud”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_magnitud	6	int	Número incremental.
nombre	15	VARCHAR	Referencia al tamaño de la planta: Pequeño, Mediano, Grande.
abreviatura	3	VARCHAR	Una letra que identifica la magnitud de la planta: P, M, G.

Tabla 4.23. Diccionario de datos de la entidad “Etapa”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_etapa	6	int	Número incremental.
nombre	20	VARCHAR	Referencia a la etapa del proceso de cultivo de la planta.
area	6	int	Número incremental: Recepción, Cuarentena.
abreviatura	3	VARCHAR	Dos letras que identifican el nombre de la hacienda.
estado	1	bit	Número 1 o 0 que indica si la etapa está activa o inactiva.

Tabla 4.24. Diccionario de datos de la entidad “Usuario”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_usuario	6	int	Número incremental.
nombre	30	VARCHAR	Nombre de la persona que tiene credenciales para acceder a la aplicación.
nombre_usuario	10	VARCHAR	Referencia al nombre de usuario para iniciar sesión. ACRC Administrador de Campo Freddy Magdama
contrasena	10	VARCHAR	Referencia a la clave perteneciente al usuario para acceder a la aplicación.

Tabla 4.25. Diccionario de datos de la entidad “Area”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_area	6	int	Número incremental.
nombre	12	VARCHAR	Referencia a la ubicación física del colino. Campo.

Tabla 4.26. Diccionario de datos de la entidad “Area_rol”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_area	6	int	Número incremental.
id_rol	6	int	Número incremental.

Tabla 4.27. Diccionario de datos de la entidad “Rol”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_rol	6	int	Número incremental.
nombre	30	VARCHAR	Referencia a los permisos asignados a los usuarios. <ul style="list-style-type: none">• Administrador de Campo.• Sembrador.

Tabla 4.28. Diccionario de datos de la entidad “Cuarentena”

Campo	Tamaño	Tipo de Dato	Descripción
id_ingreso	6	int	Número incremental.
fecha	6	datetime	Fecha entregada por el sistema. (YYYY-MM-DD)
hora	5	time	Hora entregada por el sistema. (hh:mm:ss)
colino	6	int	Número incremental.

APÉNDICE D: Pantallas del sistema

Colinos					
No. Colino	Tipo	Variedad	Magnitud	Cantidad	Acciones
00001	Banano	Valery	Pequeño	200	 

Figura 4.23. Tabla “Registro de colino”

Agregar registro

Nuevo colino

No. Lote *

Tipo *

Variedad *

Magnitud *

Cantidad *

SIGUIENTE **FINALIZAR** **CANCELAR**

Figura 4.24. Formulario “Registro de colino”

Actualizar registro

Colino

No. Lote

Tipo *

Variedad *

Magnitud *

Cantidad *

GUARDAR

CANCELAR

Figura 4.25. Formulario “Actualización de registro de colinos”

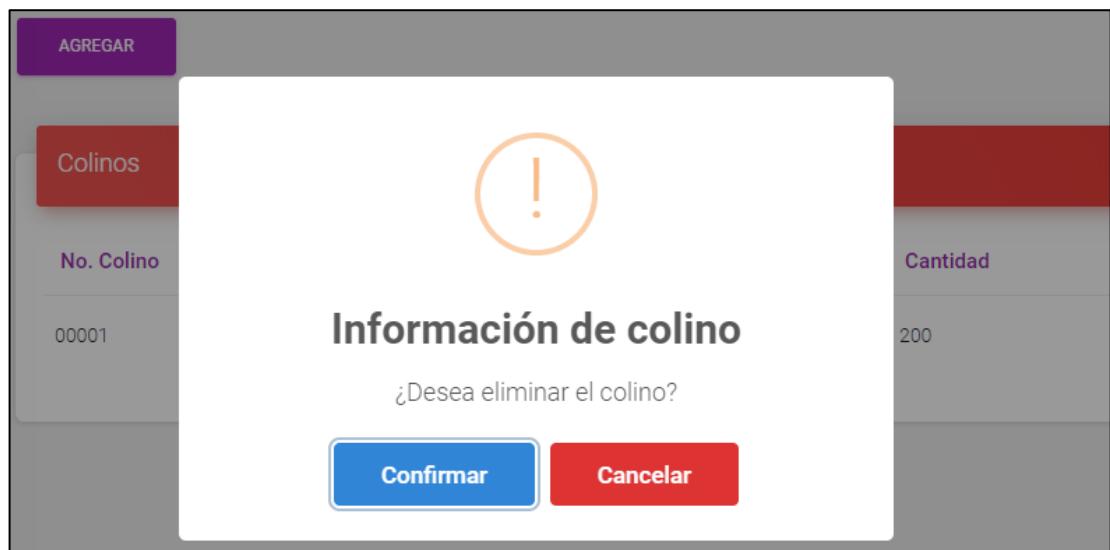


Figura 4.26. Alerta de “Eliminación de un registro de colinos”



Figura 4.27. Pantalla de etapa “Cuarentena”

Colinos sembrados						
No. Colino	Fecha	Código	Tipo	Variedad	Magnitud	Acciones
00001	18/08/2019	DOVA0001	Banano	Valery	Pequeño	

Figura 4.28. Tabla “Colinos sembrados”

Agregar
Nuevo colino

Código *	Fecha	Hora
<input type="text"/>	dd/mm/aaaa	--::--
Tipo	Variedad	Magnitud
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

SIGUIENTE FINALIZAR CANCELAR

Figura 4.29. Formulario “Adición de colino”

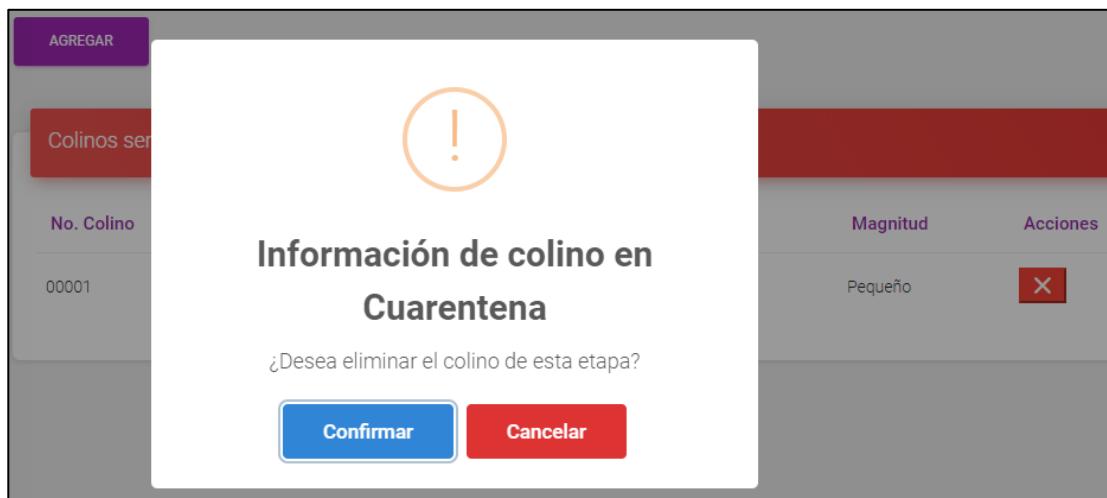


Figura 4.30. Alerta de “Eliminación de colinos de Cuarentena”