

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y TECNOLOGÍAS
DE INFORMACIÓN



**“SOFTWARE DE APOYO A LA SELECCIÓN DE PLAGUICIDAS PARA
CULTIVOS AGRÍCOLAS”**

Cristóbal Didier Ortiz Gálvez
Carlos Felipe Quijada Fuentes

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

Chillán, Marzo 2012

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y TECNOLOGÍAS
DE INFORMACIÓN



**“SOFTWARE DE APOYO A LA SELECCIÓN DE PLAGUICIDAS PARA
CULTIVOS AGRÍCOLAS”**

Cristóbal Didier Ortiz Gálvez
Carlos Felipe Quijada Fuentes

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN INFORMÁTICA

Profesor Guía: Srta. Ma. Antonieta Soto Chico.

Profesor Informante: Prof. Juan Carlos Figueroa Durán.

Nota Final Proyecto de Título: _____

Chillán, Marzo 2012

AGRADECIMIENTOS

*A mi madre María Soledad Gálvez, por ser mi apoyo incondicional durante toda mi vida,
por acompañarme y siempre creer en mí a pesar de mis errores.*

*A mi padre Norberto Ortiz, por brindarme el apoyo que necesité para poder concretar mi
meta profesional y por su constante preocupación en mis logros académicos.*

*A mi hermano Gustavo Ortiz, por acompañarme constantemente en los momentos difíciles
y por regalarme su alegría.*

*A mi hermano Juan Edmundo, por brindarme su experiencia de vida y compartir gratos
momentos conmigo.*

*A mis profesores de la universidad, por entregarme el conocimiento necesario para el
desarrollo de este proyecto.*

DEDICATORIA

*Dedico el presente proyecto a mi familia; a mis padres que han sido un constante apoyo en
el camino que me llevó a realizar mi meta y a mis hermanos por acompañarme en los
momentos que los necesite.*

Cristóbal Ortiz Gálvez

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme terminar exitosamente la carrera que escogí. A mi familia por el apoyo incondicional, en especial a mis padres quienes siempre se preocuparon por mi educación y porque nada me faltara. A los amigos, que siempre mostraron interés por el avance del proyecto. A mi polola, Daniela, por fomentar el trabajo en los momentos que decaía y apoyarme en todo momento del proyecto de título.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Cecilia Fuentes Urrutia y Carlos Quijada Escares, quienes siempre se preocuparon por mí, siempre se esforzaron por entregarme todo cuanto necesité, por permitir que nada me faltara, por darme la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

Carlos Quijada Fuentes.

Resumen

Este proyecto se presenta para dar conformidad a los requisitos exigidos por la Universidad de Bío-Bío en el proceso de titulación para la carrera de Ingeniería Civil en Informática. El proyecto titulado “Software de apoyo a la selección de plaguicidas para cultivos agrícolas” fue desarrollado bajo la supervisión del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), específicamente por parte de su Centro Regional Quilamapu.

El objetivo del proyecto es facilitar información de las restricciones que existen en diferentes países para las exportaciones agrícolas por medio de un software, enfocándose en usuarios que poseen poca experiencia en el uso de computadores y que residen en zonas rurales con una conexión a Internet muy limitada o inestable.

En cuanto a la metodología de desarrollo se optó por utilizar el proceso iterativo e incremental, usando enfoque OO (Orientado a Objetos), lenguaje de programación JAVA aplicando el modelo de tres capas MVC (Modelo, Vista y Controlador) y lenguaje de modelado UML.

Como resultado se obtiene un producto funcional que cumple con la entrega de la información requerida y que además permite actualizaciones sin estar conectado de manera permanente a Internet. Además se agregó la herramienta para la mantención y generación de las actualizaciones de la base de datos.

Índice General

<u>1</u>	<u>INTRODUCCIÓN.....</u>	<u>1</u>
<u>2</u>	<u>DEFINICION DE LA INSTITUCIÓN.....</u>	<u>3</u>
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
2.1.1	ANTECEDENTES GENERALES	3
2.2	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
2.3	DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	6
<u>3</u>	<u>DEFINICIÓN PROYECTO</u>	<u>7</u>
3.1	OBJETIVOS DEL PROYECTO	7
3.2	AMBIENTE DE INGENIERÍA DE SOFTWARE.....	7
3.2.1	METODOLOGÍA DE DESARROLLO	7
3.2.2	TÉCNICAS Y NOTACIONES.....	8
3.2.3	ESTÁNDARES DE DOCUMENTACIÓN, PRODUCTO O PROCESO	9
3.2.4	HERRAMIENTAS DE APOYO AL DESARROLLO DE SOFTWARE QUE SERÁN UTILIZADAS	9
3.3	DEFINICIONES, SIGLAS Y ABREVIACIONES	10
3.3.1	AGRICULTURA.....	10
3.3.2	PLAGA	10
3.3.3	PLAGUICIDA.....	11
3.3.4	CULTIVO.....	11
<u>4</u>	<u>ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE</u>	<u>12</u>
4.1	ALCANCES	12
4.2	OBJETIVO DEL SOFTWARE	12
4.3	DESCRIPCIÓN GLOBAL DEL PRODUCTO	13
4.3.1	INTERFAZ DE USUARIO.....	13
4.3.2	INTERFAZ SOFTWARE	13
4.3.3	INTERFACES DE COMUNICACIÓN	13
4.4	REQUERIMIENTOS ESPECÍFICOS	14
4.4.1	REQUERIMIENTOS FUNCIONALES DEL SISTEMA	14
4.4.2	INTERFACES EXTERNAS DE ENTRADA.....	15

4.4.3	INTERFACES EXTERNAS DE SALIDA	15
4.4.4	ATRIBUTOS DEL PRODUCTO	16
5	<u>FACTIBILIDAD</u>	18
5.1	FACTIBILIDAD TÉCNICA.	18
5.2	FACTIBILIDAD OPERATIVA.	18
5.3	FACTIBILIDAD ECONÓMICA.	19
5.3.1	HERRAMIENTAS PARA EL DESARROLLO	19
5.3.2	MANO DE OBRA EN EL DESARROLLO.....	19
5.3.3	HARDWARE PARA SERVICIO DE ACTUALIZACIÓN	19
5.3.4	COSTOS DE MANTENCIÓN DEL SOFTWARE.....	20
5.3.5	COSTO PARA EL USUARIO.....	20
5.3.6	BENEFICIOS DEL SOFTWARE.	21
5.3.7	FLUJO DE CAJA INIA	22
5.3.8	FLUJO DE CAJA AGRICULTOR.....	23
5.4	CONCLUSIÓN DE LA FACTIBILIDAD.	25
6	<u>ANÁLISIS</u>	26
6.1	DIAGRAMA DE CASOS DE USO	26
6.1.1	ACTORES.....	28
6.1.2	CASOS DE USO Y DESCRIPCIÓN.....	28
6.1.3	ESPECIFICACIÓN DE LOS CASOS DE USO	29
6.2	MODELAMIENTO DE DATOS	37
6.3	MODELO DE DESPLIEGUE	40
6.4	MODELO DE PAQUETES	41
6.4.1	MODELO DE PAQUETES PARA EL MÓDULO DE APOYO A LA SELECCIÓN DE PLAGUICIDAS.....	41
6.4.2	MODELO DE PAQUETES PARA EL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE LA BASE DE DATOS	42
6.5	MODELO DE CLASES	43
6.5.1	MODELO CONCEPTUAL DEL MÓDULO DE APOYO A LA SELECCIÓN DE PLAGUICIDAS	43
6.5.2	MODELO CONCEPTUAL DEL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....	45
7	<u>DISEÑO</u>	47
7.1	DISEÑO FÍSICO DE LA BASE DE DATOS	47

7.2	DISEÑO DE ARQUITECTURA FUNCIONAL	49
7.3	DISEÑO INTERFAZ.....	50
7.3.1	DISEÑO DE INTERFAZ PARA EL MÓDULO DE APOYO A LA SELECCIÓN DE PLAGUICIDAS.....	51
7.3.2	DISEÑO DE INTERFAZ PARA EL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN Y GENERACIÓN DE LA BASE DE DATOS	57
8	<u>PRUEBAS</u>	<u>59</u>
8.1	ELEMENTOS DE PRUEBA.....	59
8.2	ESPECIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS.....	59
8.3	RESPONSABLES DE LAS PRUEBAS.....	60
8.4	DETALLE DE LAS PRUEBAS	61
8.4.1	PRUEBAS DE UNIDAD	61
8.4.2	PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD	71
8.4.3	PRUEBAS DE SISTEMA.....	79
8.4.4	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN.....	82
8.5	CONCLUSIONES DE LAS PRUEBAS	84
9	<u>CONCLUSIONES.....</u>	<u>85</u>
10	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>88</u>
11	<u>ANEXO A - DOCUMENTOS DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN.....</u>	<u>B</u>
12	<u>ANEXO B - PANTALLAS DEL SISTEMA.....</u>	<u>A</u>
12.1	PANTALLAS PARA EL MÓDULO DE APOYO A LA SELECCIÓN DE PLAGUICIDAS	<u>A</u>
12.1.1	PESTAÑA DE INFORMACIÓN DE PLAGUICIDAS.....	A
12.1.2	PESTAÑA DE PLAGUICIDAS SUGERIDOS SEGÚN CULTIVO.....	B
12.1.3	PESTAÑA DE ACTUALIZACIÓN.....	C
12.1.4	INTERFAZ DE INFORMACIÓN DE PLAGUICIDAS	D
12.1.5	INTERFAZ DE PLAGUICIDAS SUGERIDOS	D
12.2	PANTALLAS PARA EL MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE LA BASE DE DATOS	<u>F</u>
12.2.1	VENTANA PRINCIPAL.....	F
12.2.2	VENTANA PARA MODIFICAR Y CREAR ELEMENTOS.....	H

Índice Tablas

Tabla 1. Requerimientos Funcionales.....	14
Tabla 2. Requerimientos de Interfaces Externas de Entrada.....	15
Tabla 3. Tabla de Requerimientos de Interfaces Externas de Salida	15
Tabla 4. Tiempo Empleado en las Tareas Desarrolladas	19
Tabla 5. Inversión Inicial del INIA	21
Tabla 6. Inversión Inicial del Agricultor	21
Tabla 7. Flujo de Caja INIA.....	23
Tabla 8. Flujo de Caja Agricultor.....	24
Tabla 9. Tabla de Flujo de Eventos Básicos para C.U. Buscar Información de Plaguicidas	29
Tabla 10. Tabla de Flujo de Eventos Alternativo para C.U. Buscar Información de Plaguicidas	29
Tabla 11. Tabla de Flujo de Eventos Básico para C.U. Mostrar Información de Plaguicidas	30
Tabla 12. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Mostrar Información de Plaguicidas	30
Tabla 13. Tabla de Flujos Básico para C.U. Obtener Sugerencia de Plaguicidas.....	31
Tabla 14. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Obtener Sugerencia de Plaguicidas.....	32
Tabla 15. Tabla de Flujos Básico para C.U. Actualizar Base de Datos	33
Tabla 16. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Actualizar Base de Datos.....	33
Tabla 17. Tabla de Flujos Básico para C.U. Generar Reporte	34
Tabla 18. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Generar Reporte.....	35
Tabla 19. Tabla de Flujos Básico para C.U. Generar Actualización de la Base de Datos.....	35
Tabla 20. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Generar Actualización de la Base de Datos	36
Tabla 21. Tabla de Flujos Básico para C.U. Modificar Información de la Base de Datos.....	36
Tabla 22. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Modificar Información de la Base de Datos	37
Tabla 23. Atributos del Modelo Entidad-Relación.....	39
Tabla 24. Tabla de Especificación de Pruebas del Sistema	60
Tabla 25. Prueba Unidad 001 para la Clase Plaguicida del Modelo	61
Tabla 26. Prueba Unidad 002 para la Clase Plaguicida del Modelo.....	62
Tabla 27. Prueba Unidad 003 para la Clase Cultivo del Modelo.....	63
Tabla 28. Prueba Unidad 004 para la Clase Cultivo del Modelo.....	63
Tabla 29. Prueba Unidad 005 para la Clase Plaga del Modelo.....	64
Tabla 30. Prueba Unidad 006 para la Clase Plaga del Modelo.....	64

Tabla 31. Prueba Unidad 007 para la Clase País del Modelo	65
Tabla 32. Prueba Unidad 008 para la Clase País del Modelo	65
Tabla 33. Prueba Unidad 009 para la Clase CultivoJpaController del Controlador	66
Tabla 34. Prueba Unidad 010 para la Clase CultivoJpaController del Controlador	67
Tabla 35. Prueba Unidad 011 para la Clase PaisJpaController del Controlador	67
Tabla 36. Prueba Unidad 012 para la Clase PaisJpaController del Controlador	68
Tabla 37. Prueba Unidad 013 para la Clase PlaguicidaJpaController del Controlador	68
Tabla 38. Prueba Unidad 014 para la Clase PlaguicidaJpaController del Controlador	69
Tabla 39. Prueba Unidad 015 para la Clase PlagaJpaController del Controlador	69
Tabla 40. Prueba Unidad 016 para la Clase PlagaJpaController del Controlador	70
Tabla 41. Prueba de Funcionalidad 017 para el Primer Incremento	72
Tabla 42. Prueba de Funcionalidad 018 para el Primer Incremento	73
Tabla 43. Prueba de Funcionalidad 019 para el Segundo Incremento.....	74
Tabla 44. Prueba de Funcionalidad 020 para el Segundo Incremento.....	74
Tabla 45. Prueba de Funcionalidad 021 para el Tercer Incremento	75
Tabla 46. Prueba de Funcionalidad 022 para el Tercer Incremento	76
Tabla 47. Prueba de Funcionalidad 023 para el Tercer Incremento	76
Tabla 48. Prueba de Funcionalidad 024 para el Tercer Incremento	77
Tabla 49. Prueba de Funcionalidad 025 para el Tercer Incremento	78
Tabla 50. Prueba de Esfuerzo 026.....	80
Tabla 51. Número de Registros Insertados para cada Caso Probado.....	81
Tabla 52. Tiempo Obtenido para cada Caso Probado.....	82
Tabla 53. Prueba de Aceptación 027	83
Tabla 54. Prueba de Aceptación 028	83

Índice Figuras

Figura 1. Organigrama INIA - Quilamapu (Instituto de Investigación Agropecuaria, 2012)	4
Figura 2. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.	27
Figura 3. Modelo Entidad Relación de la Base de Datos del Sistema	38
Figura 4. Modelo de despliegue de la solución del problema	40
Figura 5. Modelo de Paquetes del módulo de apoyo a la selección de plaguicidas.	41
Figura 6. Modelo de Paquetes para el Módulo de Administración de la Base de Datos.	42
Figura 7. Modelo de Clases Conceptual para el Módulo de Apoyo a la Selección de Plaguicidas.....	44
Figura 8. Modelo de Clases Conceptual - Módulo de Administración de la Base de Datos	46
Figura 9. Diseño Físico de la Base de Datos Relacional del Sistema	48
Figura 10. Diseño de Arquitectura Funcional del Módulo de Apoyo a la Selección de Plaguicidas....	49
Figura 11. Diagrama de Diseño de Interfaz para la Ventana Principal del Módulo de Apoyo a la Selección de Plaguicidas	51
Figura 12. Diagrama de Diseño de Interfaz de la Pestaña de Información de Plaguicidas.....	52
Figura 13. Diagrama de Diseño de la Pestaña de Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo	53
Figura 14. Diagrama de Diseño de Interfaz de Actualización	54
Figura 15. Diagrama de Diseño de Interfaz de Información de Plaguicidas.....	55
Figura 16. Diagrama de Diseño de Interfaz de Plaguicidas Sugeridos	56
Figura 17. Diagrama de Diseño de Interfaz para la Ventana Principal de los Mantenedores.....	57
Figura 18. Diagrama de Diseño de Interfaz para la Ventana Crear y Modificar de los Mantenedores	58

1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día se poseen grandes avances en cuanto a las tecnologías de información (TICs) en el mundo, a tal punto que la mayoría de los servicios y la información entregada es a través de medios computarizados. La desventaja de tales medios es la dependencia que existe a la red, por lo que las personas que se encuentran con una conexión que carece de estabilidad y aquellos que no la poseen, son marginados de tales avances.

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) es la principal entidad en Chile encargada de realizar las investigaciones agropecuarias, su misión es generar, adaptar y transferir tecnologías para que el sector agrícola logre mayor calidad en sus productos alimenticios.

Las exportaciones que Chile realizó durante el año 2011 registraron un crecimiento del 15% en las silvoagropecuarias respecto del año 2010, según lo que indicó la Dirección de Promoción de Exportaciones del Gobierno de Chile en su página web. (ODEPA, 2011)

Las exportaciones agrícolas deben garantizar que cumplen con los requisitos fitosanitarios del país de destino. Dichos requerimientos deben ser aprobados por el Organismo Nacional de Protección Fitosanitaria de cada país antes de salir hacia su país de destino. En Chile, el organismo definido como tal es el Servicio Agrícola y Ganadero, quien tiene la facultad de rechazar la salida de una producción por el incumplimiento de tales requerimientos.

Para facilitar la búsqueda de la información relativa a los requisitos que presentan los países de exportación, junto también con información relevante de algunos plaguicidas que puedan encontrarse en el mercado, se ha propuesto el desarrollar un sistema que posea información actualizada y que no dependa de una conexión permanente a Internet, debido a que en las zonas rurales la conectividad es muy baja y/o de mala calidad.

Con respecto a las tecnologías utilizadas, la selección de estas se realiza tomando en cuenta las características en las que se desarrolla el proyecto, las cuales son: tiempo acotado, no se cuenta con financiamiento y solo dos personas están encargadas de todos los procesos de desarrollo del sistema. Por lo anterior las tecnologías deben cumplir con: Ser libres, es decir

gratuitas si no se lucra con el software que las utiliza, permitan realizar de forma automática procesos durante el desarrollo y ser conocidos por los desarrolladores.

En este informe se presentan las evidencias del desarrollo realizado para dar solución a la problemática anteriormente descrita. A continuación se detalla la estructura de este informe para cumplir con lo anterior:

- Definición de la Institución: se explica cómo está constituida, su misión y visión, las cuales están directamente relacionadas con el objetivo del proyecto.
- Definición del proyecto: explica los objetivos del proyecto y los conceptos que son importantes considerar, relativos tanto al desarrollo y su metodología como también a la problemática que se soluciona.
- Especificación de Requerimientos: conocer los objetivos que se buscan, las limitaciones del ámbito del problema y la descripción del producto que se considerarán durante todo el desarrollo.
- Factibilidad: se analiza la viabilidad del proyecto, pasando por aspectos técnicos, operativos y económicos.
- Análisis: principalmente se presentan los modelos que se generaron mientras se comprende la problemática.
- Diseño para el software: apunta a resolver la problemática cumpliendo con los objetivos y los requerimientos del proyecto.
- Pruebas: buscan definir si el producto que se desarrolla es el correcto y si se está desarrollando de manera correcta.
- Conclusiones: obtenidas como resultado de todo proyecto.

2 DEFINICION DE LA INSTITUCIÓN

2.1 Descripción de la empresa

2.1.1 Antecedentes generales

El Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, es la principal institución de investigación agropecuaria de Chile, siendo una corporación de derecho privado, sin fines de lucro, dependiente del Ministerio de Agricultura.

Fue creado en 1964 por el Instituto de Desarrollo Agropecuario, la Corporación de Fomento de la Producción, la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica de Chile y la Universidad de Concepción.

Cuenta con una cobertura geográfica nacional, la que está compuesta por 11 Centros Regionales de Investigación (CRI), ubicados en las regiones de Coquimbo, de Valparaíso, Metropolitana, del Libertador Bernardo O'Higgins, del Maule, del Bío-Bío, de La Araucanía, de Los Lagos, del General Carlos Ibáñez del Campo y de Magallanes. De los CRI dependen los Centros Experimentales y las Oficinas Técnicas.

Su director nacional es don Pedro Bustos Valdivia, ingeniero agrónomo de la Universidad de Chile. (Instituto de Investigación Agropecuaria, 2012)

El presente proyecto se desarrolla en la extensión Quilamapu, éste se ubica en Avenida Vicente Méndez 515, Chillán. Centra sus actividades en la investigación agropecuaria entregando a la comunidad conocimientos y tecnologías.

Su misión es generar, adaptar y transferir tecnologías para lograr que el sector agropecuario contribuya a la seguridad y calidad alimentaria de Chile, y responda competitiva y sustentablemente a los grandes desafíos de desarrollo del país.

Los objetivos que persigue para lograr lo anterior son:

- Generar variedades y cultivares a través de mejoramiento genético y uso de biotecnología.
- Desarrollar una agricultura sustentable y limpia.
- Desarrollar y promover la automatización y agricultura de precisión.

Por otro lado, las funciones más importantes de este son la investigación y divulgación tecnológica ligada al ámbito agropecuario.

La estructura organizativa de la institución se muestra en la Figura 1.

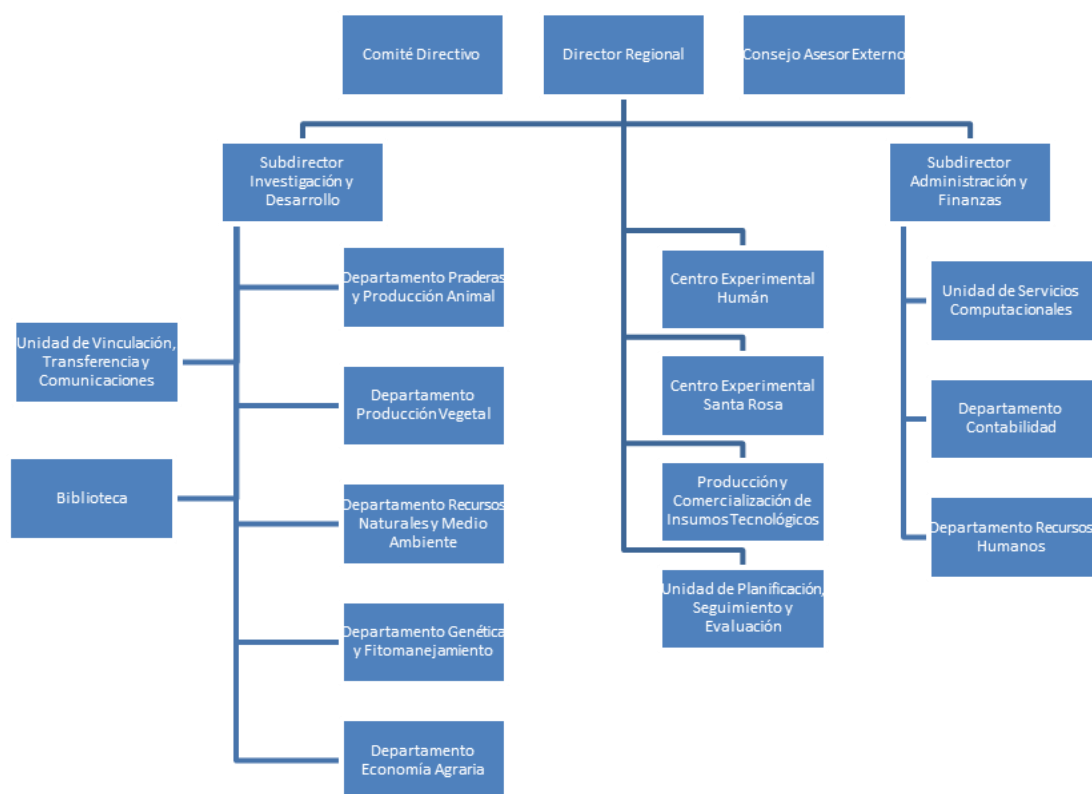


Figura 1. Organigrama INIA - Quilmapu (Instituto de Investigación Agropecuaria, 2012)

2.2 Descripción del área de estudio

El desarrollo del proyecto está relacionado con el Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Específicamente este departamento enfoca sus funciones en la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías. Las líneas de investigación y actividades prioritarias del departamento son:

- “Agricultura de precisión o manejo sitio específico.
- Planificación y gestión territorial.
- Generación de información meteorológica con fines agroforestales aplicados.
- Hidrología y tecnologías para la conservación y uso eficiente del agua.
- Generación de tecnologías y prácticas de conservación de suelo.
- Evaluación de impacto ambiental de prácticas y técnicas agroforestales.
- Manejo integrado de cultivos en el valle regado de Chile.
- Servicio de información de análisis químico de suelos, plantas y aguas.
- Servicio de sistemas de información geográfica y teledetección.” (Instituto de Investigación Agopecuaria)

Dentro de las anteriores actividades, el proyecto se enfoca principalmente en el servicio de información de análisis químico de suelos, plantas y aguas.

El área “pretende jugar un rol importante en anticipar y responder al hecho que los aspectos y requerimientos ambientales de la demanda nacional y externa, son crecientemente uno de los ámbitos más decisivos para la concreción de oportunidades y conquista de nichos de comercio del sector silvoagropecuario nacional.” (Instituto de Investigación Agopecuaria, 2012)

2.3 Descripción de la problemática

Gracias a las políticas Chilenas en torno a una apertura comercial, por medio de tratados de libre comercio con países y mercados como Japón, La Unión Europea, Australia, China, etc. Las posibilidades para los agricultores se han multiplicado al permitirles exportar sus productos. Lo anterior implica un aumento en las exigencias en torno a la aplicación de plaguicidas a nivel de normativa nacional e internacional, para los agricultores que en un principio comercializaban sus cosechas en el país, pudiendo provocar pérdidas enormes en el caso que sus cargamentos sean rechazados en el exterior.

Actualmente los agricultores de productos frutales de exportación basan la selección del plaguicida a aplicar en sugerencias de un profesional del área o en los productos que ellos conocen y/o disponen en sus bodegas. Lo anterior provoca muchas veces problemas en la eliminación de la plaga o en el número de trazas exigidas por el país al cual se exportan los productos. Esto debido al desconocimiento de las alternativas existentes en el mercado de plaguicidas y de las exigencias de los países de destino de las exportaciones.

Una posible solución al problema sería la construcción de un sistema que indique al agricultor el o los plaguicidas que podrían eliminar una determinada plaga de su plantación, dependiendo del cultivo que tenga, la plaga que lo afecta, los días restantes para su próxima cosecha y el país donde pretende comercializar sus productos.

3 DEFINICIÓN PROYECTO

3.1 Objetivos del proyecto

El objetivo general del proyecto es diseñar e implementar un software de apoyo que sugiera a los productores, principalmente exportadores de fruta, los plaguicidas que más se adecuen según cultivo, plaga y periodo de carencia para respetar las normativas nacionales e internacionales correspondientes.

Los objetivos específicos basados en lo anterior son los siguientes:

- Diseñar un software de apoyo orientado a personas del área agrícola, que poseen conocimientos básicos en computación, simple e intuitivo.
- Desarrollar un software que sugiera una lista de plaguicidas acorde a las características de los cultivos enfocado en las plagas que se desean atacar, con el fin de prevenir posibles pérdidas en cuanto al volumen de producción y calidad.

3.2 Ambiente de ingeniería de software

3.2.1 Metodología de desarrollo

Para el presente proyecto se utiliza una metodología de proceso del tipo iterativo e incremental que permite abordar el problema sólo teniendo conocimiento general del ámbito, además no se requiere que los clientes entreguen información específica de los servicios que finalmente proporcionará el sistema en la primera etapa de desarrollo. Cabe agregar que permite dividir el desarrollo en varios incrementos que entregarán subconjuntos de las funcionalidades del sistema, los cuales serán desarrollados según la prioridad que presentan para el sistema. (Pressman, 2005)

Se ha decidido, según un análisis previo del problema, realizar los siguientes tres incrementos:

- Búsqueda de información por plaguicida.
- Sugerencia de plaguicidas dado el cultivo, la plaga, días restantes para la próxima cosecha y el país de destino, particularmente los destinados a exportación. Dicha sugerencia se diferenciará según el periodo de carencia y las exigencias del país de destino agrupados en aquellos que cumplen con los criterios exigidos y los que no.
- Actualización y mantención de la base de datos del software.

3.2.2 Técnicas y notaciones

A continuación se definen notaciones (reglas gráficas o textuales para la representación de vistas, que son aspectos seleccionados de un modelo, que es una abstracción que describe un subconjunto de un sistema) utilizadas durante el desarrollo del proyecto.

3.2.2.1 UML

Es un lenguaje que permite visualizar, especificar y documentar de forma gráfica las partes que componen el desarrollo de un Software. Es un sistema de notaciones destinado a software con orientación a objetos que se produjo por la unificación de la técnica de modelado de objetos (OMT). Es independiente de la metodología de desarrollo adoptada, ya que indica cómo modelar sistemas y cómo leerlos (Larman, 1999).

Los Diagramas de UML utilizados en el proyecto son los siguientes:

- **Modelo de Caso de Uso:** Es una forma de representar la interacción del sistema con el usuario describiendo las funcionalidades que se le entregarán. Cada uno de los casos de uso que lo componen describe el comportamiento del sistema en diferentes condiciones mientras este responde a las peticiones de uno de sus usuarios. (Weitzenfeld, 2005)
- **Modelo de Clases:** Es un diagrama que permite describir la estructura del sistema mediante las clases que lo componen. (Weitzenfeld, 2005)

3.2.2.2 Diagrama de Entidad - Relación

Es un modelo que representa la interacción de entidades relevantes de un sistema. El diagrama Entidad - Relación es el modelo más usado para el diseño conceptual de bases de datos. Este fue introducido por Peter Chen en 1979, y se ha hecho cada vez más popular (Pressman, 2005).

Los conceptos básicos previstos por el modelo Entidad-Relación son entidades, interrelaciones y atributos.

3.2.2.3 Modelo físico de la base de datos

El modelo físico representa la estructura de la base de datos luego de su implementación en el sistema de gestión de base de datos. En él se presentan los atributos de cada tabla, tipos de datos, claves primarias y foráneas.

3.2.3 Estándares de documentación, producto o proceso

Se listan los estándares utilizados para los distintos procesos de desarrollo.

- Std. 830-1998: Estándar para la especificación de requerimientos de software de la IEEE.
- ISO/IEC 9126: Estándar internacional para evaluar la calidad del software.
- Std. 829-1998: Estándar para la documentación y especificación de pruebas del software.

3.2.4 Herramientas de apoyo al desarrollo de software que serán utilizadas

El sistema se desarrolla con el apoyo de la aplicación CVS (Concurrent Versioning System), que se ejecuta en un servidor utilizando una arquitectura cliente-servidor, donde el servidor mantiene un registro de todas las partes del software en desarrollo, los cambios realizados en sus archivos quedan debidamente registrados en el servidor, permitiendo la colaboración de varios desarrolladores a la vez de forma remota.

Para la programación del software se utiliza Netbeans, el cual es un IDE que permite el desarrollo en plataforma Java y el uso de asistentes para generar la persistencia y la vista, facilitando el uso del patrón MVC. El entorno provee además compatibilidad con CVS.

El asistente que proporciona Netbeans implementa JPA, una api de persistencia de Java que permite generar los objetos regulares y no perder la orientación a objetos que entrega este lenguaje al momento de comunicarse con la base de datos.

En cuanto a la base de datos se utiliza MySQL como motor. Para su administración y manejo se dispone de la aplicación phpMyAdmin, aplicación que se ejecuta en un navegador web. Para el diseño preliminar se utiliza DBDesigner4, posteriormente para su diseño y representación se han utilizado herramientas como DIA y el mismo diseñador de phpMyAdmin.

Con respecto a la implementación de reportes en formato PDF y XLS se utiliza la librería Jasper Report, el diseño se realiza con Ireport, herramienta que permite diseñar de manera visual informes para JasperReport con soporte para imágenes, subinformes y cartas. Se puede destacar también su compatibilidad con Java.

Cabe mencionar que todas las herramientas anteriores son libres.

3.3 Definiciones, siglas y abreviaciones

A continuación se listan definiciones importantes para la comprensión del problema tratado en el presente proyecto, por lo que se recomienda su lectura, sobre todo, a personas que no comprendan el ámbito de la problemática.

3.3.1 Agricultura

El término agricultura hace referencia a la utilización de la tierra, plantas y animales que se encuentran en el ecosistema. Esto mediante diferentes técnicas dependiendo de los propósitos u objetivos que se tengan.

3.3.2 Plaga

Se refiere a cualquier ser vivo que genera un perjuicio de tipo económico al estar presente en un cultivo. Algunos ejemplos: Pulgón lanígero, polillas, gusano de los penachos, etc.

3.3.3 Plaguicida

Sustancia destinada a controlar, prevenir, destruir, repeler o mitigar efectos indeseables provocados por hongos, insectos, bacterias, ácaros, nemátodos, malezas, etc. (Bayer, 2009).

Algunos de los conceptos que se desprenden del término Plaguicida son:

- Ingrediente activo: Se refiere a la parte biológicamente activa de un producto fitosanitario. (Poblete F., 2009 - 2010)
- Hora Reingreso Plaguicida: Cantidad de horas que se debe esperar antes de hacer ingreso al área sobre la que se aplica un producto sin ninguna protección. (Poblete F., 2009 - 2010)
- Dosis: Se refiere a la cantidad del producto que se recomienda aplicar para el control de plagas dada una determinada superficie. (Poblete F., 2009 - 2010)
- Concentración: Cantidad de ingrediente activo presente por unidad de masa o volumen de un plaguicida. (Poblete F., 2009 - 2010)
- Modo Acción: Forma en la que actúa el plaguicida en el control de plagas. Por ejemplo: de contacto, sistémico, translaminar, etc.. (Poblete F., 2009 - 2010)
- Toxicidad: Es la capacidad de una sustancia o de un producto para dañar un organismo vivo a nivel fisiológico. (Poblete F., 2009 - 2010)
- Número de Resolución SAG: Número de resolución con que el SAG autoriza la importación y/o distribución de un producto fitosanitario. (Poblete F., 2009 - 2010)

3.3.4 Cultivo

De forma general se utiliza como; “hace que la tierra, sin descansar, produzca las cosechas”, “mediante abonos y riegos” (Diccionario de la Lengua Española, 2012). Es decir los diferentes trabajos de tratamiento del suelo con el fin de obtener beneficios de esta.

Específicamente para este proyecto se usará para hacer alusión a una plantación, como por ejemplo manzano, palto, damasco, etc.

4 ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

4.1 Alcances

A diferencia de otros software ligados al ámbito del proyecto, este se enfoca en la usabilidad del sistema, teniendo presente el conocimiento básico de los usuarios en el área de informática y que la mayoría no cuenta con acceso a Internet, por lo que el software no necesita de una conexión permanente para su funcionamiento, sino que se requerirá de una conexión durante el proceso de actualización de su base de datos.

Además, las funciones que permite realizar el sistema son:

- Buscar información de un determinado plaguicida por el nombre comercial que posea.
- Obtener una lista de plaguicidas sugeridos según datos como el cultivo al que se desea aplicar el producto, plaga que se desea combatir, días restantes para la próxima cosecha y el país de destino de la exportación.
- Actualizar la base de datos del software, permitiendo tener información vigente sobre los plaguicidas permitidos en algunos países de interés para las exportaciones.

4.2 Objetivo del software

El sistema entrega información a los agricultores respecto a las restricciones sobre la aplicación de un plaguicida en un cultivo para que así se respeten tanto las medidas de seguridad que se deben tener en cuenta al momento de aplicarlo así como también el periodo posterior de su aplicación exigida en algunos países, disminuyendo los problemas de rechazos en los procesos de exportación.

4.3 Descripción global del producto

4.3.1 Interfaz de usuario

El Instituto de Investigación Agropecuario requiere que la interfaz del software presente, al inicio, el logo de la institución junto al del Ministerio de Agricultura. Las fuentes tipográficas utilizadas deben ser de tamaño 12 a 14 px.

Con respecto a los informes el color de fondo de estos debe ser blanco y la fuente tipográfica negra, resaltando en negrita y con un tamaño mayor los datos del encabezado.

En los casos de que existan advertencias, como por ejemplo el no uso de un plaguicida debido al incumplimiento de alguna norma, estas deben quedar representadas de forma gráfica.

En el diseño de las tablas que contengan información cuando alguno de sus elementos permita generar ventanas o algún otro componente, este debe indicarlo gráficamente de manera que permita ser reconocido por los usuarios del sistema.

4.3.2 Interfaz software

El software utiliza el sistema de gestión de base de datos MySQL, versión 5.0.7, de la empresa Oracle.

Además corre sobre un sistema operativo Windows XP o 7, ambos en cualquiera de sus versiones para equipos de escritorio, de la empresa Microsoft. El software requiere Java SE en su versión 6 o superior.

4.3.3 Interfaces de comunicación

Para la comunicación entre Java SE y el motor de base de datos MySQL se utiliza la unidad de persistencia que entrega el asistente del IDE para desarrollo en Java NetBeans el que genera las clases para cada objeto de la Base de Datos y además los respectivos controladores para las clases generadas. También agrega las correspondientes excepciones. Con esto se facilita y se asegura el correcto funcionamiento entre el motor de base de datos y la aplicación.

4.4 Requerimientos específicos

Este punto contempla una lista detallada y completa de requerimientos que el sistema de software debe satisfacer. Estos fueron capturados mediante una serie de entrevistas con el cliente.

Esta especificación de requisitos se basa en el estándar 830-1998 de la IEEE.

4.4.1 Requerimientos funcionales del sistema

En la Tabla 1 se listan los requerimientos funcionales que debe cumplir el sistema. Estos son las acciones fundamentales que debe realizar el software al recibir información, procesarla y entregar resultados.

Id	Nombre	Descripción
F_001	Búsqueda de Información de Plaguicidas	La aplicación debe permitir realizar búsquedas de información detallada según el nombre comercial de un determinado plaguicida. Se debe indicar explícitamente la fuente de información de la base de datos.
F_002	Sugerencia de Plaguicidas Según Criterios	El sistema debe desplegar una lista de plaguicidas sugeridos según datos de entrada, estos son: cultivo, nombre común de la plaga, nombre científico de la plaga, días para la próxima cosecha y país de destino de la producción. Además se debe permitir acceder, desde esta lista, a la información detallada de los plaguicidas sugeridos. Se debe indicar explícitamente la fuente de información de la base de datos.
F_003	Actualización de la Base de Datos del Software	El software debe poseer un módulo que permita actualizar la base de datos mediante un respaldo alojado en un servidor.
F_004	Módulo para Generar Actualización de la Base de Datos	En caso de que las fuentes de información de la base de datos sean planillas Excel que no cambian su formato en el transcurso del tiempo (las versiones actualizadas de las planillas), la versión del software permitirá generar de manera automática los respaldos actualizados. De lo contrario se proveerán mantenedores para eliminar, modificar y agregar información a la base de datos y generar la actualización.
F_005	Generar Reporte de Información de Plaguicida	La aplicación debe ser capaz de generar un reporte con la información de un plaguicida seleccionado desde la ventana de información de plaguicidas. Este debe permitir obtener la información en archivo PDF y en hoja de Excel.

Tabla 1. Requerimientos Funcionales

4.4.2 Interfaces externas de entrada

A continuación, en la Tabla 2, se listan las interfaces que interactúan con el usuario detallando específicamente los datos requeridos por estas.

Identificador	Nombre del ítem.	Detalle de Datos contenidos en ítem
IEE_001	Datos para Selección del Plaguicida	Nombre Comercial del Plaguicida.
IEE_002	Datos para Sugerencia de Plaguicidas	Cultivo. Nombre Común de la Plaga. Nombre Científico de la Plaga. País de destino de la producción del cultivo. Días restantes para la cosecha.

Tabla 2. Requerimientos de Interfaces Externas de Entrada

4.4.3 Interfaces externas de salida

En la Tabla 3 se especifican los datos que contienen las pantallas con información relacionada al ámbito del problema e informes requeridos por el cliente.

Identificador	Nombre del ítem.	Detalle de Datos contenidos en ítem	Medio Salida
IES_001	Datos del Plaguicida	Nombre Comercial del Plaguicida. Ingrediente(s) Activo(s). Clasificación Toxicológica. Formulación. Modo de Acción.	Pantalla
IES_001_1	Datos del Plaguicida por Cultivo	Nombre del Cultivo. Plaga a la que ataca y la dosis de aplicación. Carencia recomendada por el fabricante. Países de destino de exportación, carencia exigida por cada país y partes por millón permitidas por cada uno de estos.	Pantalla
IES_002	Datos de los plaguicidas Sugeridos	Nombre comercial del plaguicida. Periodo de Carencia según el Fabricante. Periodo de Carencia exigido por el País de Exportación. Cumplimiento de criterio.	Pantalla
IES_005	Datos del Reporte de Información Plaguicida	Nombre Comercial del Plaguicida. Ingrediente(s) Activo(s). Clasificación Toxicológica. Formulación. Modo de Acción. Nombre del Cultivo. Plaga a la que ataca y la dosis de aplicación. Carencia recomendada por el fabricante. Países de destino de exportación, carencia exigida por cada país y partes por millón permitidas por cada uno de estos.	Informe (.pdf/.xls)

Tabla 3. Tabla de Requerimientos de Interfaces Externas de Salida

4.4.4 Atributos del producto

Para los proyectos de desarrollo se deben tener en cuenta ciertos atributos que debe cumplir el producto final. Para el caso del presente informe se explican tres aspectos que se consideran en el desarrollo:

La mantenibilidad del software se refiere a aquellos aspectos que lo hacen más duradero en el tiempo gracias a las facilidades de mantención que requerirá en el futuro. Se consideraron los siguientes:

- El sistema debe ser una aplicación de escritorio, que no necesite una conexión a Internet para funcionar.
- El software debe ser desarrollado para desenvolverse en sistemas operativos Windows XP y Windows 7.
- El módulo de actualización de la base de datos solo podrá ser utilizado si se dispone de una conexión a Internet.

La operabilidad se refiere a la claridad con la que se entrega información al usuario sobre el sistema. Para el desarrollo actual se agrega que:

- El software debe indicar explícitamente que las recomendaciones de plaguicidas están basadas en especificaciones entregadas por los fabricantes de los productos.

Los aspectos de usabilidad son una parte muy importante en cualquier desarrollo. En este caso se puede comentar que es un factor imprescindible debido a los conocimientos básicos que poseen los usuarios que manipularán el producto obtenido. Es por ello que se han tenido las siguientes consideraciones en relación a la usabilidad:

- Se deben mostrar mensajes de advertencia cuando la base de datos del software no disponga de información para desplegar.
- La fuente tipográfica para la vista del sistema debe ser de tamaño mayor a 10 pixeles. Se recomienda un tamaño entre 12 y 14 pixeles.
- Para el requisito funcional F_002, de la Tabla 1, se debe diferenciar de manera gráfica y escrita aquellos que cumplen con un periodo de carencia menor a los días restantes para la cosecha y los que no lo hacen. La manera gráfica corresponde a una imagen que represente una "X" para los plaguicidas que no cumplen con el criterio y un "✓" para los que cumplen.

- El color de fondo de los informes debe ser blanco y la fuente negro, resaltando en negrita y con un tamaño mayor los datos del encabezado.
- Luego de seleccionar la opción para generar reporte con la información de un plaguicida se debe consultar si se desea solo abrir el documento o guardar y abrirlo.

5 FACTIBILIDAD

En este ítem se realiza un análisis de la factibilidad del software, esto con el objetivo de determinar la viabilidad del sistema.

Concretamente se refiere a los recursos monetarios y humanos necesarios para llevar a término el proyecto en contraste con los que se cuentan.

5.1 Factibilidad técnica.

Para el manejo del motor de base de datos MySQL 5.0.8 se decide utilizar el administrador phpMyAdmin 3.4.5 y para el diseño DBDesigner 4. También se agrega el software de diagramación DIA.

Para la programación en Java se requiere del Entorno de Desarrollo Netbeans 6.9.1.

Cabe resaltar que todas las herramientas utilizadas poseen licencia de uso libre y gratuito, además los alumnos memoristas tienen conocimiento en el manejo de estas tecnologías.

Para el diseño visual de la interfaz que interactúa con el usuario es necesario contar con el apoyo de una persona externa a los involucrados en el desarrollo, esto debido al poco conocimiento en el área de diseño gráfico.

5.2 Factibilidad operativa.

Para el uso del software se han considerado en todo momento las restricciones que se tienen sobre el grado de conocimiento que poseen los futuros usuarios del sistema, por lo que se generan interfaces de uso intuitivo y muy sencillo, manteniendo lo más bajo posible el número de instrucciones que deba ingresar el usuario durante el uso del software. Además es una aplicación de escritorio para evitar los problemas que se generan al tener una de tipo web, que por las condiciones de las conexiones rurales existentes en la región, sería muy poco viable.

5.3 Factibilidad económica.

A continuación se detallan los gastos y costos en los que incurre el presente proyecto de desarrollo en contraste con los beneficios que tendrá el usuario que utilice la herramienta.

5.3.1 Herramientas para el desarrollo

Para el desarrollo del software se requiere de un computador que soporte las herramientas de desarrollo utilizadas (Netbeans, phpMyAdmin, JVM y MySQL). Tales herramientas son de licencia gratuita, por lo que sólo basta descargarlas para su uso no comercial. Se han utilizado dos computadores para el desarrollo del proyecto, los cuales son de propiedad de los alumnos memoristas, por lo que las herramientas se consideran de costo \$ 0.

5.3.2 Mano de obra en el desarrollo

Considerando que un Ingeniero Civil en Informática tiene un sueldo de \$ 800.000 mensuales, se tiene un valor de \$ 5.000 aprox. por hora.

Para el desarrollo se emplearon un total de 350 horas, detalladas en la Tabla 4.

Ítem	Tiempo (Horas/Hombre)
Análisis de la Problemática	60
Captura de Requisitos	40
Modelado del Problema	40
Desarrollo del Sistema	120
Pruebas del Sistema	40
Informe	50
TOTAL	350

Tabla 4. Tiempo Empleado en las Tareas Desarrolladas

Teniendo un total de \$ 1.750.000 como costo para el desarrollo. Dado que el tiempo de desarrollo fue ejecutado por estudiantes que están cursando su proyecto de titulación, no hay cobro por el tiempo invertido. Por tanto, el costo por la mano de obra en el desarrollo también se establece en \$ 0.

5.3.3 Hardware para servicio de actualización

Para el funcionamiento del software se requiere de un servidor que posea servicio FTP, el cual tendría un costo aproximado de \$300.000 (Referencia de mercado.). INIA ya posee un servidor para la institución, con lo cual el costo monetario se reduce a \$ 0.

5.3.4 Costos de mantención del software

Para mantener operativo el software se requiere de una persona que se encargue de utilizar el módulo para construir y generar las actualizaciones de la base de datos (Mantenedores). Ya que la información que se requiere está disponible a través del SAG, es necesario un digitador que tendría que dedicar aproximadamente 1 semana de trabajo para completar la base de datos del sistema. Considerando también que las actualizaciones del sistema, se estima, se generarán cada 6 meses y que el costo de la hora de trabajo de un digitador es aproximadamente de \$ 1.500 hora/hombre, se requiere de \$ 60.000 por cada actualización que se genere, para este caso se requerirán de \$ 120.000 anuales. En este ítem también se debe considerar el costo del equipo que debe utilizar el digitador, que considerando el precio de mercado se obtiene un valor de \$ 100.000. Para la actualización del sistema se requerirá de conexión a Internet en los momentos que sea generada, pero este costo ya es asumido por INIA, ya que en sus dependencias los funcionarios poseen el servicio, por lo que se considera como costo \$ 0 para el proyecto. En conjunto, digitador y computador, suponen un gasto de \$ 220.000 el primer año y de \$ 120.000 los años siguientes para la ejecución del proyecto.

5.3.5 Costo para el usuario

Para la ejecución del sistema, se requiere un computador con los siguientes requisitos mínimos:

- Sistema Operativo: Windows XP Home Basic.
- Procesador: 1Ghz.
- Memoria Principal: 512 MB.
- Disco Duro: 40 GB.

La descripción anterior apunta a un equipo de aproximadamente 8 años atrás, lo que es común encontrar en zonas rurales, donde la tecnología de punta en computación no es prioridad.

Actualmente, en el comercio los equipos con menor valor fluctúan entre los \$ 60.000 y los \$ 100.000, por lo que un usuario que no posea computador con anterioridad, tendría que invertir ese monto para la utilización del software. Se considera un monto de \$ 100.000 para la inversión.

Para el proceso de actualización se requiere de una conexión a Internet esporádica, cuya frecuencia depende de lo que establezca INIA. Si se considera una conexión a Internet por BAM (Banda Ancha Móvil), con modalidad pre-pago, en la cual una conexión de 60 minutos tiene un costo de \$490. Dicha conexión sería requerida dos veces al año suponiendo que INIA realizará una nueva actualización de la base de datos cada 6 meses, por lo que se debe contar con \$ 980 anuales para utilizar el software con una base de datos actualizada con la última versión.

Un usuario debería invertir un monto de \$ 100.000 el primer año y realizar un gasto de \$ 980 anuales para disponer de la utilización del software.

5.3.5.1 Inversión Inicial

INIA

Ítem	Monto
Computador	\$ 100.000
Total	\$ 100.000

Tabla 5. Inversión Inicial del INIA

Agricultor

Ítem	Monto
Computador	\$ 100.000
Total	\$ 100.000

Tabla 6. Inversión Inicial del Agricultor

5.3.6 Beneficios del software.

El software presenta beneficios tanto directos para el usuario como también para la región y el país.

Para los agricultores se traduce en un menor riesgo de rechazo de los cultivos que se podría generar en los países de destino de la exportación. Además, el incumplimiento de las normas puede incluso ser sancionado con la clausura de la empresa.

Chile, en el año 2011, exportó 7.731,4 millones de dólares en el rubro agrícola. La región participó en un 5% de las exportaciones a nivel nacional con un incremento del 24% respecto del 2010, con un monto de 393,3 millones de dólares. (ODEPA, 2011)

El Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) ha realizado estudios con el fin de conocer el estado de los residuos de plaguicidas aplicados. Como resultado en el año 2007 se registró un 11,5% de transgresiones al Límite Máximo de Residuos (LMR). Para el año 2010 el Programa de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas arrojó que, de un total de 1639 muestras a nivel nacional, un 1% no cumple con el LMR a nivel nacional, de las cuales 6 muestras presentaron plaguicidas no autorizados. (SAG, Estudio de Residuos de Plaguicidas en Vegetales de Consumo Nacional, 2007)

El sistema permitiría, tanto a nivel regional como nacional, continuar con la disminución en las transgresiones al Límite Máximo Permitido. Con esto se puede mejorar la apreciación que tienen los mercados externos de los productos nacionales, fomentando las exportaciones de los productos agrícolas nacionales, por lo que aumentarían las oportunidades para nuevos productores de exportación.

5.3.7 Flujo de caja INIA

Se utiliza para analizar la viabilidad de un proyecto considerando la inversión y el Valor Actual Neto junto con la Tasa Interna de Retorno.

El proyecto será analizado considerando un plazo de 5 años el cual es típicamente usado en proyectos de informática. Además, se depreciarán los equipos de manera lineal, considerando una vida útil de 5 años. Y, finalmente, INIA, por tratarse de una institución pública, no debe pagar impuesto al fisco.

Se considerarán dos flujos de caja, uno para INIA, y otro para un agricultor. A continuación se detalla el que corresponde a INIA, considerando la inversión que debe hacer para realizar el proyecto.

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(+)	Sueldo		(120.000)	(120.000)	(120.000)	(120.000)	(120.000)
(+)	Depreciación		(20.000)	(20.000)	(20.000)	(20.000)	(20.000)
(=)	Pérdida Antes Impto.		(140.000)	(140.000)	(140.000)	(140.000)	(140.000)
(-)	Impto 0%		0	0	0	0	0
(=)	Pérdida Después Impto.		(140.000)	(140.000)	(140.000)	(140.000)	(140.000)
(+)	Depreciación		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
(-)	Inversión Inicial	(100.000)					
(=)	Flujo de Caja	(100.000)	(120.000)	(120.000)	(120.000)	(120.000)	(120.000)

Tabla 7. Flujo de Caja INIA

5.3.7.1 VAN INIA

El cálculo del VAN se realiza considerando la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \frac{FC_i}{(1+K)^i} - I_0$$

Donde se tiene que:

- n = Años de vida útil del proyecto.
- i = Año actual en la fórmula.
- FC_i = Flujo de Caja neto del año i.
- K = Tasa de interés o de descuento.
- I₀ = Inversión inicial.

A lo anterior se agrega que la tasa de interés con la que se calcula el proyecto es de un 12%, con lo que el VAN se calcula de la siguiente forma:

$$VAN_{INIA} = \frac{-120.000}{(1+0,12)^1} + \frac{-120.000}{(1+0,12)^2} + \frac{-120.000}{(1+0,12)^3} + \frac{-120.000}{(1+0,12)^4} + \frac{-120.000}{(1+0,12)^5} - 100.000$$

$$VAN_{INIA} = -432.573,14$$

5.3.8 Flujo de caja agricultor

Para el caso del agricultor se considerará que una de las exportaciones que realiza cada año no es rechazada gracias al uso del software y gracias a eso, no se ve en la obligación de comercializar sus productos a un 75% del valor dentro del mercado chileno en comparación con lo que obtenía al resultar exitosa la exportación, se considerará un monto de exportación de \$ 6.000.000 por lo que obtiene como beneficio \$ 1.500.000. Otro punto importante, es el

ahorro en el tiempo que se obtiene en la búsqueda de información actualizada, la cual se considera que serán 3 días de trabajo de parte del asesor agrícola que tenga el agricultor. Considerando que un asesor agrícola gana \$ 15.000 al día.

		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Ganancia por No Rechazo				1.500.000		
(+)	Asesor agrícola		45.000	45.000	45.000	45.000	45.000
(-)	Conexión a Internet		(980)	(980)	(980)	(980)	(980)
(+)	Depreciación		(20.000)	(20.000)	(20.000)	(20.000)	(20.000)
(=)	Pérdida Antes Impto.		25.980	25.980	1.525.980	25.980	25.980
(-)	Impto 17%		4.417	4.417	259.417	4.417	4.417
(=)	Pérdida Después Impto.		21.563	21.563	1.266.563	21.563	21.563
(+)	Depreciación		20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
(-)	Inversión Inicial	(100.000)					
(=)	Flujo de Caja	(100.000)	41.563	41.563	1.286.563	41.563	41.563

Tabla 8. Flujo de Caja Agricultor

5.3.8.1 VAN Agricultor

Para el cálculo del VAN se considerará un 12% de tasa de interés, con lo que utilizando la fórmula expuesta anteriormente se obtendría:

$$VAN_{Agricultor} = \frac{41.563}{(1 + 0,12)^1} + \frac{41.563}{(1 + 0,12)^2} + \frac{1.286.563}{(1 + 0,12)^3} + \frac{41.563}{(1 + 0,12)^4} + \frac{41.563}{(1 + 0,12)^5} - 100.000$$

$$VAN_{Agricultor} = 935.991,72$$

5.4 Conclusión de la factibilidad.

El sistema es factible desde el punto de vista técnico, tomando en cuenta que todas las herramientas utilizadas son de uso libre y gratuito, por otro lado se disminuye la posibilidad de errores durante la construcción del sistema gracias a que los desarrolladores tienen experiencia en el manejo e implementación de las tecnologías seleccionadas.

Con respecto a la factibilidad operativa del sistema, se puede indicar su viabilidad dado que el desarrollo de este se realiza pensando en las necesidades y capacidades computacionales de los agricultores.

Por otro lado, si se considera ambos VAN, para el proyecto, se tiene que es beneficioso al considerar tan solo un agricultor que recupera una exportación al no ser rechazada, que si lo fuera provocaría una pérdida de 25% de su valor internacional al ser comercializado en el mercado interno. Con esto se indica que el proyecto, económicamente hablando es viable para su realización.

6 ANÁLISIS

En este ítem se analiza la solución propuesta de manera gráfica, mediante diagramas que representan los diferentes ámbitos de la solución, desde las funcionalidades que contempla el sistema hasta la arquitectura.

6.1 Diagrama de casos de uso

Los diagramas de caso de uso son una efectiva herramienta durante la etapa de obtención de requerimientos y el análisis del sistema debido a que representan las funcionalidades que debe tener el sistema desde el punto de vista del usuario. A continuación, en la Figura 2 se presenta el diagrama de casos de uso correspondiente a la aplicación.



Figura 2. Diagrama de Casos de Uso del Sistema.

6.1.1 Actores

El sistema considera actores, Agricultor y Administrador, los que se detallan a continuación:

- **Agricultor:**
 - Rol: Beneficiarios de las investigaciones de INIA-Quilamapu.
 - Nivel de conocimientos técnicos: usuario con conocimientos básicos en el uso de computadores.
 - Funcionalidades del software:
 - Buscar Información de Plaguicidas.
 - Mostrar Información de Plaguicidas.
 - Obtener Sugerencia de Plaguicidas.
 - Actualizar Base de datos.
- **Administrador:**
 - Rol: Funcionario de INIA-Quilamapu.
 - Nivel de conocimientos técnicos: usuario con conocimientos básicos en el uso de computadores.
 - Funcionalidades del software:
 - Generar actualización de la base de datos y almacenarla en un servidor.
 - Eliminar, modificar y agregar datos de la base de datos.

6.1.2 Casos de uso y descripción

Tal como se indicó en la sección anterior, para el sistema en desarrollo se tienen dos tipos de usuarios, el agricultor y el administrador, los cuales tienen acceso a diferentes casos de uso.

Para un usuario agricultor se puede realizar una búsqueda de información para un plaguicida, el cual le permite ver la información de ese plaguicida. También puede obtener una sugerencia de plaguicida, este caso de uso dependiendo de los parámetros que se le ingresan, entrega una lista con los resultados que se adecúan a tales parámetros, además tiene la posibilidad de acceder al caso de uso mostrar información de un plaguicida. El sistema permite además generar reportes con la información que se visualiza y también permite, para el usuario agricultor, actualizar la base de datos para tener así datos reales al momento de usar el software.

El usuario administrador posee dos funcionalidades, una es modificar la información de la base de datos para mantener datos actualizados y la otra funcionalidad es generar actualización de la base de datos, que crea un archivo y lo almacena en un servidor.

6.1.3 Especificación de los casos de uso

A continuación se presenta, para cada caso de uso definido en la Figura 2, su especificación indicando una breve descripción de la funcionalidad, las pre-condiciones, el flujo de eventos básico, el alternativo y sus post-condiciones.

6.1.3.1 Caso de uso: Buscar Información de Plaguicidas

- Descripción: Se ingresa o se busca en una lista desplegada el nombre comercial de un plaguicida para activar el caso de uso Mostrar Información de Plaguicida.
- Pre-Condiciones: El sistema se debe encontrar en la pantalla de inicio.
- Flujo de Eventos Básico:

Actor	Sistema
1-El caso de uso comienza cuando el Agricultor escribe un plaguicida o selecciona uno de la lista que tiene a la vista.	2- A medida que el usuario escribe el plaguicida, el sistema marca en la lista el elemento que coincida con lo que se ha escrito hasta el momento.
3-El Agricultor hace click en el botón “Mostrar Información del Plaguicida”.	4- El sistema captura el plaguicida ingresado activando el caso de uso: Mostrar Información de Plaguicida, terminando este.

Tabla 9. Tabla de Flujo de Eventos Básicos para C.U. Buscar Información de Plaguicidas

- Flujo de Eventos Alternativo.

Actor	Sistema
	4(a)-En el caso que el sistema no reconozca el plaguicida ingresado o no se haya escrito uno, este muestra una pantalla de alerta indicándolo.
5- El Agricultor hace click en el botón “Aceptar” de la pantalla de alerta.	6-El sistema cierra la ventana, volviendo al punto 1 del caso de uso.

Tabla 10. Tabla de Flujo de Eventos Alternativo para C.U. Buscar Información de Plaguicidas

6.1.3.2 Caso de Uso: Mostrar Información de Plaguicida

- Descripción: Se muestra la información detallada de un plaguicida.
- Pre-Condiciones: El sistema debió capturar un plaguicida válido.
- Flujo de Eventos Básicos:

Actor	Sistema
	1- El caso de uso comienza cuando el sistema busca en la base de datos la información del plaguicida, desplegándola en una nueva pantalla.
2-El Agricultor presiona el icono con una cruz en la esquina superior derecha de la ventana.	3- El caso de uso termina cuando el sistema elimina la ventana.

Tabla 11. Tabla de Flujo de Eventos Básico para C.U. Mostrar Información de Plaguicidas

- Flujo de Eventos Alternativo

Al actor	El sistema
	1(a)- En el caso que se produzca un problema con la conexión a la base de datos, el sistema muestra una pantalla de alerta indicándolo.
4- El Agricultor hace click en el botón "Aceptar" de la pantalla de alerta.	5-El sistema elimina la ventana, terminando el caso de uso.

Tabla 12. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Mostrar Información de Plaguicidas

6.1.3.3 Caso de Uso: Obtener Sugerencia de Plaguicidas

- Descripción: Ingreso de cultivo, plaga, país de destino de la producción y días restantes para cosechar, obteniendo una lista de plaguicidas sugeridos.
- Pre-Condiciones: El sistema se debe encontrar en la pantalla de inicio.
- Flujo de Eventos Básicos:

Actor	Sistema
1-El caso de uso comienza cuando el Agricultor selecciona la opción en la pantalla principal, "Sugerencia de plaguicidas".	2-El sistema despliega en la pantalla principal los siguientes campos: cultivo, plaga, país de destino de la producción y días restantes para cosechar.
3-El Agricultor ingresa los campos solicitados por el sistema y presiona el botón "Sugerir Plaguicidas"	4- El sistema captura los datos ingresados por el usuario, con los que realiza una búsqueda en la base de datos, con el fin de encontrar plaguicidas que cumplan con las características del cultivo, desplegándolas en una nueva pantalla.
5-El Agricultor presiona el icono con una cruz en la esquina superior derecha de la ventana.	6-El caso de uso termina cuando el sistema elimina la ventana.

Tabla 13. Tabla de Flujos Básico para C.U. Obtener Sugerencia de Plaguicidas

Flujo de Eventos Alternativo.

Actor	Sistema
	4(a)-En el caso que el sistema no encuentre plaguicidas que cumplan con las características del cultivo o no se ingrese alguno de los campos requeridos, el sistema despliega una ventana indicando lo sucedido.
7- El Agricultor hace click en el botón "Aceptar" de la pantalla de alerta.	8-El sistema cierra la ventana, volviendo al punto 1 del caso de uso
	4(b)- En el caso que se produzca un problema con la conexión a la base de datos, el sistema muestra una pantalla de alerta indicándolo.
9- Ir al punto 7	10- Ir al punto 8
5(a)-El Agricultor selecciona la opción "Detalle" de un determinado plaguicida sugerido, la cual se encuentra al lado de cada uno de estos.	11- El sistema captura el plaguicida seleccionado activando el caso de uso: Mostrar Información de Plaguicida, terminando este.

Tabla 14 . Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Obtener Sugerencia de Plaguicidas

6.1.3.4 Caso de Uso: Actualizar Base de Datos

- Descripción: Actualización de la base de datos del sistema.
- Pre-Condiciones: El sistema se debe encontrar en la pantalla de inicio.
- Flujo de Eventos Básicos:

Actor	Sistema
1-El caso de uso comienza cuando el Agricultor selecciona la opción en la pantalla principal, "Actualizar".	2-El sistema despliega en la pantalla principal la fecha de la última actualización de la base de datos y un botón para actualizarla.
3-El Agricultor presiona el botón para actualizar la base de datos.	4-El sistema descarga, desde el servidor, el archivo de actualización de la base de datos, comprueba que este sea posterior a la base de datos existente y actualiza. Se muestra una pantalla indicando el éxito del proceso.
5- El Agricultor hace click en el botón "Aceptar" de la pantalla.	6-El sistema cierra la ventana, terminando el caso de uso

Tabla 15. Tabla de Flujos Básico para C.U. Actualizar Base de Datos

Flujo de Eventos Alternativo.

Actor	Sistema
	4(a)-En el caso que no se disponga de una conexión a Internet, exista un error en el servidor, el archivo descargado este corrupto o el archivo no es posterior a la base de datos del sistema, este desplegará una pantalla indicando lo sucedido.
7- El Agricultor hace click en el botón "Aceptar" de la pantalla.	8-El sistema cierra la ventana, terminando el caso de uso.

Tabla 16. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Actualizar Base de Datos

6.1.3.5 Caso de Uso: Generar Reporte

- Descripción: Generación de reporte con toda la información, contenida en la base de datos, relacionada a un plaguicida seleccionado.
- Pre-Condiciones: El sistema se debe encontrar en la pantalla de información de plaguicidas.
- Flujo de Eventos Básicos:

Actor	Sistema
1-El caso de uso comienza cuando el Agricultor selecciona la opción para generar informe.	2-El sistema captura el evento y muestra en pantalla un cuadro con las opciones “Solo Abrir” y “Guardar y Abrir”.
3-El Agricultor selecciona la opción “Guardar y Abrir”.	4-El sistema captura el evento y despliega una pantalla para seleccionar la carpeta donde se almacenará el reporte y el nombre de este.
5- El Agricultor selecciona el directorio donde guardará el reporte y escribe el nombre de este. Hace click en el botón “Guardar”.	6-El sistema realiza la conexión a la base de datos y genera el reporte, lo guarda en la carpeta especificada y luego ejecuta el lector de PDF o XLS por defecto del Sistema Operativo según corresponda, para abrir el informe. Termina el caso de uso.

Tabla 17. Tabla de Flujos Básico para C.U. Generar Reporte

Flujo de Eventos Alternativo.

Actor	Sistema
3(a)-El Agricultor selecciona la opción "Solo Abrir".	7- El sistema realiza la conexión a la base de datos y genera el reporte, luego ejecuta el lector de PDF o XLS por defecto del Sistema Operativo, según corresponda, para abrir el informe. Termina el caso de uso.
8- El Agricultor hace click en el botón "Aceptar" de la pantalla.	9-El sistema cierra la ventana, terminando el caso de uso.

Tabla 18. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Generar Reporte

6.1.3.6 Caso de Uso: Generar Actualización de la Base de Datos.

- Descripción: Genera un respaldo de la base de datos del equipo donde se encuentra la aplicación de mantenimiento de la base de datos, alojándolo en un host pre-establecido.
- Pre-Condiciones: El sistema debe contar con una conexión a Internet.
- Flujo de Eventos Básicos:

Actor	Sistema
1-El caso de uso comienza cuando el Administrador selecciona la opción para generar Actualización de la Base de Datos.	2-El sistema genera un archivo de actualización de la base de datos de forma temporal. Si el archivo es generado correctamente es subido a un servidor FTP. Si el archivo es subido satisfactoriamente la copia local es eliminada y se muestra un mensaje indicando lo sucedido.
3-El agricultor cierra el mensaje terminando el caso de uso.	

Tabla 19. Tabla de Flujos Básico para C.U. Generar Actualización de la Base de Datos

- Flujo de Eventos Alternativo.

Actor	Sistema
	2(a)- El sistema, en caso que el archivo no se genere correctamente, lanza un mensaje de error.
4- El usuario hace click en el botón "Aceptar" de la pantalla terminando el caso de uso.	2(b)- El sistema, en caso que no se suba satisfactoriamente el archivo al servidor FTP, muestra un mensaje de error.
5- El usuario hace click en el botón "Aceptar" de la pantalla terminando el caso de uso.	

Tabla 20. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Generar Actualización de la Base de Datos

6.1.3.7 Caso de Uso: Modificar, Agregar y eliminar información de la Base de Datos.

- Descripción: Manipula la información de la base de datos escribiendo en ella.
- Pre-Condiciones: Se debe encontrar iniciado el sistema de administración de la base de datos.
- Flujo de Eventos Básicos:

Actor	Sistema
1-El Administrador selecciona una tabla en el sistema para modificar sus datos.	2-El sistema despliega en pantalla las tuplas de la tabla seleccionada. También muestra botones para modificar, agregar o eliminar un elemento (fila).
3-El Administrador selecciona una fila de la tabla y presiona el botón modificar.	4.-El sistema despliega tantos campos de ingreso de texto como atributos tenga la tabla, con la información contenida en la fila seleccionada.
5.-El Administrador modifica los datos y confirma la operación.	6.-El sistema captura los cambios y los añade a la base de datos. Terminando el caso de uso.

Tabla 21. Tabla de Flujos Básico para C.U. Modificar Información de la Base de Datos

- Flujo de Eventos Alternativo.

Actor	Sistema
3(a)- El Administrador selecciona una fila de la tabla y presiona el botón eliminar.	7-El sistema solicita confirmación de la operación.
8- El Administrador confirma la operación.	9-El sistema elimina la fila de la base de datos. Terminando el caso de uso.
3(b)- El Administrador presiona el botón nuevo.	10- El sistema despliega tantos campos de ingreso de texto como atributos tenga la tabla.
11-El Administrador llena los campos y confirma la operación.	12.- El sistema captura los datos y los añade a la tabla seleccionada en una nueva fila, manteniendo el orden alfabético según el nombre. Terminando el caso de uso.

Tabla 22. Tabla de Flujos Alternativo para C.U. Modificar Información de la Base de Datos

6.2 Modelamiento de datos

En la Figura 3 se presenta el modelo entidad relación del sistema con el fin de facilitar la comprensión del modelo, los atributos de cada entidad y relaciones, según corresponda, se especifican en la Tabla 23. Es importante indicar que los atributos subrayados corresponden a la clave primaria de la entidad correspondiente.

Es importante resaltar que la entidad Equipo Protección no es utilizada en ninguno de los módulos del sistema, aun así se considera importante para el ámbito del problema y una posible extensión del sistema.

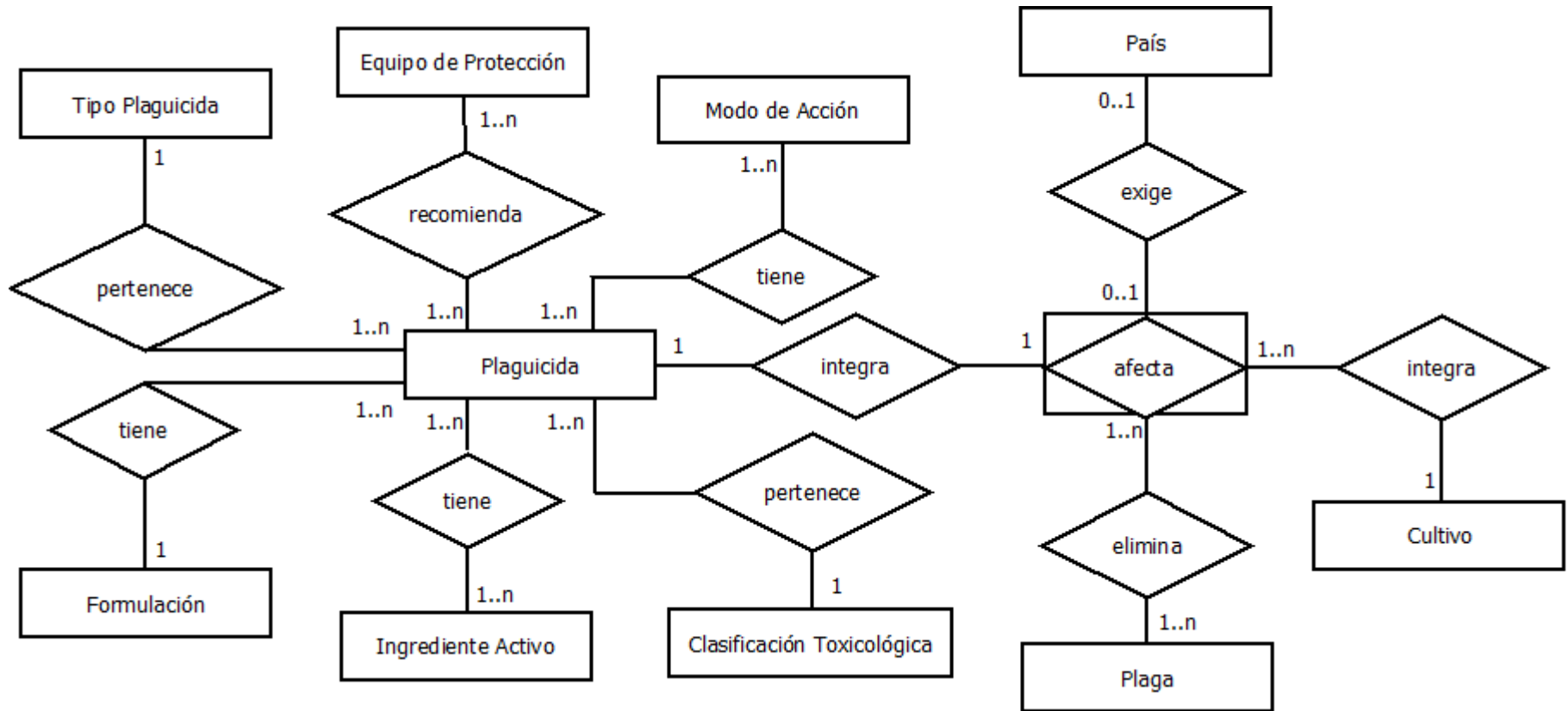


Figura 3. Modelo Entidad Relación de la Base de Datos del Sistema

Entidad	Atributos
Ingrediente Activo	<u>Id ingrediente activo</u> Nombre
Tipo Plaguicida	<u>Id tipo plaguicida</u> Nombre
Equipo Protección	<u>Id equipo proteccion</u> Nombre
Modo Acción	<u>Id modo accion</u> Nombre
Formulación	<u>Id formulacion</u> Nombre Sigla
Clasificación Toxicológica	<u>Id clasificacion toxicologica</u> Nombre
Plaga	<u>Id plaga</u> Nombre_comun Nombre_cientifico
País	<u>Id pais</u> Nombre
Cultivo	<u>Id cultivo</u> Nombre
exige	Dias_carencia_exigido Ppm
afecta	Dias_carencia_fabricante Dosis

Tabla 23. Atributos del Modelo Entidad-Relación.

6.3 Modelo de despliegue

En la Figura 4 se muestra la distribución de la solución al problema identificado para el presente proyecto. Se contemplan dos módulos del software, el módulo de apoyo a la selección de plaguicidas para cultivos agrícolas y el módulo de administración y generación de la base de datos. El primero puede estar presente en varios computadores de manera independiente ejecutándose al mismo tiempo, mientras que el segundo se contempla esté en solo un computador. Ambos se pueden comunicar con un servidor que está destinado a almacenar actualizaciones de la base de datos generados por el software de administración. Es importante indicar que no es necesario que los módulos del software estén conectados de forma permanente al servidor, solo se requiere conexión en los siguientes casos:

- Módulo de administración de la base de datos: al generar la actualización.
- Módulo de apoyo a la selección de plaguicidas: al actualizar su base de datos.

Es importante resaltar que el módulo de apoyo a la selección de plaguicidas verifica cada vez que se inicia si existe conexión al servidor y si hay disponible una actualización no descargada para darle aviso al usuario.

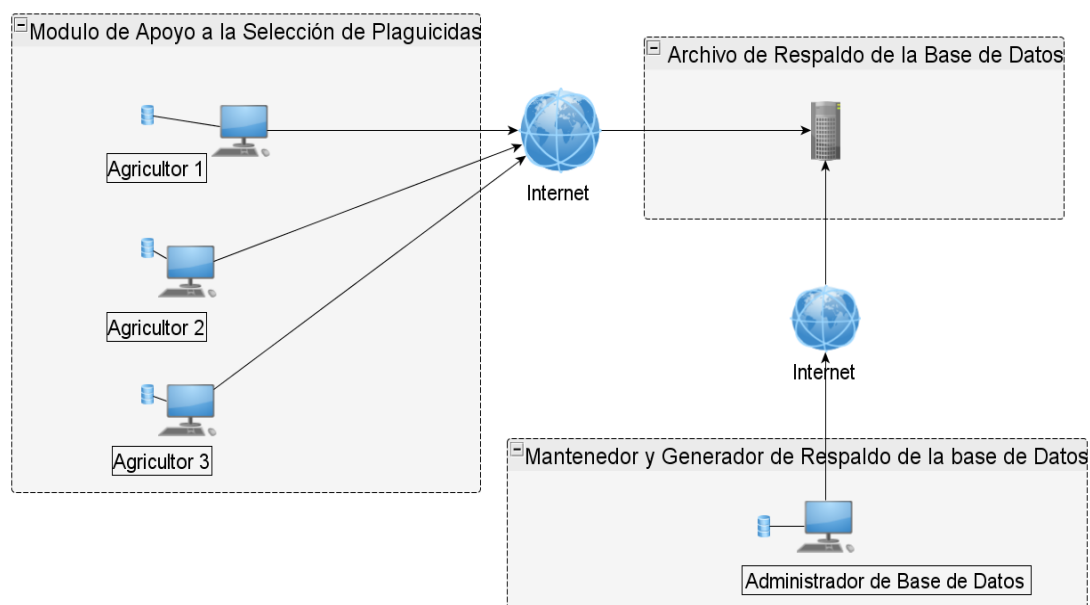


Figura 4. Modelo de despliegue de la solución del problema

6.4 Modelo de paquetes

En este punto se especifica gráficamente cómo se encuentran encapsuladas las clases que componen el módulo de administración de la base de datos y el de apoyo a la selección de plaguicidas.

6.4.1 Modelo de paquetes para el módulo de apoyo a la selección de plaguicidas

En la Figura 5 se puede observar el modelo de paquetes perteneciente al módulo de apoyo a la selección de plaguicidas, en este se muestra el encapsulamiento y se listan las clases en 3 paquetes que separan las capas de vista, modelo y controlador.

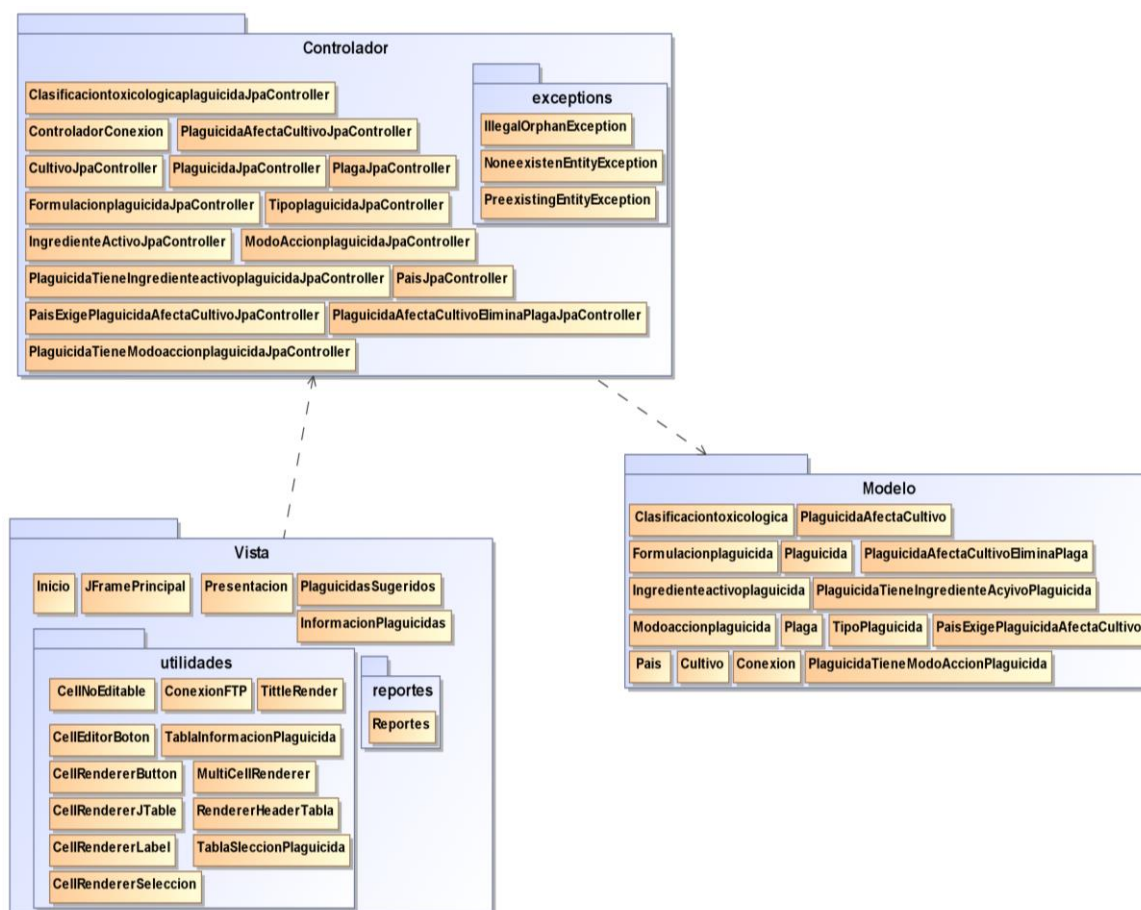


Figura 5. Modelo de Paquetes del módulo de apoyo a la selección de plaguicidas.

6.4.2 Modelo de paquetes para el módulo de administración de la base de datos

En la Figura 6 se presenta el modelo de paquetes perteneciente al módulo de administración de la base de datos, al igual que en el punto anterior este representa el modelo de 3 capas MVC (modelo, vista y controlador) junto con las clases que lo componen, para tener una noción más acabada de este.

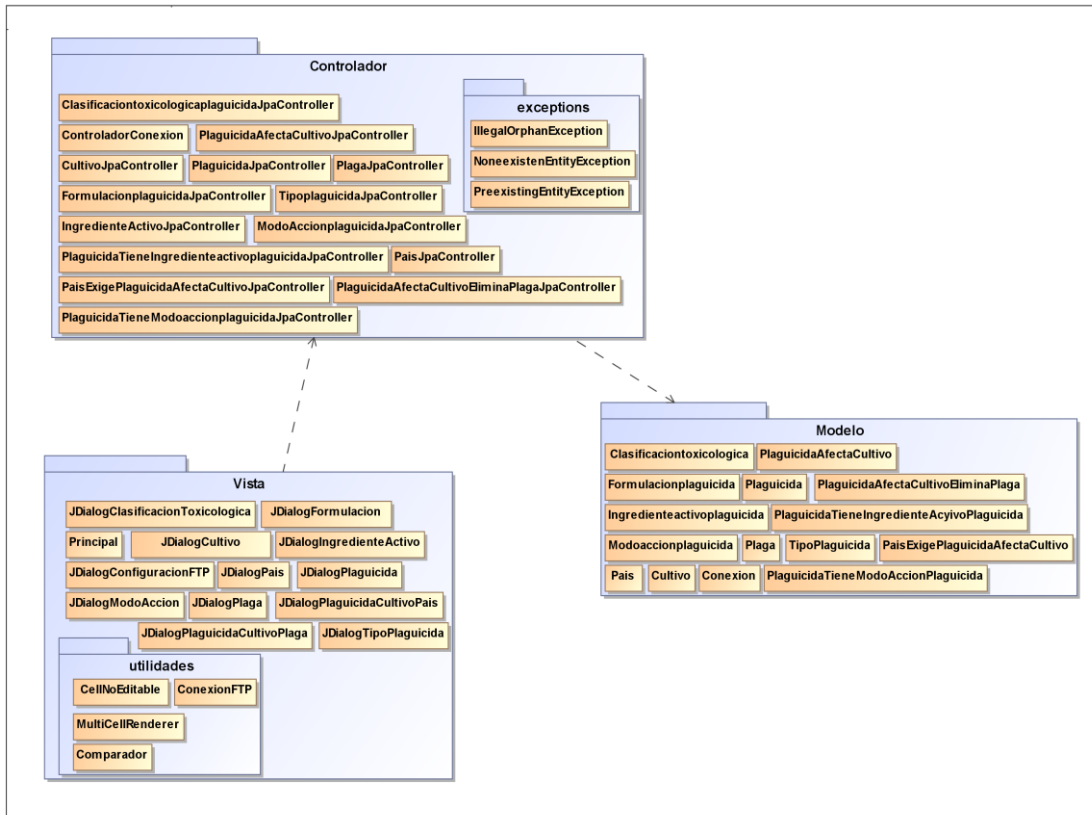


Figura 6. Modelo de Paquetes para el Módulo de Administración de la Base de Datos.

6.5 Modelo de clases

Con el fin de especificar de forma clara la composición de la estructura del sistema se presenta el modelo conceptual de clases para los módulos de apoyo a la selección de plaguicidas y el de administración de la base de datos. Los modelos descritos no representan una versión final de las clases que componen el sistema más bien una visualización general de la persistencia de este y su interacción con la capa de control del software.

Para el desarrollo de las clases del controlador se utiliza el asistente de Netbeans que permite obtener las clases entidad desde la base de datos. El asistente genera automáticamente cada clase, con orientación a objeto, en base a las tablas y las relaciones existentes en la base de datos. Posteriormente, se generan los controladores del tipo JPA para cada clase entidad, estos poseen las funciones propias de un controlador, el manejo de las operaciones de inserción, eliminación y actualización de las tuplas de las tablas pertenecientes a la base de datos desde los objetos generados, además de otras funciones como obtener los objetos de una clase, equivalentes a las tupas de una tabla, objetos filtrados por identificador, por atributos, los objetos que se obtienen de las relaciones entre clases entidad, etc..

6.5.1 Modelo conceptual del módulo de apoyo a la selección de plaguicidas

En la Figura 7 se presenta el modelo conceptual de las clases que conforman las capas de persistencia y control del módulo de apoyo a la selección de plaguicidas. Es importante indicar que en el diagrama no se muestran las clases pertenecientes a la vista con el fin de simplificar la lectura del modelo.

Tal como se mencionó en la sección 6.2, Modelamiento de datos, para la capa de persistencia no se creó el objeto correspondiente a la entidad “Equipo de Protección” del modelo Entidad-Relación, debido a que no se utiliza en ninguno de los módulos del sistema.

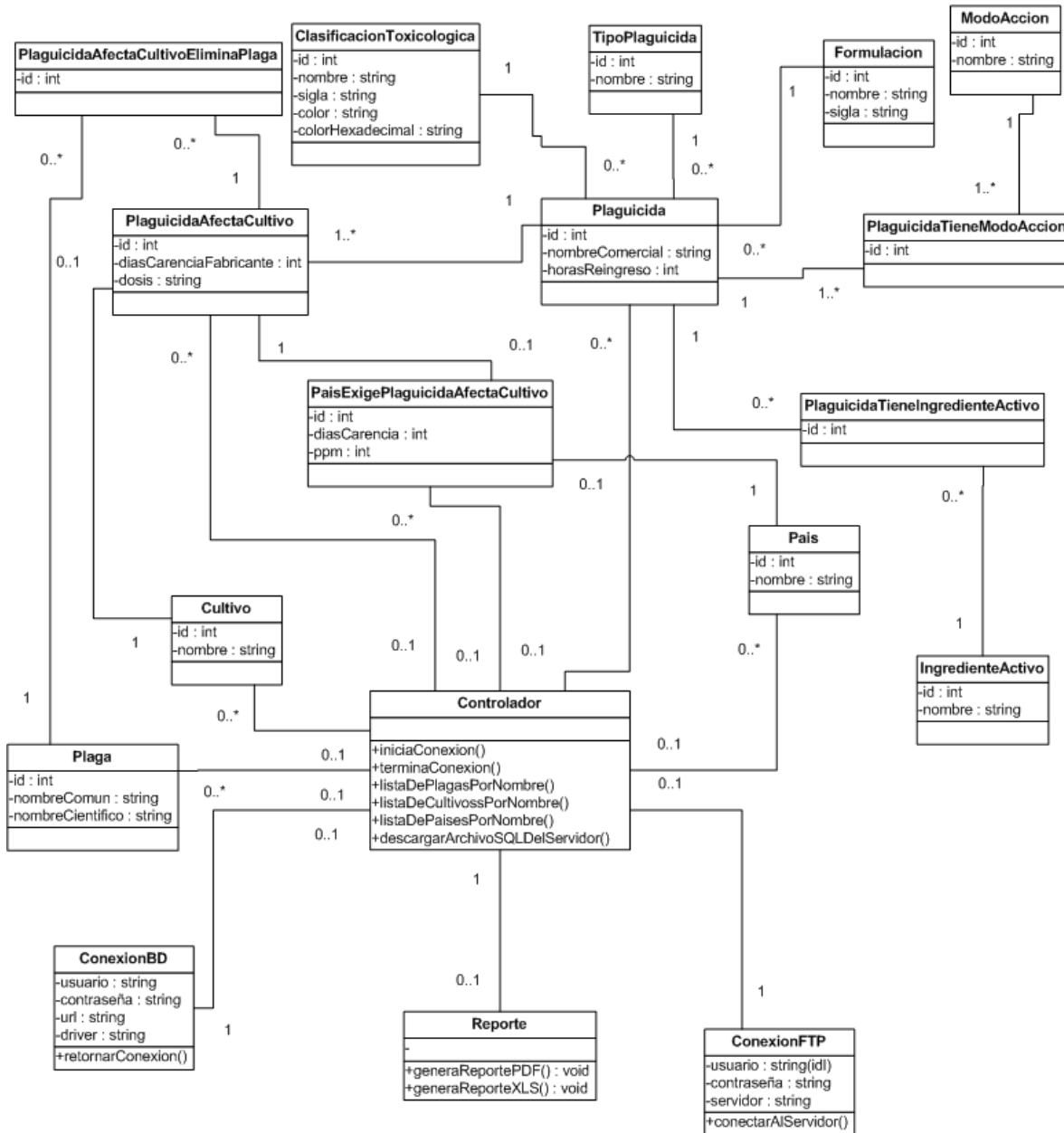


Figura 7. Modelo de Clases Conceptual para el Módulo de Apoyo a la Selección de Plaguicidas

6.5.2 Modelo conceptual del módulo de administración de la base de datos

En la Figura 8 se presenta el modelo conceptual de clases para el módulo de administración de la base de datos. En este solo se muestran las clases pertenecientes a la persistencia y controlador con el fin de simplificar la lectura del modelo.

Al igual que en la Figura 7 del apartado 6.5.1, para las clases que corresponden a la persistencia no se creó el objeto correspondiente a la entidad “Equipo de Protección” del modelo Entidad-Relación.

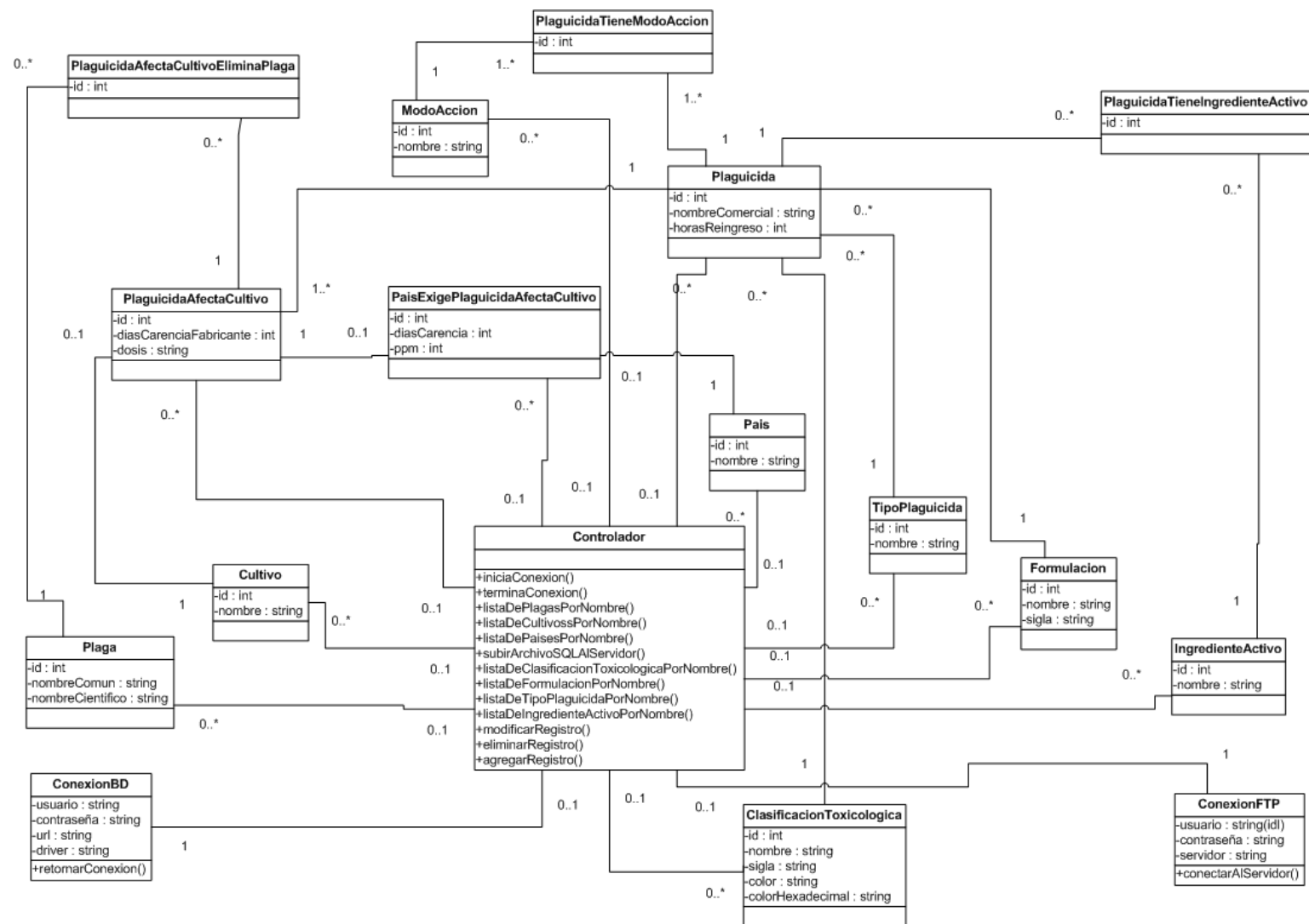


Figura 8. Modelo de Clases Conceptual - Módulo de Administración de la Base de Datos

7 DISEÑO

El diseño considera la transformación de la información obtenida durante la etapa de análisis del problema en modelos para la solución del problema.

A continuación se presentan aspectos relativos al diseño de la base de datos, de la arquitectura funcional que se utilizará y de las interfaces de navegación que compondrán el sistema.

7.1 Diseño físico de la base de datos

En la Figura 9 se presenta el diagrama relacional de la base de datos del sistema, en la que se detallan aspectos como las relaciones entre las diferentes tablas, los atributos de cada una y sus tipos de datos, sus claves primarias y claves foráneas. Este modelo es resultado de la transformación del Modelo Entidad Relación, presentado previamente en la Figura 3, mediante el álgebra relacional al modelo relacional.

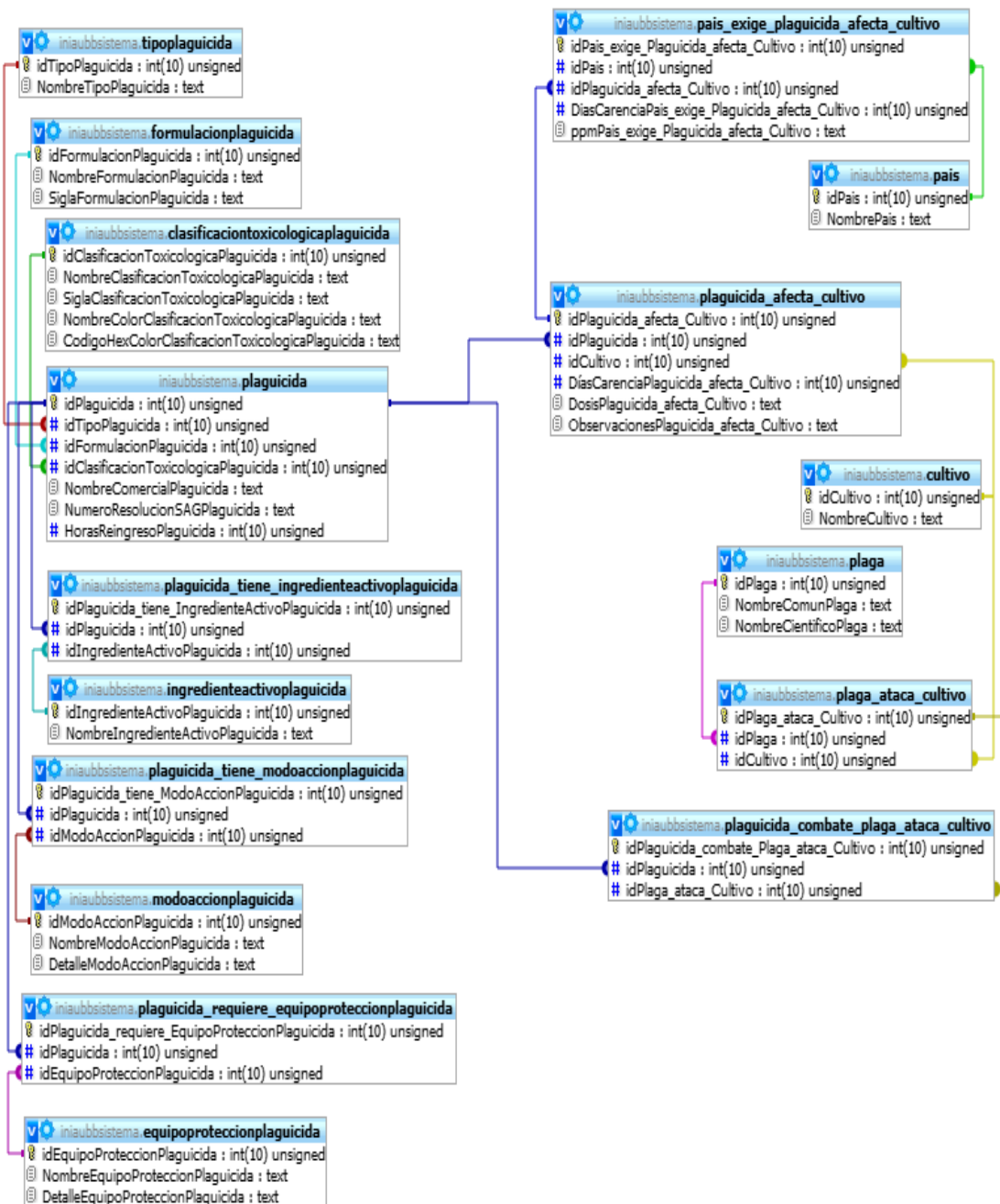


Figura 9. Diseño Físico de la Base de Datos Relacional del Sistema

7.2 Diseño de arquitectura funcional

En la Figura 10 se presenta un árbol de descomposición para representar la arquitectura funcional del módulo de apoyo a la selección de plaguicidas. En este diseño se muestran los casos de uso en los primeros niveles y en los niveles finales, las funciones que se deben programar para el funcionamiento del módulo. En el caso de la Figura 11, se tiene en el 2° nivel los casos de uso, y en los niveles 3° y 4° algunas de las funciones programadas en las clases.

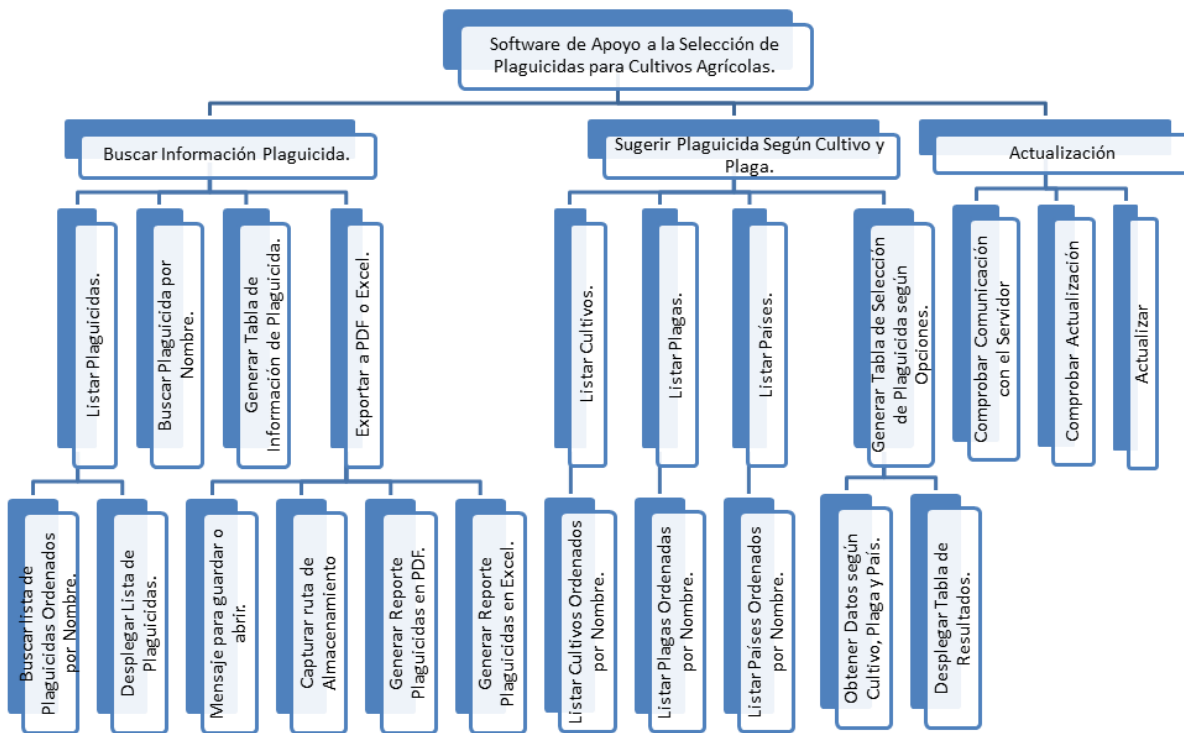


Figura 10. Diseño de Arquitectura Funcional del Módulo de Apoyo a la Selección de Plaguicidas

7.3 Diseño interfaz

Para el diseño de la interfaz y la navegación se muestran aspectos generales que contiene el sistema. Los siguientes diseños, separados por las ventanas que componen el sistema, consideran la organización de cada ventana, donde se define la ubicación de mensajes, botones, entradas de texto, títulos de página, etc.. Para el aspecto de la interfaz, se tienen considerados colores suaves y poco uso de imágenes, de forma que no se sature la pantalla (desde un punto de vista gráfico), debido a que los usuarios finales de la aplicación son personas poco familiarizadas con aplicaciones, por lo que una sobrecarga de elementos gráficos puede generar dificultades al momento de su utilización.

Se debe agregar que esta etapa del proyecto no considera todos los aspectos visuales en cuanto a usabilidad y diseño, puesto que en el grupo de desarrollo no se encuentra presente un profesional del área de diseño gráfico. Por lo mismo debemos resaltar que es importante que para un próximo incremento del software, posterior al presente proyecto, el equipo de desarrollo correspondiente debe ser asesorado por un diseñador gráfico. Algunos de los puntos importantes que se deben tomar en cuenta para una posterior modificación de la interfaz son:

- Tamaño de la fuente tipográfica y tipo acorde al usuario final.
- Colores de la interfaz.
- Color de la fuente en caso de mensajes importantes.
- Logos que identifiquen componentes que permiten interactuar con el usuario.
- Logo de presentación que incluya los de INIA y UBB.

Destacamos que mucho de los puntos antes tocados se realizaron, pero sin el asesoramiento de un profesional del área como se consideraba en el estudio de Factibilidad Técnica (Sección 5.1).

7.3.1 Diseño de interfaz para el módulo de apoyo a la selección de plaguicidas

El resultado de las pantallas que a continuación se presentan se puede apreciar en el anexo B (Pantallas del sistema), sección 12.1 (Pantallas para el módulo de apoyo a la selección de plaguicidas).

7.3.1.1 Diseño de la ventana principal

La ventana principal (Figura 11) contiene las funcionalidades que contempla el sistema para el usuario agricultor (del modelo de caso de uso, Figura 2).

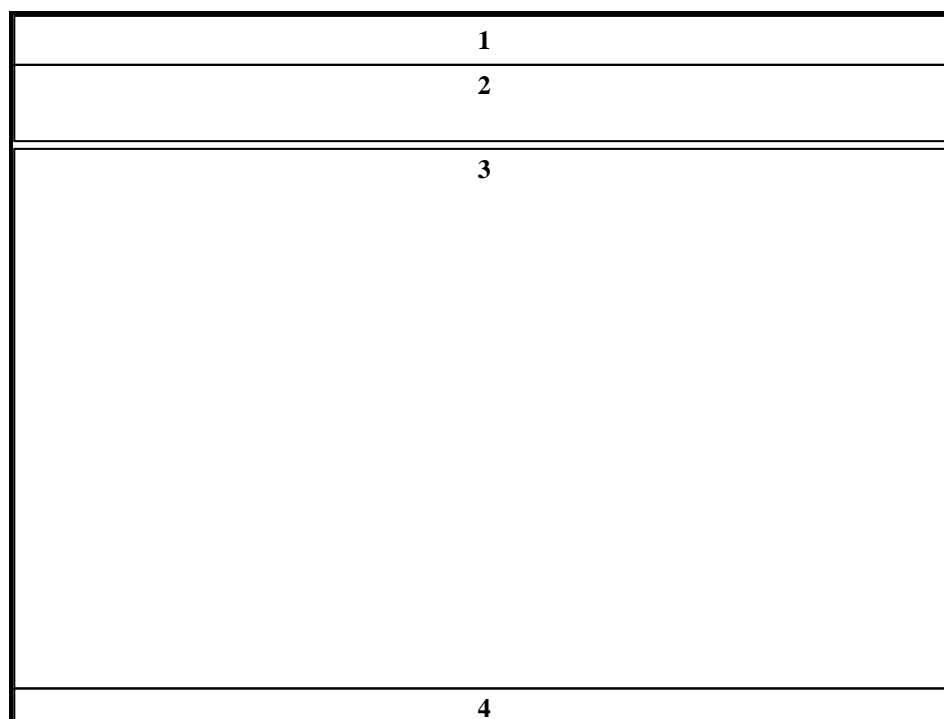


Figura 11. Diagrama de Diseño de Interfaz para la Ventana Principal del Módulo de Apoyo a la Selección de Plaguicidas

Contenido de la Ventana:

- Área 1: Barra de menú de la aplicación, como Archivo y Ayuda.
- Área 2: Pestañas con las funcionalidades de la aplicación: Información de Plaguicidas, Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo y Actualización.
- Área 3: Contenido de la opción seleccionada en el Área 2.
- Área 4: Mensaje con las fuentes de información utilizadas en el software.

En este caso, el área 3 de la Figura 11 presenta diferentes contenidos dependiendo de la opción que se seleccione en las pestañas de la ventana principal.

7.3.1.2 Especificación de la Pestaña de Información de Plaguicidas

Para la pestaña de Información de Plaguicida de la Figura 12, se listan los plaguicidas para que el usuario seleccione uno según nombre y luego se pueda desplegar su información.

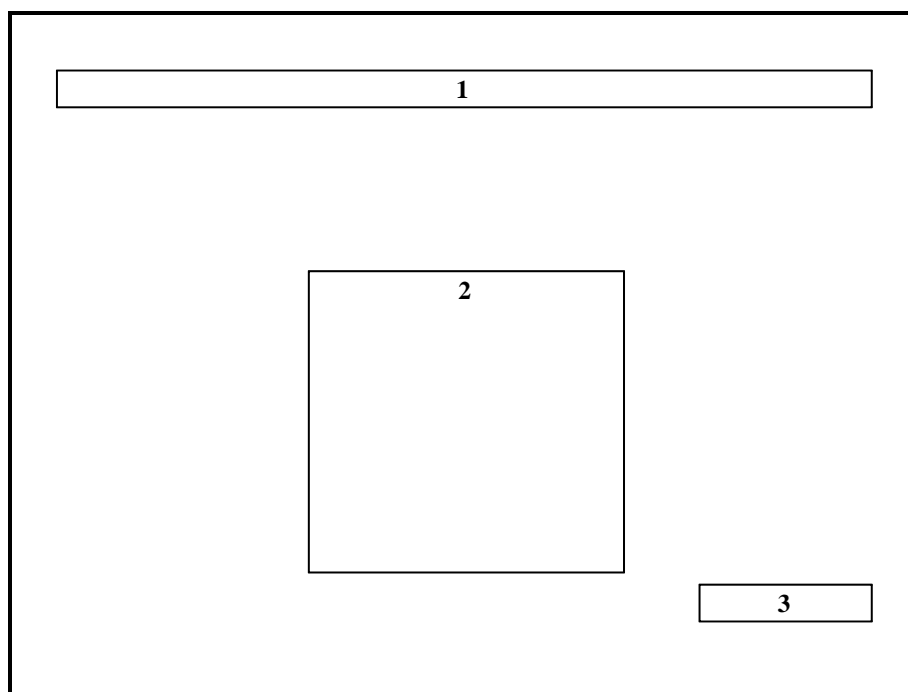


Figura 12. Diagrama de Diseño de Interfaz de la Pestaña de Información de Plaguicidas

Contenido de la Ventana:

- Área 1: Texto con indicaciones de uso.
- Área 2: Despliegue de la lista de plaguicidas para la selección.
- Área 3: Botón para generar interfaz con información del plaguicida.

Desde esta pestaña se despliega la pantalla de Información de Plaguicida posterior a haber seleccionado un plaguicida y presionando el botón.

7.3.1.3 Especificación de la Pestaña de Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo

En la Figura 13 se muestra la distribución de los elementos para la pestaña de plaguicidas sugeridos según cultivo. En esta pestaña se deben capturar las características que hacen posible buscar un plaguicida que cumpla con las exigencias nacionales o del país al que desea exportar el agricultor.

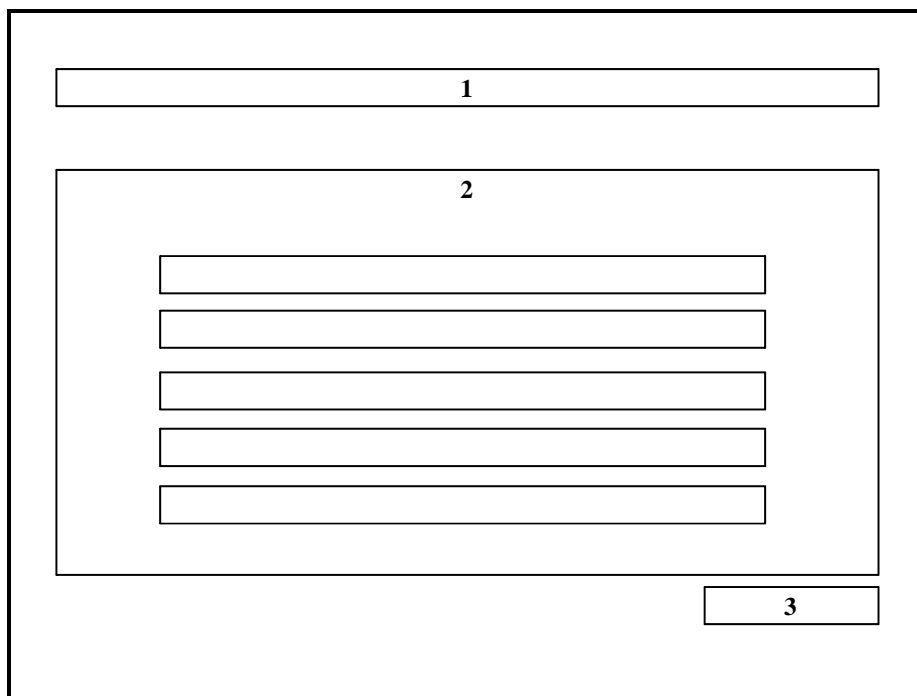


Figura 13. Diagrama de Diseño de la Pestaña de Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo

Contenido de la Ventana:

- Área 1: Texto con indicaciones de uso.
- Área 2: Despliegue y selección de: cultivo, plaga (nombre común y científico), país de destino y días para próxima cosecha.
- Área 3: Botón para generar interfaz con plaguicidas sugeridos.

Desde esta pestaña se accede a la interfaz de plaguicidas sugeridos luego de completar los datos y presionar el botón.

7.3.1.4 Especificación de la Pestaña de Actualización

En la Figura 14 se presenta el diseño general de la pestaña “Actualización”, esta permite mantener los datos del software actualizados e informar al agricultor, en el caso que tenga conexión a Internet, si existe una nueva versión para la base de datos.

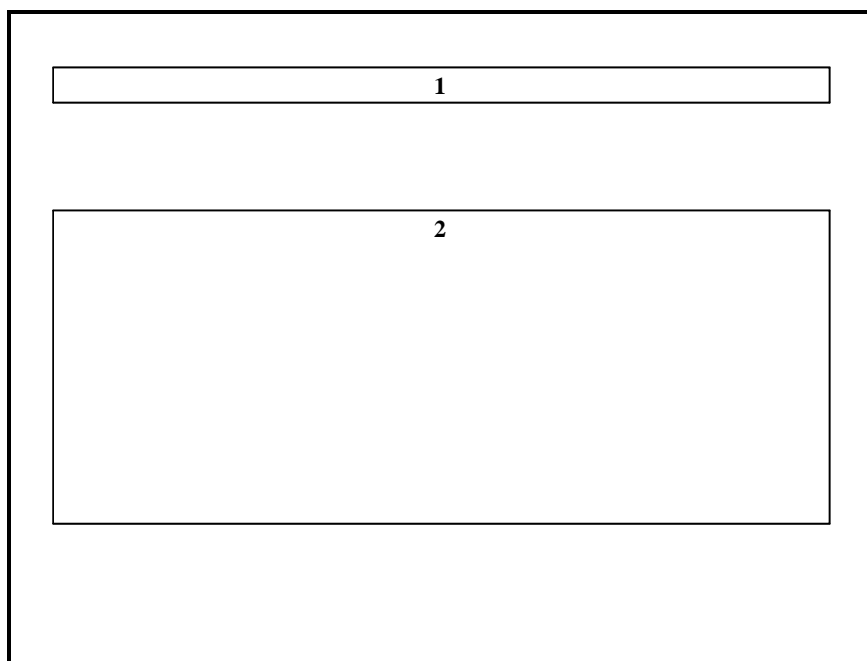


Figura 14. Diagrama de Diseño de Interfaz de Actualización

Contenido de la Ventana:

- Área 1: Texto con indicaciones de uso.
- Área 2: Información relacionada a la última actualización y botón para ejecutarla.

7.3.1.5 Especificación de Interfaz de Información de Plaguicidas

En esta interfaz, Figura 15, se muestra la información propia de un plaguicida junto con la que hace referencia a las plagas que combate, cultivos en los que se aplica y países en los que está restringido.

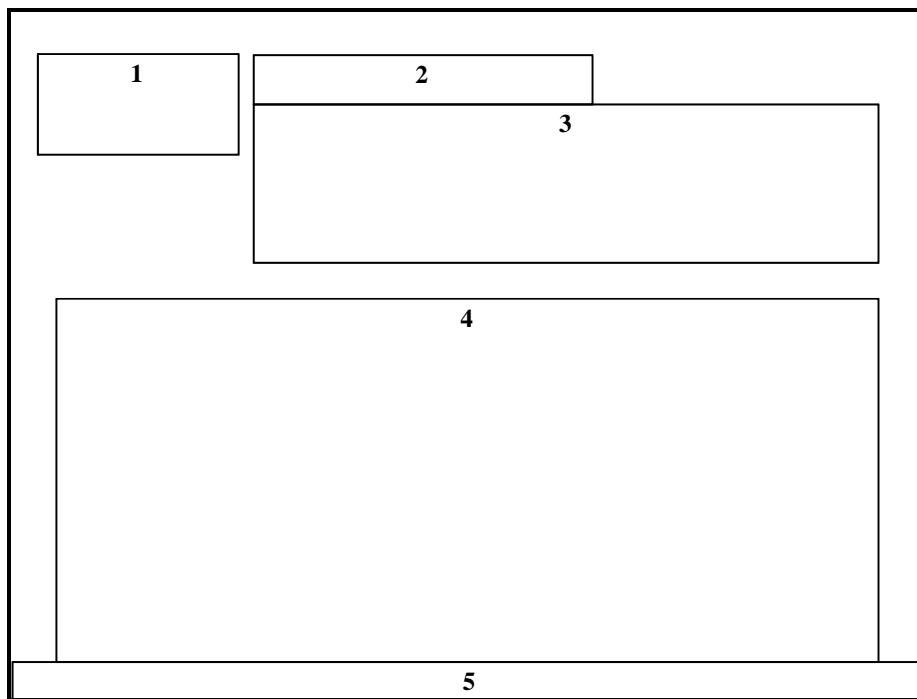


Figura 15. Diagrama de Diseño de Interfaz de Información de Plaguicidas

Contenido de la Ventana:

- Área 1: Iconos para generar reportes.
- Área 2: Título de la ventana con el nombre del plaguicida.
- Área 3: Datos relevantes del plaguicida según el modelo de datos.
- Área 4: Tabla con información que relaciona al plaguicida con: cultivos, plagas y/o enfermedades y países.
- Área 5: Referencias sobre las fuentes de información usadas.

7.3.1.6 Especificación de Interfaz de Plaguicidas Sugeridos

En la Figura 16 se presenta el diseño para la interfaz de plaguicidas sugeridos, la cual muestra una lista de plaguicidas que combaten una determinada plaga en un cultivo específico, datos que son capturados en la interfaz de plaguicidas sugeridos según cultivos.

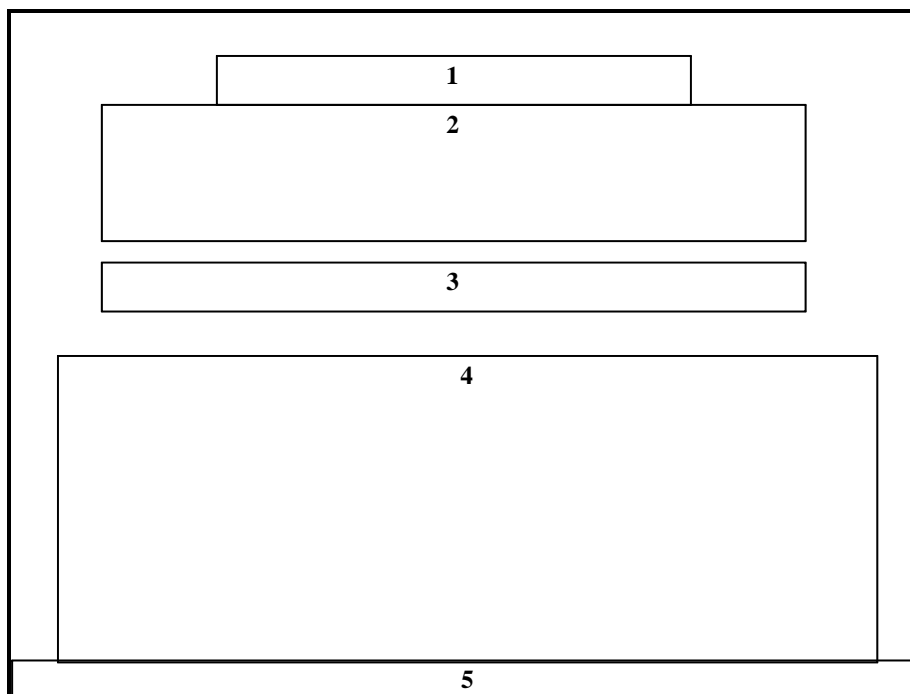


Figura 16. Diagrama de Diseño de Interfaz de Plaguicidas Sugeridos

Contenido de la Ventana:

- Área 1: Título de la ventana.
- Área 2: Información con los datos relevantes para la selección de un plaguicida.
- Área 3: Mensaje de información que indica cómo diferenciar los plaguicidas que cumplen con los criterios ingresados de los que no.
- Área 4: Tabla con información resumida sobre plaguicidas y país seleccionado.
- Área 5: Referencias sobre las fuentes de información usadas.

Desde esta interfaz se puede acceder también a la de información de un plaguicida.

7.3.2 Diseño de interfaz para el módulo de administración y generación de la base de datos

En el anexo B (Pantallas del sistema), sección 12.2 (Ventana para modificar y crear elementos) se muestra el resultado de las pantallas que a continuación se diseñan.

7.3.2.1 Diseño de la Ventana Principal

Se presenta el diseño de la ventana principal para los mantenedores (Figura 17), desde esta se puede acceder a las tuplas de las distintas tablas de la base de datos para modificarlas, eliminarlas o crear una nueva.

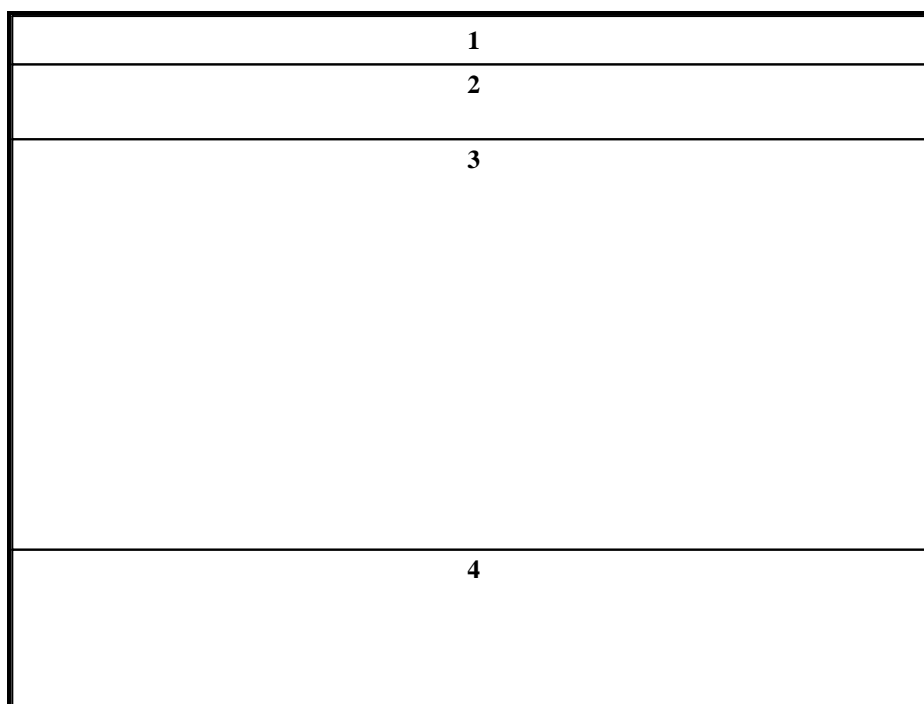


Figura 17. Diagrama de Diseño de Interfaz para la Ventana Principal de los Mantenedores

Contenido de la Ventana:

- Área 1: Barra de menú de la aplicación, para acceder a la información de las tablas de la base de datos.
- Área 2: Título de la ventana.
- Área 3: Contiene una tabla que muestra la información seleccionada en el Área 1
- Área 4: Sector que contiene los botones para eliminar, crear o modificar una tupla.

7.3.2.2 Diseño de la Ventana para Modificar y Crear Elementos

A continuación, en la Figura 18, se presenta la distribución del contenido de las ventanas para modificar y crear una nueva tupla. Lo anterior se realiza de manera general sin entrar en especificación para cada tabla contenida en la base de datos.

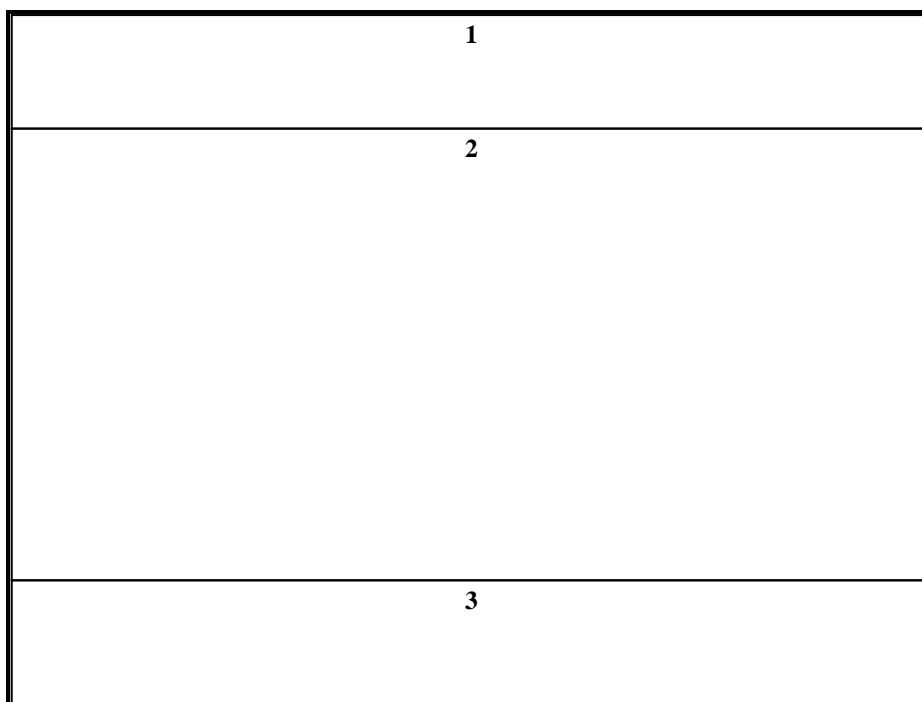


Figura 18. Diagrama de Diseño de Interfaz para la Ventana Crear y Modificar de los Mantenedores

Contenido de la Ventana:

- Área 1: Título de la ventana.
- Área 2: Despliega la información de la tupla seleccionada en la ventana principal para el caso de modificar o campos vacíos para crear.
- Área 3: Botones para crear o modificar una tupla.

Una vez realizada una modificación o creación de una tupla la ventana se cierra.

8 PRUEBAS

Las pruebas son un elemento importante en el desarrollo de un sistema, ya que tienen por objetivo el determinar si el desarrollo que se realiza hace lo que se espera que realice y si es que realmente es lo que el usuario desea como solución a sus necesidades.

8.1 Elementos de prueba

Los componentes que serán puestos a prueba corresponden a elementos de los paquetes del modelo, para comprobar que realmente están realizando una correcta transformación a objetos desde la base de datos, el controlador, para verificar que sus resultados son los que se le solicitan desde la vista, y finalmente la vista, para comprobar que ejecuta lo que se espera.

8.2 Especificación de las pruebas

A continuación, en la Tabla 24, se listan las pruebas definidas para el proyecto, estas se utilizan en cada etapa del desarrollo incremental.

Características a probar	Nivel de prueba	Objetivo de la Prueba	Enfoque para la definición de casos de prueba	Técnicas para la definición de casos de prueba	Actividades de prueba	Criterios de cumplimiento
Funcionalidad.	Unidad. (Orden de abajo hacia arriba)	Determinar fallas en las clases.	Caja Negra.	Particiones Equivalentes.	Primero se prueban las clases correspondientes al paquete modelo, luego las del paquete controlador y finalmente la interfaz de usuario.	Se prueban las clases hasta encontrar fallos, sin superar los 20 casos de prueba.

Funcionalidad.	Integración.	Determinar fallas en las clases.	Caja Negra.	Funcional.	A medida que se avanza con los incrementos las nuevas clases son probadas con las del incremento anterior.	Se prueban las clases hasta encontrar fallos, sin superar los 20 casos de prueba.
Esfuerzo.	Sistema.	Determinar el tamaño máximo de la base de datos antes que el tiempo de respuesta del software supere 4 segundos cuando las acciones correspondan a consultas a la base de datos.	Caja Negra.	Sobrecarga.	Las pruebas al software se realizan a medida que se agregan tuplas a las tablas que contienen la información requerida.	Obtener el número máximo de registros posibles antes que el sistema supere los 4 segundos.

Tabla 24. Tabla de Especificación de Pruebas del Sistema

8.3 Responsables de las pruebas

Los encargados de la realización de las pruebas deben ser idealmente desarrolladores que no estén involucrados en la programación de los módulos a probar y por lo mismo tiene mayor disposición a encontrar errores en el componente o ambigüedades en su especificación. (Weitzenfeld, 2005)

Para el proyecto los responsables de las pruebas son los mismos desarrolladores, debido a que no se cuenta con un gran número de personas dentro del grupo de trabajo. Considerando lo anterior cabe destacar que el desarrollo de los módulos fue dividido para posteriormente realizar las pruebas en conjunto, con el fin de encontrar el mayor número de fallos posibles y corregirlos rápidamente.

8.4 Detalle de las pruebas

Es importante conocer el detalle de los resultados obtenidos durante la ejecución de las pruebas, debido a que entregan confiabilidad a los usuarios finales del software.

8.4.1 Pruebas de unidad

Según Pressman (2005) las pruebas de unidad se concentran en el esfuerzo de verificación de la unidad más pequeña del diseño del software: el componente o módulo de software.

Existen dos conceptos importantes al realizar pruebas estos son validación y verificación. Ambos hacen referencia al producto, el primero se refiere a si se está construyendo el producto correcto y verificación a si se está construyendo de forma correcta. (Weitzenfeld, 2005)

Es importante destacar que todas las pruebas de unidad especificadas a continuación son de caja negra.

8.4.1.1 Plaguicida

Se prueba la clase Plaguicida perteneciente al modelo del sistema.

ID caso de prueba	001
Descripción	Consiste en obtener todos los plaguicidas ordenados alfabéticamente por nombre
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de prueba	No es necesario.
Resultados esperados	Lista ordenada por nombre comercial con todos los plaguicidas existentes en la base de datos.
Resultados obtenidos	Se listan todos los plaguicidas ordenados según nombre comercial registrados en la base de datos.
Evaluación de la prueba	No se encontraron errores en los resultados obtenidos.

Tabla 25. Prueba Unidad 001 para la Clase Plaguicida del Modelo

ID caso de prueba	002
Descripción	Se verifica que, dependiendo de un id ingresado, la clase devuelva el plaguicida al cual corresponde la id.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de entrada	Id de plaguicidas probados: <ul style="list-style-type: none"> • Id válida: 30, 26 y 31 • Id no registrada: 55,102 y -1 • Id inválida: null
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Para las id válidas debe retornar una lista por cada plaguicida concordante con la base de datos (Diazol 50 EW, Abamite e Imidan 70 WP). • El resultado obtenido debe ser una lista vacía por cada id de plaguicida no registrado. • El resultado obtenido debe ser una lista vacía.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtuvo una lista con el plaguicida especificado. • Se obtuvo una lista vacía por cada id de plaguicida no registrado. • Se obtuvo una lista vacía.
Evaluación de la prueba	No se registraron fallas en el funcionamiento de la clase.

Tabla 26. Prueba Unidad 002 para la Clase Plaguicida del Modelo

8.4.1.2 Cultivo

Se prueba la clase Cultivo perteneciente al modelo del sistema.

ID caso de prueba	003
Descripción	Consiste en obtener todos los cultivos ordenados alfabéticamente por nombre.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de prueba	No es necesario.
Resultados esperados	Lista ordenada por nombre con todos los cultivos existentes en la base de datos.
Resultados obtenidos	Se listan todos los cultivos ordenados según nombre registrados en la base de datos.
Evaluación de la prueba	No se encontraron errores en los resultados obtenidos.

Tabla 27. Prueba Unidad 003 para la Clase Cultivo del Modelo

ID caso de prueba	004
Descripción	Se verifica que dependiendo de un id ingresado la clase devuelva el cultivo al cual corresponde la id.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de entrada	Id de cultivos probados: <ul style="list-style-type: none"> • Id válida: 10, 25 y 15 • Id no registrada: 55, -55 y 999 • Id inválida: null
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Para las id válidas debe retornar una lista por cada cultivo concordante con la base de datos (Clementina, Nisperos y Granadas). • El resultado obtenido debe ser una lista vacía por cada id de cultivo probado. • El resultado obtenido debe ser una lista vacía.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • El resultado obtenido debe ser una lista vacía por cada id de cultivo no registrado. • Se obtuvo una lista vacía por cada cultivo no registrado.. • Se obtuvo una lista vacía.
Evaluación de la prueba	No se registraron fallas en el funcionamiento de la clase.

Tabla 28. Prueba Unidad 004 para la Clase Cultivo del Modelo

8.4.1.3 Plaga

Se prueba la clase Plaga perteneciente al modelo del sistema.

ID caso de prueba	005
Descripción	Consiste en obtener todas las plagas ordenadas alfabéticamente por nombre.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de prueba	No es necesario.
Resultados esperados	Lista ordenada por nombre con todas las plagas existentes en la base de datos.
Resultados obtenidos	Se listan todas las plagas ordenadas según nombre registrados en la base de datos.
Evaluación de la prueba	No se encontraron errores en los resultados obtenidos.

Tabla 29. Prueba Unidad 005 para la Clase Plaga del Modelo

ID caso de prueba	006
Descripción	Se verifica que dependiendo de un id ingresado la clase devuelva la plaga correspondiente a la id.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de entrada	Id de plagas probadas: <ul style="list-style-type: none"> • Id válida: 4, 15 y 3 • Id no registrada: 55, -4 y 200 • Id inválida: null
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Para las id válidas debe retornar una lista por cada plaga concordante con la base de datos (Arañita Bimaculada, Corazon Mohoso y Arañita Roja Europea). • El resultado obtenido debe ser una lista vacía para cada id de plaga probada. • El resultado obtenido debe ser una lista vacía.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtuvo una lista con el cultivos especificado. • Se obtuvo una lista vacía por cada id de plaga probada. • Se obtuvo una lista vacía.
Evaluación de la prueba	No se registraron fallas en el funcionamiento de la clase.

Tabla 30. Prueba Unidad 006 para la Clase Plaga del Modelo

8.4.1.4 País

ID caso de prueba	007
Descripción	Consiste en obtener una lista con todos los países ordenados alfabéticamente por su nombre.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de prueba	No es necesario.
Resultados esperados	Lista ordenada por nombre con todos los países existentes en la base de datos.
Resultados obtenidos	Se listan todos los países ordenados según nombre registrados en la base de datos.
Evaluación de la prueba	No se encontraron errores en los resultados obtenidos.

Tabla 31. Prueba Unidad 007 para la Clase País del Modelo

ID caso de prueba	008
Descripción	Se verifica que dependiendo de un id ingresado la clase devuelva el país correspondiente a esa id.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de entrada	Id de plagas probadas: <ul style="list-style-type: none"> • Id válida: 15, 10 y 20. • Id no registrada: 180, -1 y 897. • Id inválida: null.
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Para las id válidas debe retornar una lista por cada país que sea concordante con los de la base de datos (Nueva Zelanda, Suiza y China). • El resultado obtenido debe ser una lista vacía para cada id de un país probada. • El resultado obtenido debe ser una lista vacía.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtuvo una lista con los países ordenados por nombre. • Se obtuvo una lista vacía por cada id de país probada. • Se obtuvo una lista vacía.
Evaluación de la prueba	No se registraron fallas en el funcionamiento de la clase.

Tabla 32. Prueba Unidad 008 para la Clase País del Modelo

8.4.1.5 CultivoJpaController

ID caso de prueba	009
--------------------------	-----

Descripción	Consiste en obtener una lista con todos los cultivos ordenados alfabéticamente por su nombre.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de prueba	No es necesario.
Resultados esperados	Lista ordenada por nombre con todos los cultivos existentes en la base de datos.
Resultados obtenidos	Se listan todos los cultivos ordenados según nombre registrados en la base de datos.
Evaluación de la prueba	No se encontraron errores en los resultados obtenidos.

Tabla 33. Prueba Unidad 009 para la Clase CultivoJpaController del Controlador

ID caso de prueba	010
Descripción	Se verifica que dependiendo de un id ingresado la clase devuelva el cultivo correspondiente a la id.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de entrada	Id de cultivos probados: <ul style="list-style-type: none"> • Id válida: 30, 26 y 16 • Id no registrada: 255, -6 y 200 • Id inválida: null
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Para las id válidas debe retornar una lista por cada cultivo concordante con la base de datos (Pomelo, Nueces e Higos). • El resultado obtenido debe ser una lista vacía para cada id de cultivo probada. • El resultado obtenido debe ser una lista vacía.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtuvo una lista con el cultivo por cada id especificado. • Se obtuvo una lista vacía por cada id de cultivo probada. • Se detuvo la ejecución del programa por una excepción no capturada.

Evaluación de la prueba	Se identificó una falta en la clase CultivoJpaController, debido a que no se capturo una excepción. Es necesario modificar el método que busca por id un cultivo para cuando se le envía un parámetro nulo.
--------------------------------	---

Tabla 34. Prueba Unidad 010 para la Clase CultivoJpaController del Controlador

8.4.1.6 PaisJpaController

ID caso de prueba	011
Descripción	Consiste en obtener una lista con todos los países ordenados alfabéticamente por su nombre.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de prueba	No es necesario.
Resultados esperados	Lista ordenada por nombre con todos los países existentes en la base de datos.
Resultados obtenidos	Se listan todos los países ordenados según nombre registrados en la base de datos.
Evaluación de la prueba	No se encontraron errores en los resultados obtenidos.

Tabla 35. Prueba Unidad 011 para la Clase PaisJpaController del Controlador

ID caso de prueba	012
Descripción	Se verifica que dependiendo de un id ingresado la clase devuelva el país correspondiente a la id.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de entrada	Id de países probados: <ul style="list-style-type: none"> • Id válida: 15, 6 y 2 • Id no registrada: 210, -10 y 0 • Id inválida: null
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Para las id válidas debe retornar una lista por cada país concordante con la base de datos (Nueva Zelanda, Rusia y Brasil). • El resultado obtenido debe ser una lista vacía para cada id de país probada. • El resultado obtenido debe ser una lista vacía.

Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtuvo una lista con el país por cada id especificado. • Se obtuvo una lista vacía por cada id de país probada. • Se detuvo la ejecución del programa por una excepción no capturada.
Evaluación de la prueba	Se identificó una falta en la clase PaisJpaController, debido a que no se capturo una excepción. Se debe modificar el método que busca por id un país para cuando se le envía un parámetro nulo.

Tabla 36. Prueba Unidad 012 para la Clase PaisJpaController del Controlador

8.4.1.7 PlaguicidaJpaController

ID caso de prueba	013
Descripción	Consiste en obtener una lista con todos los plaguicidas ordenados alfabéticamente por su nombre.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de prueba	No es necesario.
Resultados esperados	Lista ordenada por nombre con todos los plaguicidas existentes en la base de datos.
Resultados obtenidos	Se listan todos los plaguicidas ordenados según nombre registrados en la base de datos.
Evaluación de la prueba	No se encontraron errores en los resultados obtenidos.

Tabla 37. Prueba Unidad 013 para la Clase PlaguicidaJpaController del Controlador

ID caso de prueba	014
Descripción	Se verifica que dependiendo de un id ingresado la clase devuelva el plaguicida correspondiente a la id.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de entrada	Id de plaguicidas probados: <ul style="list-style-type: none"> • Id válida: 33, 26 y 30 • Id no registrada: 300, -3 y 599 • Id inválida: null

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Para las id válidas debe retornar una lista por cada plaguicida concordante con la base de datos (Pyrinex 48 EC, Abamite y Diazol 50 EW). • El resultado obtenido debe ser una lista vacía para cada id de plaguicida probado. • El resultado obtenido debe ser una lista vacía.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtuvo una lista con el plaguicida por cada id especificado. • Se obtuvo una lista vacía por cada id de plaguicida probado. • Se detuvo la ejecución del programa por una excepción no capturada.
Evaluación de la prueba	Se identificó una falta en la clase Plaguicida JpaController, debido a que no se capturó una excepción. Es necesario modificar el método que busca por id un plaguicida para cuando se le envía un parámetro nulo.

Tabla 38. Prueba Unidad 014 para la Clase PlaguicidaJpaController del Controlador

8.4.1.8 PlagaJpaController

ID caso de prueba	015
Descripción	Consiste en obtener una lista con todas las plagas ordenadas alfabéticamente por su nombre.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de prueba	No es necesario.
Resultados esperados	Lista ordenada por nombre con todas las plagas existentes en la base de datos.
Resultados obtenidos	Se listan todas las plagas ordenadas según nombre registrados en la base de datos.
Evaluación de la prueba	No se encontraron errores en los resultados obtenidos.

Tabla 39. Prueba Unidad 015 para la Clase PlagaJpaController del Controlador

ID caso de prueba	016
Descripción	Se verifica que dependiendo de un id ingresado la clase devuelva la plaga correspondiente a la id.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos.
Datos de entrada	Id de plagas probados: <ul style="list-style-type: none"> • Id válida: 10, 5 y 2 • Id no registrada: 343, -33 y 0 • Id inválida: null
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Para las id válidas debe retornar una lista por cada plaga concordante con la base de datos (Cloca, Arañita Parda y Moscas). • El resultado obtenido debe ser una lista vacía para cada id de plaga probada. • El resultado obtenido debe ser una lista vacía.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Se obtuvo una lista con la plaga por cada id especificado. • Se obtuvo una lista vacía por cada id de plaga probada. • Se detuvo la ejecución del programa por una excepción no capturada.
Evaluación de la prueba	Se identificó una falta en la clase Plaga JpaController, debido a que no se capturó una excepción. Es necesario modificar el método que busca por id una plaga para cuando se le envía un parámetro nulo.

Tabla 40. Prueba Unidad 016 para la Clase PlagaJpaController del Controlador

8.4.2 Pruebas de funcionalidad

8.4.2.1 Primer incremento

El primer incremento incorpora la funcionalidad que permite ver toda la información relacionada a un plaguicida que se encuentra en la base de datos del sistema.

ID caso de prueba	017
Descripción	Se prueba que en el apartado de Información de Plaguicidas se desplieguen correctamente los plaguicidas almacenados, es decir se muestre el nombre de todos los plaguicidas ordenados alfabéticamente. Por lo tanto no son necesarios datos de entrada.
Prerrequisito	Sin prerrequisitos.
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • En caso que la conexión a la base de datos falle, el sistema debe mostrar un mensaje en pantalla informando lo sucedido. • En caso que existan datos en la base de datos, estos se deben listar por orden alfabético. • En caso de que no existan plaguicidas en la base de datos, al momento de iniciar el sistema debe indicar mediante un mensaje lo sucedido. • En el caso que no se seleccione un plaguicida o que no se escriba en el campo correspondiente, al presionar el botón “Ver información” el sistema debe mostrar un mensaje indicando el error. • A medida que se escribe en el campo de ingreso de texto, si lo escrito coincide con parte del nombre de algún plaguicida listado, este último se debe marcar. • Al seleccionar un plaguicida de la lista desplegada éste se debe mostrar en el cuadro de texto disponible para el ingreso de plaguicidas. • En el caso de seleccionar un plaguicida o escribirlo en el campo de texto correspondiente, al presionar el botón “Ver información” se debe mostrar la pantalla información de plaguicida y la información contenida debe ser correcta.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema no captura el error y no inicia.

	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema lista correctamente los plaguicidas. • El sistema se cae. • El mensaje se despliega correctamente. • No funciona correctamente: al ingresar un texto que no está incluido en la lista de plaguicidas y se presiona enter el sistema lanza una excepción no capturada. En el caso de ingresar el nombre de un plaguicida contenido en la lista y se ingresen caracteres extras al presionar enter o hacer al presionar el botón “Ver Información” se despliega la ventana con la información del plaguicida seleccionado en la lista. • No siempre se despliega el plaguicida seleccionado en el campo de texto.
Evaluación de la prueba	Es necesario modificar el código para que el software actúe como es esperado.

Tabla 41. Prueba de Funcionalidad 017 para el Primer Incremento

ID caso de prueba	018
Descripción	Se prueba que funcione correctamente la apertura de la ventana de información de plaguicida desde el apartado correspondiente.
Prerrequisito	Deben existir datos en la base de datos, la ventana de información de plaguicida debe estar desplegada.
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • La información mostrada debe coincidir con la almacenada en la base de datos. • Al seleccionar una fila esta debe cambiar de color. • Al presionar el icono para generar reporte se debe desplegar una ventana de opción preguntando que desea hacer: “Abrir” o “Guardar y abrir”. Al seleccionar Abrir se debe ejecutar el lector por defecto para documentos con formato PDF u Hoja Excel según corresponda. En el caso de “Guardar y abrir” se despliega una ventana para seleccionar el destino del documento, posteriormente se debe ejecutar el lector por defecto para documentos con formato PDF u Hoja Excel según corresponda.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • La información coincide.

	<ul style="list-style-type: none"> • La fila cambian de color a medida que se seleccionan. • Los archivos se abren y almacenan correctamente. Como observación, se debe modificar el filtro de extensiones de la ventana que permite seleccionar la ubicación del documento al optar por la opción “Guardar y abrir”.
Evaluación de la prueba	Se debe modificar el código para cumplir con el último ítem.

Tabla 42. Prueba de Funcionalidad 018 para el Primer Incremento

8.4.2.2 Segundo incremento.

ID caso de prueba	019
Descripción	Se prueba el apartado de “Plaguicidas Según Cultivo” para comprobar que despliega los componentes para el ingreso de datos de manera correcta e interactúa de la forma esperada.
Prerrequisito	Debe haberse ejecutado correctamente el apartado de “Información de plaguicidas”.
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Si hay conexión con la base de datos pero no existen datos para desplegar en los campos se debe mostrar un mensaje indicando la ausencia de datos y se debe mostrar el apartado de información de plaguicida. • Al seleccionar el nombre común de una plaga automáticamente debe cambiar el nombre científico en las opciones de forma coincidente con la selección. De la misma manera, si se cambia la opción de nombre científico se debe actualizar automáticamente la opción de nombre común a la que le corresponde. • Al seleccionar datos y presionar sobre el botón “Buscar Plaguicidas”, en caso que estas opciones no generen ningún resultado, se mostrará un mensaje indicando la ausencia de resultados. • Al seleccionar datos y presionar sobre el botón “Buscar Plaguicidas”, en caso de existir resultados, se muestra la ventana de resultado “Lista de Plaguicidas Posibles”.

Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema se cae lanzando una excepción no capturada. • El sistema asocia correctamente nombre científico de plaguicida con el nombre común de este. • El sistema muestra un mensaje indicando lo sucedido. • Se muestra correctamente la ventana con la información relacionada. Observación: se debe eliminar un label que muestra información obsoleta.
Evaluación de la prueba	Se debe modificar el código para cumplir con los objetivos esperados.

Tabla 43. Prueba de Funcionalidad 019 para el Segundo Incremento

ID caso de prueba	020
Descripción	Se prueba la ventana de “Plaguicidas Sugeridos” para comprobar su correcto funcionamiento.
Prerrequisito	Debe haberse ejecutado correctamente el apartado de “Plaguicida Según Cultivo”.
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Si el país no permite el producto a aplicar, la fila del plaguicida se marca con un símbolo “X” en la última columna y con la palabra “No Cumple”. • Si las exigencias del país involucran una cantidad de días menor que el de la próxima cosecha, se marca con un “✓” y con la palabra “Cumple”. En caso contrario, se marca con una “X” y la palabra “No Cumple”. • Si el país no presenta exigencias sobre el producto, se corrobora la información almacenada del fabricante, si las recomendaciones del fabricante indican una cantidad de días menor que el de la próxima cosecha, se marca con un “✓” y con la palabra “Cumple”. En caso contrario, se marca con una “X” y la palabra “No Cumple”.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • No se marca correctamente el plaguicida. • No se marca correctamente el plaguicida. • No se marca correctamente el plaguicida.
Evaluación de la prueba	Es necesario modificar el código para solucionar todos puntos anteriores.

Tabla 44. Prueba de Funcionalidad 020 para el Segundo Incremento

8.4.2.3 Tercer incremento.

ID caso de prueba	021
Descripción	Se prueba en el software de mantención de la base de datos, el despliegue de datos en la ventana principal de la aplicación.
Prerrequisito	Debe existir información en la base de datos.
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> En cada una de las opciones seleccionadas del menú “Mantenedores” los datos deben ser correctamente desplegados y coincidir con los de la base de datos.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> Los datos de las celdas que contienen más de un elemento (se espera que sean desplegados por línea) no se despliegan correctamente cuando uno de ellos es superior al ancho de la columna.
Evaluación de la prueba	<ul style="list-style-type: none"> Se debe modificar el código para los ítem “Plaguicida” en las columnas “Modo Acción” e “Ingrediente Activo” y “Plaguicidas <-> Cultivos <-> Plagas” en su columna “Plagas”. Además se debe cambiar el nombre de los siguientes ítems: “Plaguicidas <-> Cultivos <-> Plagas” y “Plaguicidas <-> Cultivos <-> Países” de modo que sean más representativos para el usuario.

Tabla 45. Prueba de Funcionalidad 021 para el Tercer Incremento

ID caso de prueba	022
Descripción	Se prueba en el software de mantención de la base de datos, la funcionalidad para eliminar una fila de la tabla.
Prerrequisito	Debe existir información en la base de datos y haberse desplegado correctamente.
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> Al seleccionar una fila de la tabla y presionar el botón “Eliminar” se debe solicitar una confirmación para la eliminación. Para el caso de “Plaguicida”, “País” y “Cultivo” se debe permitir eliminar la fila aun cuando el registro está relacionado con otras tablas, lo cual se debe mencionar en el mensaje de confirmación listando los ítems de los cuales se eliminarán registros. Para el resto de los ítems no se debe permitir la eliminación de un registro si este se encuentra relacionado con otro.

Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados obtenidos son satisfactorios en cuanto a lo esperado.
Evaluación de la prueba	Se debe disminuir el número de mensajes de confirmación y aviso.

Tabla 46. Prueba de Funcionalidad 022 para el Tercer Incremento

ID caso de prueba	023
Descripción	Se prueba en el software de mantención de la base de datos, la funcionalidad para crear un registro en cada ítem.
Prerrequisito	<p>Para los siguientes ítems :</p> <ul style="list-style-type: none"> • “Plaguicida” se requiere “Tipo Plaguicida”, “Clasificación Toxicológica”, “Formulación”, “Modos de Acción” e “Ingredientes Activos” • “Plaguicidas <-> Cultivos <-> Plagas ”: se requieren registros en “Plaguicida”, “Cultivo” y “Plaga” • “Plaguicidas <-> Cultivos <-> Países ” : se requieren registros en “Plaguicida”, “Cultivo” y “País”
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Al presionar el botón “Crear” se debe desplegar la ventana de ingreso de datos según el ítem seleccionado. • Al ingresar datos para cualquier ventana de ingreso y presionar el botón “Crear” se debe comprobar que estos no sean iguales a un registro anterior en la base de datos, en tal caso se deben registrar en la base de datos y mostrar un mensaje confirmando el registro exitoso. En caso contrario se muestra un mensaje indicando que ya existe un registro previo.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados obtenidos son satisfactorios en cuanto a lo esperado.
Evaluación de la prueba	Observación: Para el ítem “Plaguicidas <-> Cultivos <-> Países ” se debe modificar para que el prerrequisito sea exigir registros en “Plaguicidas <-> Cultivos <-> Plagas ”.

Tabla 47. Prueba de Funcionalidad 023 para el Tercer Incremento

ID caso de prueba	024
Descripción	Se prueba en el software de mantención de la base de datos, la funcionalidad para modificar un registro en cada ítem.
Prerrequisito	Para los siguientes ítems : <ul style="list-style-type: none"> • “Plaguicida” se requiere “Tipo Plaguicida”, “Clasificación Toxicológica”, “Formulación”, “Modos de Acción” e “Ingredientes Activos” • “Plaguicidas <-> Cultivos <-> Plagas ”: se requieren registros en “Plaguicida”, “Cultivo” y “Plaga” • “Plaguicidas <-> Cultivos <-> Países ” : se requieren registros en “Plaguicida”, “Cultivo” y “País”
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Al presionar el botón “Modificar” se debe desplegar la ventana para la modificación de datos, con la información del registro seleccionado. • Al presionar el botón “Modificar” se debe comprobar que los datos no sean iguales a un registro anterior en la base de datos diferente del seleccionado, en tal caso se deben registrar los cambios en la base de datos y mostrar un mensaje confirmando la modificación exitoso. En caso contrario se muestra un mensaje indicando que ya existe un registro previo.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados obtenidos son satisfactorios en cuanto a lo esperado.
Evaluación de la prueba	Se cumple con la funcionalidad de la forma esperada.

Tabla 48. Prueba de Funcionalidad 024 para el Tercer Incremento

ID caso de prueba	025
Descripción	Se prueba en el software de mantención de la base de datos, la funcionalidad para actualizar el despliegue de datos.
Prerrequisito	Deben funcionar correctamente las funcionalidades: “Crear”, “Eliminar” y “Modificar”.

Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> • Luego de ejecutar la funcionalidad: “Crear”, “Eliminar” o “Modificar” la tabla que despliega los datos debe actualizar los registros que corresponden al ítem seleccionado. • Al “Crear”, “Eliminar” o “Modificar” un registro directamente de la base de datos (fuera del software de mantención de la base de datos) y posteriormente presionar “Actualizar” se debe refrescar el contenido de la tabla.
Resultados obtenidos	<ul style="list-style-type: none"> • Los registros se muestran correctamente una vez agregado uno nuevo, modificado o eliminado uno existente. • Los resultados obtenidos son satisfactorios en cuanto a lo esperado.
Evaluación de la prueba	Se cumple con la funcionalidad de la forma esperada.

Tabla 49. Prueba de Funcionalidad 025 para el Tercer Incremento

8.4.3 Pruebas de sistema

8.4.3.1 Pruebas de esfuerzo

Esta prueba se realiza con el fin de conocer el tamaño máximo que puede llegar a tener la base de datos antes que el tiempo de respuesta del software sea superior a 4 segundos u ocurra algún tipo de error en el sistema. Las relaciones que serán incrementadas serán aquellas que relacionan a Plaguicida con; Modo de Acción, Ingrediente Activo, Cultivo, Plaga, y País. Esto debido a que el aumento en la información dificulta las búsquedas según los criterios que se tengan, como en el caso de la búsqueda de un plaguicida para combatir una plaga que afecta un cultivo.

Para esto se utilizará un computador con las siguientes características:

- Sistema Operativo: Windows 7 ultimate de 32bit. V 6.1. Build 7600
- Procesador: AMD Turion 64 X 2. 2.0Ghz
- Memoria Principal: 2GB. DDR2 666
- Disco Duro: SATA-II 320GB. 5400 rpm.

ID caso de prueba	026
Descripción	<p>Consiste en probar el tiempo que demora en iniciar el sistema, desplegar “Información de Plaguicidas” y “Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo” sin considerar la revisión de actualización de la base de datos ni la presentación del sistema, a medida que se insertan de forma progresiva datos en las siguientes tablas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Plaguicida • Plaga • Cultivo • Pais • PlaguicidaAfectaCultivo • PlaguicidaAfectaCultivoEliminaPlaga • PaisExigePlaguicidaAfectaCutlivo
Prerrequisito	No deben existir datos en la base de datos.
Datos de prueba	No hay datos de prueba.

<p>Resultados esperados</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar cuál es el número de registros máximo de la base de datos antes que se cumpla alguna de estas condiciones: <ul style="list-style-type: none"> ○ El tiempo que tarda en iniciar la ventana principal del sistema no debe superar los 10 segundos. ○ El tiempo que tarda en desplegar la ventana “Información de Plaguicida” ○ El tiempo que tarda en desplegar “Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo”
<p>Resultados obtenidos</p>	<p>Ver punto 8.4.3.1.1 para resultados</p>
<p>Evaluación de la prueba</p>	<p>Debido a problemas con la carga de datos no es posible insertar más registros que los de la Tabla 50 en el Caso 3. Considerando que la fuente de información, una planilla Excel con las restricciones de plaguicidas elaborada por ASOEX, contiene un total de 743 restricciones equivalentes a registros de la tabla de la base de datos “PaisExigePlaguicidaAfectaCutlivo” se puede deducir que el sistema es capaz de trabajar con 36,3 veces más registros.</p>

Tabla 50. Prueba de Esfuerzo 026

8.4.3.1.1 Resultados de las pruebas

A continuación se muestran los resultados de las pruebas de esfuerzo según el número de registros insertados en la base de datos.

En la Tabla 51 se detalla la cantidad de registros ingresados a la base de datos para los distintos casos de prueba.

Tabla	Número de registros insertados		
	Caso 1	Caso 2	Caso 3
Plaguicida	10	20	30
Plaga	10	20	30
Cultivo	10	20	30
Pais	10	20	30
PlaguicidaAfectaCultivo	100	400	900
PlaguicidaAfectaCultivoEliminaPlaga	1000	8000	27000
PaisExigePlaguicidaAfectaCutlivo	1000	8000	27000

Tabla 51. Número de Registros Insertados para cada Caso Probado

En la Tabla 52 se presentan los tiempos obtenidos en los casos de prueba definidos.

Funcionalidad probada	Tiempos (ms) para el Caso 1	Tiempos (ms) para el Caso 2	Tiempos (ms) para el Caso 3
Inicio Sistema	8.730	4.839	7.906
	8.231	7.151	5.489
	5.502	7.008	7.437
	7.983	6.563	6.727
	5.807	6.786	6.800
Promedio Inicio Sistema	7.250,6	6.627,8	6.871,8
Despliegue de "Información de Plaguicidas"	1.785	4.409	6.171
	2.240	3.748	5.833
	2.331	3.569	5.989
	2.347	3.887	5.331
	2.155	3.579	5.547
Promedio Despliegue de "Información de Plaguicidas"	2.171,6	3.838,4	5.894,2

	466	1.418	593
Despliegue de “Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo”	559	442	443
	353	451	491
	455	435	468
	354	447	469
Promedio Despliegue de “Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo”	437,4	638,6	492,8

Tabla 52. Tiempo Obtenido para cada Caso Probado

8.4.4 Pruebas de aceptación

Consiste en validar un sistema desde el punto de vista del usuario, comprobar su funcionalidad y rendimiento. (Sommerville, 2005)

En el caso específico de este proyecto los usuarios finales no son los que definieron los requisitos, por lo tanto, la selección de personas para la realización de estas pruebas se basó en usuarios potenciales, empleados de empresas exportadoras del área agrícola.

Para corroborar los datos obtenidos en esta prueba se adjuntan los resultados en el anexo “Documentos de Prueba de Aceptación” firmados por los usuarios.

ID caso de prueba	027
Descripción	Determinar el tiempo que emplea un usuario para aprender a utilizar de manera autónoma la funcionalidad de “Información de Plaguicidas”.
Prerrequisitos	El sistema debe funcionar correctamente y la base de datos debe tener información.
Usuarios	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raúl Olivares 2. Luis Sergio Cáceres
Datos de entrada	Nombre de un plaguicida.
Resultados esperados	El usuario debería ser capaz de entender el funcionamiento del apartado en menos de 5 minutos.
Resultados obtenidos	<p>El primer usuario fue capaz entender el funcionamiento del apartado en 3 min con 46 seg.</p> <p>El segundo usuario fue capaz entender el funcionamiento del apartado en 1 min con 26 seg.</p>
Evaluación	En vista que ninguno de los usuarios demoró más del tiempo

	<p>estimado en comprender el funcionamiento, el resultado de la prueba es satisfactorio.</p> <p>Observación: Los usuarios mencionaron algunos aspectos que sería interesante incorporar en el software, el detalle de estos se encuentra en el anexo “Documentos de Prueba de Aceptación”</p>
--	---

Tabla 53. Prueba de Aceptación 027

ID caso de prueba	028
Descripción	Determinar el tiempo que emplea un usuario para aprender a utilizar de manera autónoma la funcionalidad de “Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo”.
Prerrequisitos	El sistema debe funcionar correctamente y la base de datos debe tener información.
Usuario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Raúl Olivares 2. Luis Sergio Cáceres
Datos de entrada	Nombre de un cultivo, nombre científico o común de una plaga, país de destino de la exportación, días para próxima cosecha.
Resultados esperados	El usuario debería ser capaz de entender el funcionamiento del apartado en menos de 8 minutos.
Resultados obtenidos	<p>El primer usuario fue capaz entender el funcionamiento del apartado en 2 min con 30 seg.</p> <p>El segundo usuario fue capaz entender el funcionamiento del apartado en 45 seg.</p>
Evaluación	<p>En vista que ninguno de los usuarios demoró más del tiempo estimado en comprender el funcionamiento, el resultado de la prueba es satisfactorio.</p> <p>Observación: Los usuarios mencionaron algunos aspectos que sería interesante incorporar en el software, el detalle de estos se encuentra en el anexo “Documentos de Prueba de Aceptación”</p>

Tabla 54. Prueba de Aceptación 028

8.5 Conclusiones de las pruebas

Para las pruebas de unidad se puede concluir que al utilizar un framework para el desarrollo es necesario adaptarlo a las necesidades del sistema, específicamente en este caso modificar el código de las clases desarrolladas de manera automática para que acepten valores nulos.

Durante el desarrollo de las pruebas de funcionalidad se descubrieron faltas importantes en el software que de no ser reconocidas durante esta etapa provocarían grandes problemas para la utilización por parte de los agricultores. Por ejemplo en el caso de que la base de datos tenga errores, el sistema, durante el proceso de pruebas, no es capaz de capturar dicha excepción, haciendo al software poco útil.

Para las pruebas de aceptación, según los resultados obtenidos, el software cumple con el objetivo de ser intuitivo y simple.

9 CONCLUSIONES

En el proyecto desarrollado se preparó y se entregó una propuesta para proporcionar la información requerida por agricultores, principalmente exportadores, que residen en zonas rurales con una conexión limitada a Internet. Esta se compone de un sistema compuesto por dos módulos, uno dedicado al despliegue de información para el usuario agricultor y otro para la administración de la base de datos y la posterior generación de las actualizaciones para el módulo de despliegue de información.

Para comenzar con el proyecto fue necesario investigar sobre plaguicidas y también sobre las restricciones que tienen en diferentes países, siendo un tema totalmente desconocido para los estudiantes de la carrera. Fueron de vital importancia las entrevistas para corroborar la información que se obtenía y para identificar nuevos tópicos que no fueron considerados inicialmente en las investigaciones.

El desarrollo se realizó de forma iterativa incremental, lo cual permitió dividir el proyecto en tres incrementos y así definir requerimientos iniciales, los que fueron detallados en la medida que se desarrollaban los incrementos. Así se completaron de mejor forma las solicitudes realizadas por parte de INIA.

Dentro del desarrollo se utilizó tecnología que permitió facilitar el proceso de desarrollo (Asistente para la persistencia en Netbeans), acelerando en gran medida el avance del proyecto. Esta herramienta es de gran utilidad en el desarrollo de software debido a que permite ahorrar tiempo y aseguran calidad en el producto obtenido.

También se presentan los resultados que se obtuvieron de las pruebas, las que reflejan de manera objetiva el comportamiento que se podrá esperar posteriormente del software. Específicamente las pruebas utilizadas fueron de unidad, que permitieron comprobar que el desarrollo de las diferentes clases y funciones se comportan de manera acorde al esperado, también se detectaron problemas y se corrigieron, pruebas de funcionalidad, que permitieron corroborar que el sistema se comporta como los casos de uso lo describen, las pruebas de sistema, en las que se comprobó que el sistema podría llegar a soportar una carga

de datos superior a la que se pensó inicialmente, y para concluir, las pruebas de aceptación, las que entregaron una evaluación respecto de la interacción que se logró entre el usuario y el sistema. Estas últimas pruebas, las de aceptación, fueron especialmente importantes dado que se puede ver un producto en su fase final siendo aprobado, en este caso, por parte de los usuarios.

Se recomienda que a futuro el proyecto siga mejorando, agregándosele las siguientes funcionalidades:

- Permitir la generación automática de una actualización sin necesidad de manipular directamente la información, sino que se pueda obtener desde una fuente definida, como podrían ser las planillas Excel que están publicadas en la página del Servicio Agrícola y Ganadero.
- Agregar un estilo para la interfaz del usuario, dado que los desarrolladores no presentan los conocimientos suficientes para establecer pantallas que cumplan con estándares definidos relativos a usabilidad. Se recomienda que sea un experto del área de diseño gráfico quien la desarrolle.

Es importante también considerar las observaciones que realizaron los usuarios durante las pruebas de aceptación, adjuntas en el Anexo A del informe. A continuación se listan las que podrían ser analizadas y evaluadas para aplicarlas en trabajos futuros para el módulo de apoyo a la selección de plaguicidas. En la pestaña de "Información de Plaguicidas" y la ventana de información de un plaguicida:

- Considerar un menú de búsqueda diferenciado por tipo de plaguicida (Herbicida, Insecticida, Fungicidas, etc.).
- Individualizar los productos que son clasificados como Orgánicos.
- Incluir datos Adicionales como Distribuidor, Página del Fabricante, etc..

Para la pestaña de "Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo" y la lista de plaguicidas posibles, ambos usuarios coincidieron en que sería bueno el diferenciar las plagas de las enfermedades.

Se debe recalcar que para los alumnos que desarrollaron el proyecto fue una experiencia totalmente enriquecedora, tanto por la consolidación de los conocimientos que se han entregado de parte de la Universidad, como por las vivencias tenidas durante el desarrollo del proyecto. La realización de un proyecto en conjunto con un compañero exige establecer permanentemente consensos, esta es una experiencia que no se podría obtener, ni simular de manera individual. Tales vivencias son muy valiosas para el futuro laboral de los autores de este proyecto.

10 BIBLIOGRAFÍA

1. (ODEPA), O. d. (Diciembre de 2011). *Oficina de Estudios y Políticas Agrarias*. Recuperado el 27 de Enero de 2012, de <http://www.odepa.gob.cl>
2. (SAG), S. A. (2007). Estudio de Residuos de Plaguicidas en Vegetales de Consumo Nacional. Santiago.
3. (SAG), S. A. (2010). Informe Anual "Programa Nacional de Monitoreo de Residuos de Plaguicidas en Vegetales de Exportación, Año 2009-2010". Santiago.
4. *prochile*. (2010). Recuperado el 15 de Enero de 2012, de Dirección de Promoción de Exportaciones: <http://rc.prochile.gob.cl/>
5. Bayer. (2009). *BayDir Servicios*. Obtenido de <http://www.baydir.cl/>
6. C. Martin, R. (2004). *UML para Programadores Java*. Madrid: Pearson Educación.
7. *Diccionario de la Lengua Española*. (s.f.). Recuperado el 2012, de <http://www.rae.es/rae.html>
8. Instituto de Investigación Agropecuaria. (2012). Recuperado el 20 de Octubre de 2011, de <http://www.inia.cl>
9. Larman, C. (1999). *UML y Patrones. Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. México: Prentice Hall.
10. Poblete F., M. J. (2009 - 2010). *Manual Fitosanitario (AFIPA)*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
11. Pressman, R. (2005). *Ingeniería del Software. Un Enfoque Práctico*. México: McGraw-Hill.
12. Rojas, C., Ortiz, R., López, G., Gutiérrez, A., & Gélvez, F. (2011). *Inserción de la Agricultura Chilena en los Mercados Internacionales*. Santiago: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias - ODEP Ministerio de Agricultura.
13. SAG. (s.f.). Recuperado el 15 de Enero de 2012, de Servicio Agrícola y Ganadero: <http://www.sag.cl/>
14. Sommerville, I. (2005). *Ingeniería de Software*. Madrid: Pearson Education.
15. Weitzenfeld, A. (2005). *Ingeniería de software orientada a objetos con UML, Java e Internet*. México: Thomson.

ANEXO A - DOCUMENTOS DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Proyecto de Título



Software de Apoyo a la Aplicación de Plaguicidas en Cultivos Agrícolas

Prueba de Aceptación

Datos Usuario

Nombre Usuario

Walter Sergio Pérez C.

Cargo

Gerente Administrativo

Empresa

Ant. Post Chile S.A.

Prueba 1

Objetivo de la Prueba

Determinar el tiempo que emplea un usuario en aprender a utilizar de manera autónoma la funcionalidad de "Información de Plaguicida".

Descripción Previa

El software entrega información sobre los diferentes plaguicidas que se encuentran en la lista del apartado "Información de Plaguicidas".

Tiempo

El usuario tardó 1 min. y 26 seg. en utilizar la aplicación.

Observaciones

- > Falta agregar al fabricante (de la marca comercial).
- > Podría considerarse un nivel diferenciando insecticidas, Herbicidas o fungicidas
- > Individualizar que producto es "organico"
- > Incluir datos adicionales - Distribuidor.
- País fabricante etc.

Prueba 2

Objetivo de la Prueba

Determinar el tiempo que emplea un usuario en aprender a utilizar de manera autónoma la funcionalidad de "Información de Plaguicida".

Descripción Previa

El software entrega una lista con los diferentes plaguicidas que cumplen con las restricciones del país seleccionado, para ser aplicado en el cultivo indicado considerando que se ve afectado por alguna de las plagas descritas.

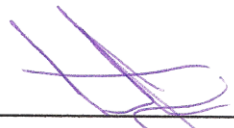
Tiempo

El usuario tardó 0 min. y 45 seg. en utilizar la aplicación.

Observaciones

-> Incorporar periodo de nacimiento
-> Abrir en enfermedad. Al menú.

Chillán, 23 de Enero de 2012


Firma Usuario
Timbre Empresa
HORTIFRUT CHILE S.A.
R.U.T.: 99.524.450-0



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Proyecto de Título



Software de Apoyo a la Aplicación de Plaguicidas en Cultivos Agrícolas

Prueba de Aceptación

Datos Usuario

Nombre Usuario

PAUL OLIVARES

Cargo

SUB GERENTE DE PRODUCCION

Empresa

DISCOLLS DE CHILE.

Prueba 1

Objetivo de la Prueba

Determinar el tiempo que emplea un usuario en aprender a utilizar de manera autónoma la funcionalidad de "Información de Plaguicida".

Descripción Previa

El software entrega información sobre los diferentes plaguicidas que se encuentran en la lista del apartado "Información de Plaguicidas".

Tiempo

El usuario tardó 3 min. y 46 seg. en utilizar la aplicación.

Observaciones

CAMBIA LA COLUMNA PPM A LMR (LÍMITE MÁXIMO DE RESIDUO)
CAREPMA = ASOCIAR A UN PAÍS (O MERCADO)

Prueba 2

Objetivo de la Prueba

Determinar el tiempo que emplea un usuario en aprender a utilizar de manera autónoma la funcionalidad de "Información de Plaguicida".

Descripción Previa

El software entrega una lista con los diferentes plaguicidas que cumplen con las restricciones del país seleccionado, para ser aplicado en el cultivo indicado considerando que se ve afectado por alguna de las plagas descritas.

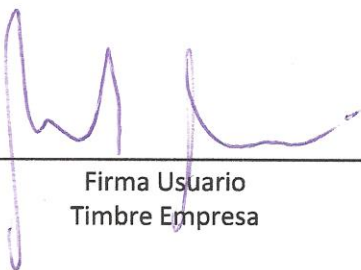
Tiempo

El usuario tardó 2 min. y 30 seg. en utilizar la aplicación.

Observaciones

DIFERENCIAR PLAGAS Y ENTORNO.

Chillán, 23 de Enero de 2012


Firma Usuario
Timbre Empresa

ANEXO B - PANTALLAS DEL SISTEMA

A continuación se muestran las pantallas del sistema, indicando el nombre que les ha sido otorgado en las subsecciones 7.3.1, Diseño de interfaz para el módulo de apoyo a la selección de plaguicidas, y la 7.3.2, Diseño de Interfaz para el módulo de administración y generación de la base de datos.

10.1 Pantallas para el módulo de apoyo a la selección de plaguicidas

10.1.1 Pestaña de Información de Plaguicidas

En la Figura B1 se presenta la interfaz implementada para la pestaña de información de plaguicidas en la que se despliega una lista con los nombres comerciales de los plaguicidas existentes en la base de datos y un campo de texto en el que se puede realizar una búsqueda, para el caso de tener una lista muy larga de plaguicidas registrados en el sistema. Al presionar en el botón "Ver Información" se abre la ventana de "Información de un Plaguicida".

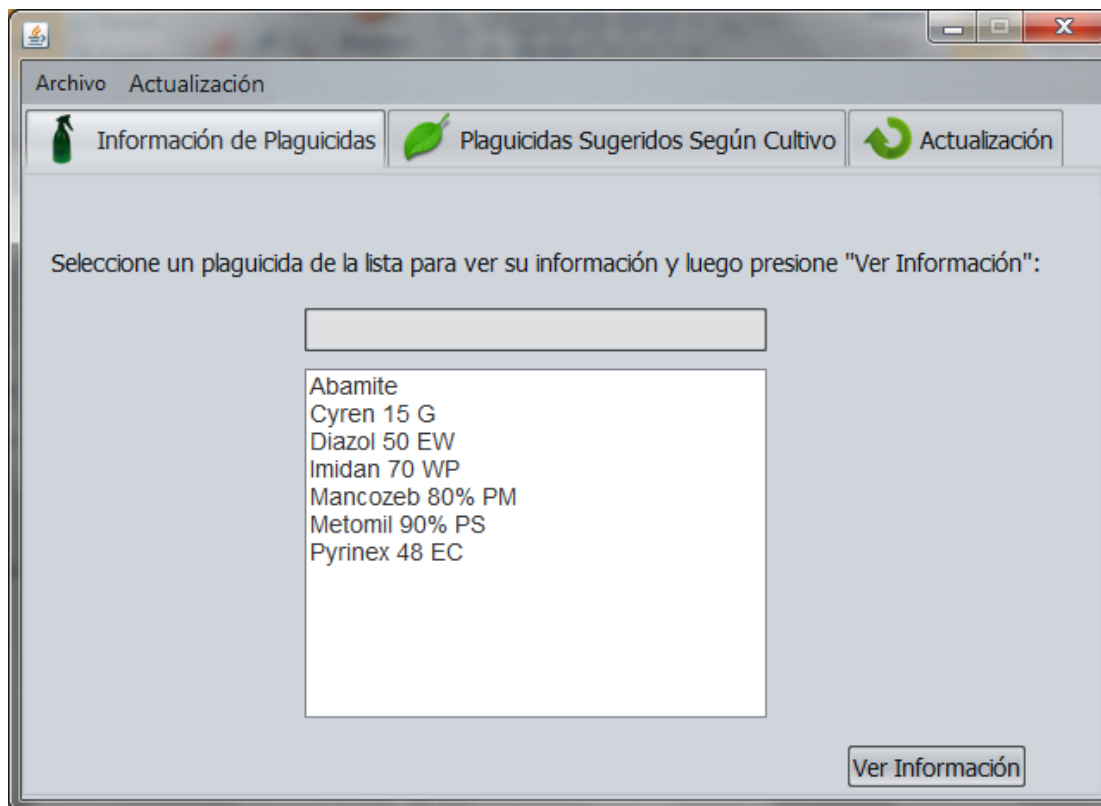


Figura B1. Pantalla de Información de Plaguicidas

10.1.2 Pestaña de Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo

En el caso de la pestaña de Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo, Figura B2, se muestran cuatro listas desplegables para los cultivos, nombres comunes de las plagas, nombres científicos de las plagas (La selección del nombre científico y del nombre común cambian si uno de los dos es modificado) y para los países de destino registrados. Además se agrega un componente especial para el ingreso de datos numéricos, para el ingreso de los días restantes para la próxima cosecha. Posterior a la selección de las opciones deseadas se debe presionar en el botón Buscar Plaguicidas para ir a la ventana que despliega la lista de los resultados encontrados.

Figura B2. Pantalla de Plaguicidas Sugeridos Según Cultivo

En el caso de no encontrarse coincidencias para la búsqueda, según los parámetros ingresados, el sistema muestra un mensaje de advertencia indicando la situación como se muestra en la Figura B3.

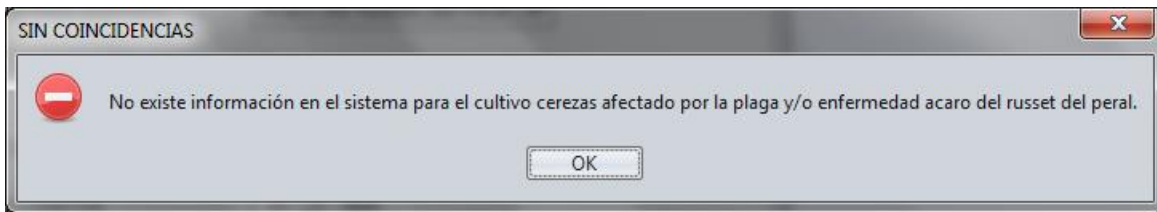


Figura B3. Mensaje de advertencia

10.1.3 Pestaña de Actualización

Para la actualización del módulo de apoyo a la selección de plaguicidas se generó una ventana bastante simple con un botón para ejecutar la operación (Figura B4). El sistema muestra los mensajes correspondientes al usuario sobre los problemas que se puedan generar durante la ejecución de la actualización.

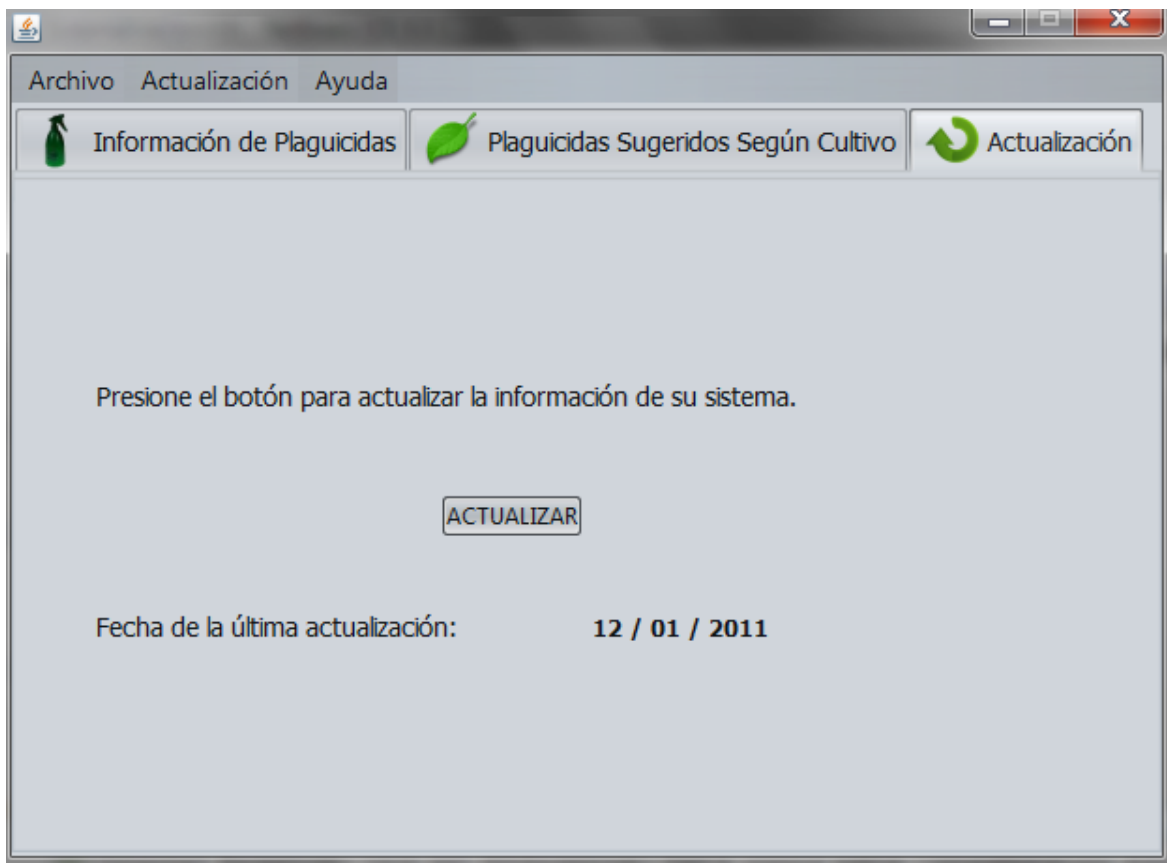


Figura B4. Pantalla de Actualización

10.1.4 Interfaz de Información de Plaguicidas

Para la ventana de información de un plaguicida, Figura B5, se han incorporado etiquetas para los datos generales, como nombre, formulación, modo de acción, etc., y una tabla para los datos provenientes de las relaciones con las demás tablas de la base de datos, como plagas, cultivos, países en los que es restringido, etc..

Información de Abamite

Nombre Comercial: Abamite
Ingrediente Activo: Abamectina
Clasificación Toxicológica: Nocivo
Formulación: Concentrado Emulsionable (EC)
Modo de Acción: Contacto - Ingestión - Translaminar

Cultivo	Plaga y/o Enfermedad	Dosis del Fabricante	Carencia del Fabric...	País	Carencia Exigida	ppm
Membrillos	Acaro del Russet del Peral	60 - 100 (cc/100 L de agua)	5 días.	Canadá	12 días.	0,01 ppm
	Arañita bimaculada			Chile	No Permitido.	ST ppm
	Arañita Parda			Estados Unidos	No Permitido.	ST ppm
	Arañita Roja Europea			México	No Permitido.	ST ppm
	Erinosis del Peral					
Peras	Psílido del Peral	60 - 100 (cc/100 L de agua)	10 días.	Brasil	30 días.	3 ppm
	Trips Californiano			Canadá	18 días.	7 ppm
	Acaro del Russet del Peral			Estados Unidos	15 días.	10 ppm
	Arañita bimaculada			México	15 días.	10 ppm
	Arañita Parda			Rusia	25 días.	5(a) ppm
	Arañita Roja Europea			Suiza	25 días.	5 ppm
	Erinosis del Peral			Taiwan	30 días.	2,5 ppm
	Psílido del Peral			Unión Europea	25 días.	5 ppm
	Trips Californiano					

















Figura B5. Pantalla de Información de Abamite

10.1.5 Interfaz de Plaguicidas Sugeridos

Para la lista de plaguicidas sugeridos se ha optado por una interfaz similar a la del punto anterior, etiquetas para los datos generales, y una tabla para los demás. Pero en este caso la ventana muestra una diferenciación entre los resultados que cumplen con los parámetros ingresados de los que no lo hacen, como se muestra en la Figura B6.

Lista de Plaguicidas Posibles

Cultivo: Peras.
Plaga y/o Enfermedad: Acaro del Russet del Peral.
Próxima Cosecha: 18 días.
País de Destino: Chile.

Plaguicida	Carencia en Chile	Carencia del Fabricante	Cumple Condiciones
 Abamite	No Exigido	10 días.	 Cumple
 Pyrinex 48 EC	No Exigido	10 días.	 Cumple
 Ferbam 76 WG	No Exigido	15 días.	 Cumple
 Mancozeb 80% ...	No Exigido	15 días.	 Cumple
 Imidan 70 WP	No Exigido	20 días.	 No Cumple
 Cyren 15 G	No Exigido	25 días.	 No Cumple
 Metomil 90% PS	No Exigido	30 días.	 No Cumple
 Diazol 50 EW	No Exigido	35 días.	 No Cumple

La presente lista es una sugerencia en base a información obtenida del fabricante de los product...

Figura B6. Ventana con la Lista de Plaguicidas Posibles.

10.2 Pantallas para el módulo de administración de la base de datos

A continuación se detallan las ventanas que fueron generadas para el módulo de administración de la base de datos, el que se utiliza para mantener la información del sistema y para generar las actualizaciones para el módulo de apoyo a la selección de plaguicidas.

10.2.1 Ventana Principal

La ventana principal se compone de un menú, una etiqueta y una tabla, como se muestra en la Figura B7. En el menú se permite seleccionar la tabla de la base de datos que será utilizada para desplegar en la tabla del sistema, y la etiqueta para identificar cuál es la que actualmente está siendo desplegada. Además se agregaron los botones para la creación, edición y eliminación de alguno de los elementos desplegados en la lista. Adicionalmente se agregó un botón de “Actualizar” para el refresco de los campos, pensando en un crecimiento de la aplicación, donde la base de datos no sería utilizada únicamente por el presente sistema.

Nombre Comercial	Tipo	Clasificación Toxic...	Formulación	Horas Reingreso	Modo Acción	Ingrediente Activo
Abamite	Acaricida	Nocivo	Concentrado Emu...	12 hrs	Contacto Ingestión Translaminar	Abamectina
Cyren 15 G	Insecticida		Granulado (GR)	0 hrs	Contacto Ingestión Inhalación	Chlorpyrifos
Diazol 50 EW	Insecticida	Nocivo	Emulsión Aceite e...	12 hrs	Contacto Ingestión Inhalación	Diazinon
Ferbam 76 WG	Fungicida		Granulado Disper...	12 hrs	Contacto Preventivo	Ferbam
Imidan 70 WP	Insecticida	Nocivo	Polvo Mojable (WP)	24 hrs		Phosmet
Mancozeb 80% PM	Fungicida		Polvo Mojable (WP)	24 hrs		Mancozeb
Metomil 90% PS	Insecticida	Tóxico	Polvo Mojable (WP)	48 hrs		Metomil
Pyrinex 48 EC	Insecticida	Nocivo	Concentrado Emu...	24 hrs		Clorpirifos

Figura B7. Ventana Principal del módulo de administración de la base de datos

Para la eliminación de alguno de los elementos se deben cumplir ciertas condiciones, las que son requeridas por el sistema, dando advertencias en los casos que no se puede eliminar y solicitando confirmación en los que es posible realizar la eliminación, como se muestra en la Figura B8.

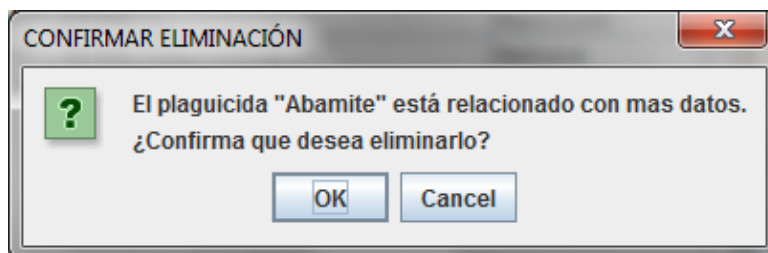


Figura B8. Mensaje de confirmación de eliminación

Las tablas han sido generadas de tal modo que permitan desplegar algunas de las relaciones de manera transparente para el usuario, por lo que no se percata que en realidad se muestran las relaciones de varias tablas de la base de datos. De lo anterior se muestra un ejemplo en la Figura B9.

Sistema de Apoyo para Aplicación de Plaguicidas (Mantenedor)

Archivo Mantenedores Actualización BD

Plagas que se Combaten en un Cultivo por un Plaguicida

Nombre Plaguicida	Nombre Cultivo	Dias Carencia	Dosis	Plagas
Ferbam 76 WG	Damascos	No Aplica	180 - 240 (g/100 L de agua)	Tiro de Munición
Ferbam 76 WG	Duraznos	No Aplica	200 - 240 (g/100 L de agua)	Cloca Tiro de Munición Moniliasis
Ferbam 76 WG	Nectarines	No Aplica	200 - 240 (g/100 L de agua)	Cloca Tiro de Munición Moniliasis
Ferbam 76 WG	Peras	15 días.	180 - 240 (g/100 L de agua)	Acaro del Russet del
Imidan 70 WP	Peras	20 días.	180 - 240 (g/100 L de agua)	Acaro del Russet del
Mancozeb 80% PM	Ajos	20 días.	1,5 - 2,5 (Kg/Ha)	Mildiú Botritis Tizón Roya Antracnosis
Mancozeb 80% PM	Cebollas	21 días.	1,5 - 2,5 (Kg/Ha)	Mildiú Botritis Tizón Roya Antracnosis

Editar Eliminar Actualizar Crear

Figura B9. Tabla que muestra múltiples relaciones de la base de datos.

También se debe agregar que en la pantalla principal es de vital importancia el menú que permite seleccionar qué ítem es el que se está visualizando. La Figura B10 muestra el menú “Mantenedores” desplegado, mostrando los nombres que se le atribuyeron a los diferentes elementos.

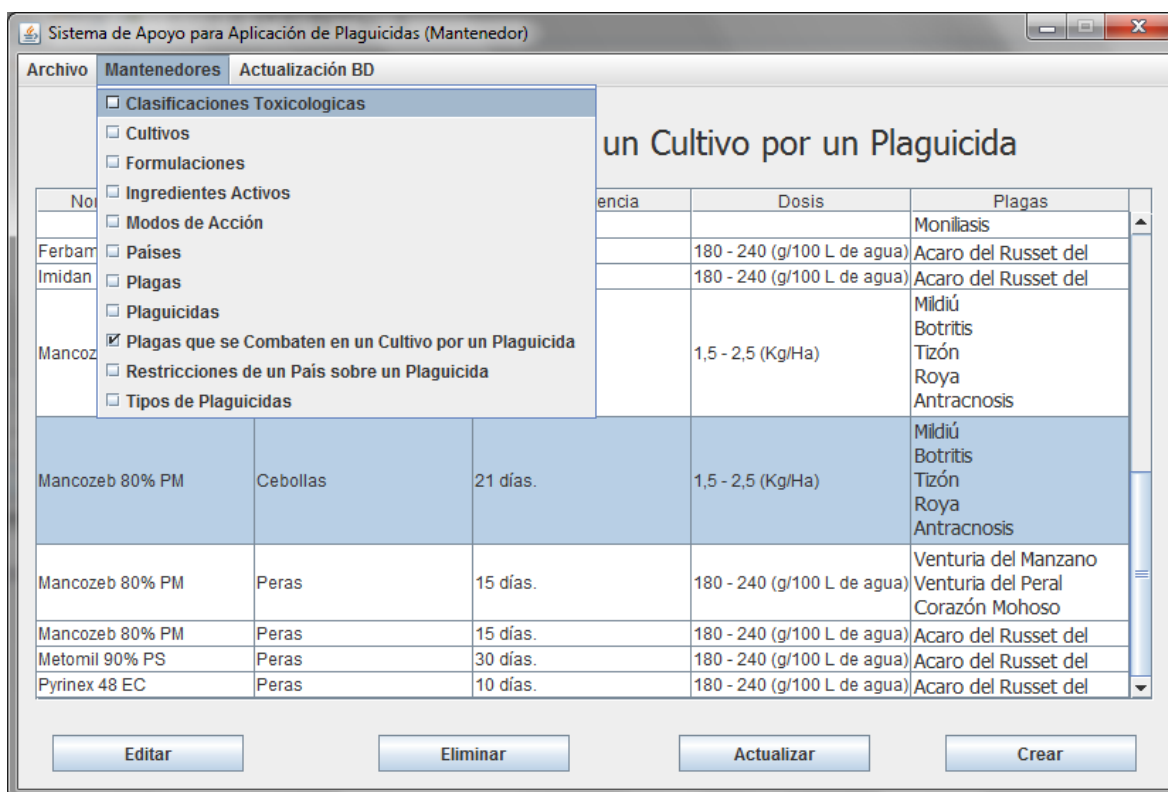


Figura B10. Menú Mantenedores.

10.2.2 Ventana para Modificar y Crear Elementos

Para el módulo de administración de la base de datos se han generado interfaces diferentes para la creación o edición de los objetos de la base de datos, cada una de las cuales se creó considerando las relaciones que posee el objeto con otros objetos. En la Figura B11 se muestra el diseño para la creación de Plaguicida y en la Figura B12 se puede ver la ventana “Crear Plagas que se Combaten en un Cultivo por un Plaguicida”.

Plaguicida

Crear Plaguicida

Nombre Comercial:

Tipo Plaguicida:

Clasificación Toxicológica:

Formulación:

Horas de Reingreso:

Modos de Acción

Disponibles: Absorbido por el Follaje, Absorbido por las Raíces, Acción Traslaminar, Actúa sobre la Regulación, Afecta Sistema Nervioso, Antialimentario, Antifúngico

Seleccionados:

Ingredientes Activos

Disponibles: Abamectina, Chlorpyrifos, Clorpirifos, Diazinon, Ferbam, Mancozeb, Metomil, Dibromet

Seleccionados:

Crear Cancelar

Figura B11. Ventana de Creación de Plaguicidas

Plagas que se Combaten en un Cultivo por un Plaguicida

Crear Plagas que se Combaten en un Cultivo por un Plaguicida

Plaguicida:

Cultivo:

Días de Carencia Exigidos:

Dosis:

Plagas y/o Enfermedades

Disponibles: Acaro del Russet del P, Antracnosis, Araña bimaçulada, Araña Parda, Araña Roja Europea, Botritis

Seleccionados:

Crear Cancelar

Figura B12. Ventana "Crear Plagas que se Combaten en un Cultivo por un Plaguicida"

A modo general se incorporaron en el diseño:

- Listas desplegables para los datos que provienen de otra tabla y que poseen una relación única con el objeto (1..n).
- Campos de texto.
- Ingresos especiales para los atributos numéricos, y...
- Listas de agregación para los atributos relacionados de manera múltiple con el objeto (n..n).

Todos los objetos poseen diferentes validaciones, las que están incorporadas en las ventanas de ingreso y edición de datos. En la Figura B13 se muestra un mensaje de advertencia por no ingresar datos que son requeridos por el sistema para crear un plaguicida.

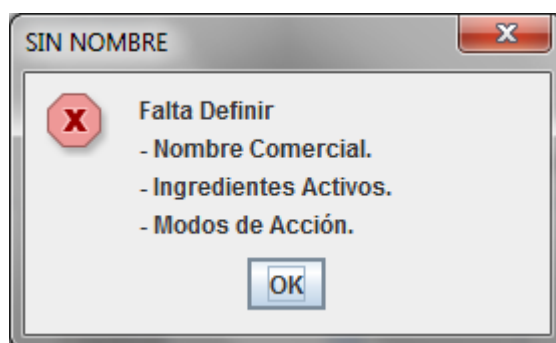


Figura B13. Mensaje advirtiendo elementos faltantes para la creación o edición de un Plaguicida