

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE: SISTEMAS DE INFORMACIÓN



Tema: Diseño y desarrollo de un sistema web para la georreferenciación de insectos (*Drosophila*), caso de estudio: facultad de biología de la Pontificia Universidad Católica Del Ecuador.

AUTOR:

Juan Cristobal Araque Changoluisa

TRABAJO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
SISTEMAS DE INFORMACION.

QUITO DM, 06 DE 2023

Dedicatoria

A mis padres, familia y amigos que estuvieron en este proceso.

Agradecimiento

A mis profesores y a mi tutor por ser la guía en la formación profesional.

Resumen

La creciente necesidad de sistemas eficientes de gestión de datos de especies y georreferenciación ha llevado al desarrollo de una aplicación robusta y fácil de usar. Este trabajo de titulación tiene como objetivo abordar los desafíos que se enfrentan en la gestión y el análisis de datos de especies mediante el diseño e implementación de un sistema de georreferenciación de especies. El sistema proporciona una plataforma integral para que investigadores, administradores y usuarios finales almacenen, organicen y accedan a datos de especies basados en atributos taxonómicos y geográficos. Al integrar información geoespacial, el sistema permite la ubicación de especies. Además, el sistema incorpora funciones de gestión de usuarios, lo que permite a los administradores asignar funciones y permisos a los usuarios, lo que garantiza la seguridad de los datos y el acceso controlado. El proceso de desarrollo sigue una arquitectura modelo-vista-controlador, utilizando modernas tecnologías de desarrollo web como React para la interfaz y PostGIS para la gestión de datos geoespaciales. A lo largo de la implementación, se llevaron a cabo rigurosos procesos de prueba y corrección de errores para garantizar el rendimiento y la confiabilidad del sistema. Las pruebas de aceptación del usuario demostraron comentarios positivos, lo que indica que el sistema cumplió con las necesidades del usuario y brindó una experiencia de usuario intuitiva. Este sistema de georreferenciación de especies sirve como una herramienta valiosa para la investigación de la biodiversidad, los esfuerzos de conservación y respalda la creciente necesidad de una gestión eficaz de datos de especies en la comunidad científica.

Tabla de Contenido

Dedicatoria.....	I
Agradecimiento	II
Resumen	III
Tabla de Contenido.....	IV
Capítulo I: Introducción	1
1 Marco de referencia	1
1.1 Justificación	2
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Objetivo general	4
1.4 Objetivo específico	4
1.5 Antecedentes.....	5
1.6 Alcance	6
Capítulo II: Fundamentación Teórica.....	7
2 Marco Teórico	7
2.1 Georreferenciación	7
2.1.1 Definición e importancia	7
2.1.2 Aplicaciones en Entomología y Ecología.....	7
2.1.3 Métodos y Técnicas de Georreferenciación de Insectos	9
2.2 Drosophila	12
2.2.1 Taxonomía y Características	12
2.2.2 Importancia en la investigación biológica	12
2.2.3 Distribución y Hábitat	13
2.3 Desarrollo Web.....	15

2.3.1	Principios y mejores prácticas	16
2.3.2	Herramientas y Tecnologías para el Desarrollo Web	18
2.3.3	Aplicaciones cartográficas y GIS basadas en la web	20
Capítulo III: Metodología		21
3	Metodología de Investigación	21
3.1	<i>Metodología Aplicada</i>	22
3.2	<i>Metodología Informática</i>	23
Capítulo IV: Desarrollo de la investigación		26
4	Desarrollo	26
4.1	Análisis de estudio de caso de sistemas de georreferenciación existentes	26
4.2	Descripción del Sistema	29
4.3	Historia de Usuarios	30
4.4	Diseño	47
4.4.1	Arquitectura del Sistema	47
4.5	Selección de Herramientas Para el Desarrollo del sistema web	48
4.5.1	Framework	48
4.5.2	Gestor de Base de Datos	48
4.5.3	Herramientas de Desarrollo	48
4.6	Explicación del Modelo de la Base de Datos	49
4.6.1	Datos Recopilados	49
4.6.2	Análisis de datos Recopilados	51
4.7	Modelo Físico de la Base de Datos	54
4.7.1	Identificar las entidades y relaciones	54

4.7.2	Identificar las dependencias funcionales	58
4.7.3	Normalizar la estructura	60
4.7.4	Crear el modelo lógico de la base de datos	64
	64
Capitulo V: Implementación		65
5	Implementación de la aplicación	65
5.1	Implementación de la tesis	65
5.1.1	Planificación de sprints y refinamiento de historias de usuario 65	
5.1.2	Configuración del entorno de desarrollo	65
5.1.3	Despliegue de bases de datos.....	67
5.1.4	Desarrollo de la interfaz de aplicación	68
5.1.5	Integración de la base de datos y la interfaz de la aplicación 68	
5.1.6	Entregables por Sprint	69
5.1.7	Pruebas y depuración.....	77
5.2	Pruebas funcionales.	77
5.2.1	Planificación de la prueba.....	77
5.2.2	Ejecución de la prueba.....	78
5.2.3	Análisis de resultados y corrección de errores	78
5.2.4	Pruebas de aceptación del usuario	78
5.3	Pruebas no funcionales.	80
5.3.1	Pruebas de carga.	80
5.4	Resultados.....	81

Conclusiones y Recomendaciones	83
6 Conclusiones.....	83
7 Recomendaciones	83
Bibliografía.....	85

Capítulo I: Introducción

1 Marco de referencia

La georreferenciación es una herramienta importante para rastrear la ubicación de organismos en el mundo natural. Los insectos, como la mosca *Drosophila*, se utilizan con frecuencia en la investigación biológica como organismos modelo para estudiar la genética, el comportamiento y la ecología. La capacidad de rastrear con precisión la ubicación de estos insectos es esencial para comprender sus patrones de distribución, interacciones ecológicas y dinámicas de población.

La Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador es un centro líder de investigación en los campos de la ecología, la evolución y la genética. La facultad realiza investigaciones sobre varios organismos, incluidos insectos, y tiene un interés particular en comprender la distribución y abundancia de moscas *Drosophila* en la región. Sin embargo, los métodos actuales para rastrear la ubicación de estos insectos a menudo son ineficientes y requieren mucho tiempo, y existe la necesidad de un sistema de georreferenciación más efectivo y preciso.

En respuesta a esta necesidad, la presente tesis tiene como objetivo diseñar y desarrollar un sistema web para la georreferenciación de insectos (*Drosophila*) en la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El sistema permitirá a los investigadores registrar y almacenar datos de ubicación precisos de las moscas *Drosophila*, que luego se pueden usar para analizar patrones de distribución, rastrear la dinámica de la población y estudiar las interacciones ecológicas.

Las siguientes secciones proporcionarán una justificación de la necesidad de dicho sistema, presentarán el enunciado del problema y esbozarán los objetivos generales y específicos del estudio. Al final de esta tesis, se espera que el sistema web desarrollado proporcione una herramienta valiosa para los investigadores de la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y más allá, contribuyendo a una mejor comprensión de la ecología y biología de la especie *Drosophila*.

1.1 Justificación

La georreferenciación es una poderosa herramienta para la investigación biológica, que permite a los investigadores mapear la distribución de organismos en el espacio y el tiempo. Los insectos, como las moscas *Drosophila*, se utilizan comúnmente en la investigación biológica como organismos modelo para estudiar la genética, el comportamiento y la ecología. El seguimiento preciso de las ubicaciones de las moscas *Drosophila* es esencial para comprender sus patrones de distribución, la dinámica de la población y las interacciones ecológicas. Sin embargo, los métodos actuales para rastrear la ubicación de estos insectos, como la recopilación manual de datos o el uso de herramientas de mapeo de propósito general, pueden llevar mucho tiempo, ser propensos a errores y carecer de la precisión necesaria para respaldar la investigación científica.

La Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador es un centro de investigación en ecología, evolución y genética, con un enfoque particular en la comprensión de la biología y ecología de las moscas *Drosophila* en la región. Sin embargo, la falta de un sistema de georreferenciación confiable y eficiente para rastrear la ubicación de las moscas *Drosophila* ha sido un inconveniente de la investigación en el campo. El desarrollo de un sistema web para la georreferenciación de las moscas *Drosophila* sería una valiosa contribución a las actividades de investigación de la facultad, proporcionando a los investigadores una poderosa herramienta para registrar y almacenar con precisión los datos de ubicación de estos importantes organismos.

El sistema web propuesto tendrá varias ventajas sobre los métodos actuales para georreferenciar moscas *Drosophila*. En primer lugar, será fácil de usar, haciéndolo accesible a investigadores con poca o ninguna experiencia en georreferenciación. En segundo lugar, permitirá el almacenamiento y la recuperación eficientes de cantidades de datos. En tercer lugar, proporcionará un alto grado de precisión en los datos de ubicación.

En general, el desarrollo de un sistema web para la georreferenciación de moscas *Drosophila* en la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador es un paso necesario para avanzar en la investigación en este campo. Al proporcionar a los investigadores una poderosa herramienta para registrar y almacenar con precisión los datos

de ubicación de estos importantes organismos, el sistema propuesto contribuirá a una mejor comprensión de la ecología y la biología de las moscas *Drosophila*.

1.2 Planteamiento del problema

El seguimiento preciso de la ubicación de los organismos es un aspecto fundamental de la investigación ecológica, que permite a los investigadores comprender los patrones de distribución, la dinámica de la población y las interacciones ecológicas. Los insectos, como las moscas *Drosophila*, se utilizan comúnmente como organismos modelo en la investigación biológica debido a su rápida reproducción, corta vida útil y fácil manejo. Sin embargo, la falta de un sistema de georreferenciación confiable y eficiente para rastrear la ubicación de las moscas *Drosophila* ha obstaculizado el progreso de la investigación en el campo.

Los métodos actuales para la georreferenciación de moscas *Drosophila* en la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador se basan en la recopilación manual de datos, que consume mucho tiempo y es propensa a errores. Este método implica el uso de cuadernos y mapas de papel, que pueden perderse o dañarse fácilmente, lo que provoca la pérdida de datos y errores. Además, los datos recopilados con este método a menudo son incompletos o imprecisos, lo que genera resultados inexactos y dificulta la investigación científica.

Aunque hay algunas herramientas de mapeo de uso general disponibles, no están diseñadas específicamente para la georreferenciación precisa y eficiente de las moscas *Drosophila*. Estas herramientas requieren un alto nivel de experiencia técnica y, a menudo, son costosas, lo que las hace inaccesibles para muchos investigadores.

En respuesta a estos desafíos, existe la necesidad de un sistema de georreferenciación confiable y eficiente que se adapte específicamente a las necesidades de los investigadores que estudian las moscas *Drosophila*. Dicho sistema permitiría a los investigadores registrar y almacenar con precisión los datos de ubicación de estos organismos, lo que permitiría realizar análisis más detallados de estas especies.

Por lo tanto, el problema a abordar en esta tesis es la falta de un sistema de georreferenciación confiable y eficiente para el registro de la ubicación de moscas

Drosophila. El desarrollo de un sistema web para la georreferenciación de moscas Drosophila abordaría este problema y proporcionaría una herramienta para los investigadores en este campo.

Teniendo presente el problema planteado se genera la siguiente pregunta principal:

¿Cómo el manejo de los datos en un Excel sobre las ubicaciones de los insectos genera valor a las investigaciones?

A continuación, las preguntas secundarias:

¿Los investigadores disponen de un repositorio donde se puede georreferenciar a un determinado insecto, donde la experiencia del usuario sea agradable?

¿Cómo afecta el tener datos aislados sobre diferentes especies, sin poder converger a un determinado propósito?

1.3 Objetivo general

El objetivo general de esta tesis es diseñar y desarrollar un sistema web para la georreferenciación de moscas Drosophila. El sistema se diseñará para satisfacer las necesidades específicas de los investigadores que estudian las moscas Drosophila, proporcionando una herramienta confiable, eficiente y fácil de usar para registrar y almacenar con precisión los datos de ubicación de estos organismos.

1.4 Objetivo específico

- Realizar una revisión de los sistemas y tecnologías de georreferenciación existentes, identificando las fortalezas y debilidades de cada uno en relación con las necesidades de los investigadores que estudian las moscas Drosophila.
- Analizar las necesidades específicas de los investigadores, incluidos los requisitos de recopilación, almacenamiento y análisis de datos, así como cualquier restricción logística o técnica que pueda afectar el desarrollo y la implementación de un nuevo sistema de georreferenciación.
- Diseñar y desarrollar un sistema de georreferenciación basado en la web que satisfaga las necesidades específicas de los investigadores, incluido el seguimiento preciso de

la ubicación, el almacenamiento y la recuperación de datos eficientes y las interfaces fáciles de usar para los datos.

1.5 Antecedentes

La historia de los sistemas de información se remonta en la antigüedad, y a lo largo de la misma ha ido tecnificando y mejorando procesos realizados comúnmente por los seres humanos, mismos procesos que han ido mejorando con el paso del tiempo hasta llegar a desarrollar sistemas de georreferencia. Estos sistemas son de suma utilidad en diferentes áreas de estudio ya que tener la ubicación sobre algún interés de estudio puede facilitar enormemente la tarea del mismo.

En la facultad de biología de la Pontificia Universidad Católica Del Ecuador se cuenta con un archivo de Excel donde se encuentran detalladas diferentes especies de *Drosophila*, estos detalles incluyen la familia, genero, sexo de la especie, además de incluir el nombre o los nombres de los investigadores que descubrieron al espécimen junto con el año de descubrimiento. Datos importantes a tener en cuenta es la provincia, ciudad, parque ecológico (de ser el caso), longitud y latitud de donde se realizó una recolección de la especie. Posteriormente se tiene como datos importantes el destino al cual se envía a la especie (museo, universidad, etc.) y el DOI del trabajo investigativo relacionado con la especie. Todos estos datos antes mencionados se encuentran en un solo archivo, con lo cual se puede entender que no se saca provecho de los mismos. Los datos no son información, la información no es conocimiento, el conocimiento no es comprensión, la comprensión no es sabiduría (John A. Woods, James W. Cortada. Taylor & Francis, 2000). La recopilación de datos sobre diferentes especies seguirá por muchos años más y es aquí cuando se vio la necesidad de generar un sistema donde se puede desplegar dichos datos de forma georreferenciada, para una mejor experiencia de usuario, aparte de las bondades que aportan los diferentes datos se ve la necesidad de incluir filtros para una mejor captación de los investigadores al sitio web.

1.6 Alcance

El alcance del proyecto de titulación se centra en el diseño y desarrollo de un sistema de georreferenciación basado en web como prototipo para investigadores que estudian moscas *Drosophila* en la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El prototipo se desarrollará utilizando tecnologías web modernas y mejores prácticas, y se diseñará para satisfacer las necesidades específicas de los investigadores que estudian las moscas *Drosophila* en esta región.

El prototipo incluirá la funcionalidad necesaria para un seguimiento de ubicación preciso, almacenamiento y recuperación de datos eficientes e interfaces fáciles de usar para el ingreso y análisis de datos, además servirá como prueba de concepto, demostrando el potencial de los sistemas de georreferenciación basados en la web para satisfacer las necesidades de los investigadores que estudian las moscas *Drosophila* en esta región.

El prototipo se probará y evaluará a través de una serie de pruebas, centrándose en evaluar su precisión, confiabilidad y facilidad de uso. El alcance de esta tesis no se extiende al despliegue del sistema más allá de la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, ni incluye el desarrollo de un marco integral de análisis de datos. Estos aspectos pueden ser considerados como áreas potenciales para futuras investigaciones.

Capítulo II: Fundamentación Teórica

2 Marco Teórico

2.1 Georreferenciación

2.1.1 Definición e importancia

La georreferenciación es un proceso de asignación de coordenadas espaciales a una ubicación u objeto en particular. En otras palabras, es el proceso de asociar información geográfica con un conjunto de datos o una característica. La georreferenciación generalmente se realiza mediante el uso de una combinación de datos GPS (Sistema de posicionamiento global) y software GIS (Sistema de información geográfica).

La importancia de la georreferenciación radica en su capacidad para facilitar la cartografía, el seguimiento y la gestión de datos espacialmente explícitos. Por ejemplo, la georreferenciación puede ayudar a los investigadores a mapear la distribución de especies de insectos, rastrear cambios en sus hábitats y monitorear los impactos de las actividades humanas en los ecosistemas. Además, la georreferenciación puede ayudar a los investigadores a identificar áreas críticas para la conservación y desarrollar planes de manejo para protegerlas.

En el caso de *Drosophila*, la georreferenciación es particularmente importante para comprender la distribución y abundancia de las diferentes especies. *Drosophila* es un género de pequeñas moscas de la fruta que se utiliza ampliamente como organismo modelo en genética y biología molecular. Hay más de 1500 especies de *Drosophila*, y se encuentran en una amplia gama de hábitats, desde selvas tropicales hasta bosques templados y desiertos. Al georreferenciar las especies de *Drosophila*, los investigadores pueden comprender mejor los factores que determinan su distribución y el papel que desempeñan en sus ecosistemas.

2.1.2 Aplicaciones en Entomología y Ecología

La georreferenciación tiene numerosas aplicaciones en entomología y ecología. Como los siguientes:

Modelado de distribución de especies: la georreferenciación se utiliza para mapear la distribución de especies de insectos y para crear modelos de distribución de especies. Estos

modelos pueden usarse para identificar áreas que son críticas para la conservación y desarrollar planes de manejo para protegerlas. Además, pueden ayudar a los investigadores a comprender los factores que determinan la distribución de las especies de insectos.

El modelado de distribución de especies (SDM) es una herramienta que utiliza datos georreferenciados para predecir la distribución potencial de una especie en un área en particular. SDM utiliza una variedad de variables ambientales, como la temperatura, la precipitación y la cubierta vegetal, para estimar la probabilidad de que una especie se encuentre en un lugar determinado. En entomología y ecología, SDM se utiliza para identificar áreas que son adecuadas para la supervivencia y reproducción de especies de insectos. Esta información es esencial para la planificación de la conservación y el manejo, ya que ayuda a identificar áreas críticas para la supervivencia de especies de insectos amenazadas o en peligro de extinción.

Mapeo de hábitats: la georreferenciación se utiliza para mapear los hábitats de las especies de insectos. Esta información es esencial para comprender los requisitos ecológicos de las especies de insectos y para identificar áreas críticas para su supervivencia.

El mapeo de hábitats es un proceso de identificación y mapeo de las características ambientales que son necesarias para la supervivencia de una especie en particular. En entomología y ecología, el mapeo de hábitats se utiliza para identificar áreas que son adecuadas para la supervivencia y reproducción de especies de insectos. Al mapear los hábitats de las especies de insectos, los investigadores pueden identificar áreas críticas para la conservación y la planificación de la gestión.

Manejo de plagas: la georreferenciación se utiliza en los programas de manejo integrado de plagas (MIP) para monitorear la distribución y abundancia de plagas de insectos. Al mapear la distribución de plagas de insectos, los investigadores pueden desarrollar estrategias específicas para controlarlas.

MIP es un enfoque para el manejo de plagas que integra una variedad de estrategias, incluido el control biológico, el control cultural y el control químico, para manejar las poblaciones de plagas. La georreferenciación es un componente esencial de los programas de MIP, ya que permite a los investigadores monitorear la distribución y abundancia de

plagas de insectos. Al mapear la distribución de plagas de insectos, los investigadores pueden desarrollar estrategias específicas para controlarlas, como el uso de trampas de feromonas o la liberación de depredadores naturales.

Conservación de la biodiversidad: la georreferenciación se utiliza para mapear y monitorear la biodiversidad. Esta información es esencial para identificar áreas que son críticas para la conservación de la biodiversidad y para desarrollar planes de manejo para protegerlas.

La conservación de la biodiversidad es la protección y gestión de la diversidad de la vida en la Tierra. La georreferenciación es una herramienta esencial para la conservación de la biodiversidad, ya que permite a los investigadores mapear y monitorear la distribución de diferentes especies. Al mapear la distribución de especies, los investigadores pueden identificar áreas críticas para la conservación y la planificación de la gestión.

Cambio Climático: La georreferenciación se utiliza para monitorear los impactos del cambio climático en las poblaciones de insectos. Al mapear la distribución y abundancia de las poblaciones de insectos a lo largo del tiempo, los investigadores pueden rastrear los cambios en su distribución e identificar áreas que son vulnerables al cambio climático.

El cambio climático está teniendo un impacto significativo en las poblaciones de insectos en todo el mundo. La georreferenciación es una herramienta esencial para monitorear estos cambios, ya que permite a los investigadores rastrear la distribución y abundancia de las poblaciones de insectos a lo largo del tiempo. Al mapear la distribución de las poblaciones de insectos, los investigadores pueden identificar áreas que son vulnerables al cambio climático y desarrollar estrategias para protegerlas.

2.1.3 Métodos y Técnicas de Georreferenciación de Insectos

La georreferenciación de especímenes de insectos es importante en varios campos, incluida la entomología, la ecología y la conservación. El registro preciso de las coordenadas geográficas de especímenes de insectos o sitios de estudio es esencial para rastrear sus distribuciones y comprender sus procesos ecológicos y evolutivos. La georreferenciación de insectos se puede realizar utilizando varios métodos y técnicas, cada uno con sus propias ventajas y limitaciones.

La tecnología GPS (Global Positioning System) es uno de los métodos más utilizados para georreferenciar insectos (Kumar, Stohlgren, Chong, & Benson, 2012). Los receptores de GPS pueden proporcionar coordenadas geográficas exactas y precisas, que se pueden usar para rastrear los movimientos, las distribuciones y las preferencias de hábitat de los insectos. Los biólogos de campo suelen utilizar receptores GPS de mano, mientras que los receptores montados en vehículos o drones son útiles para recopilar datos en entornos más remotos o difíciles (Kumar, Stohlgren, Chong, & Benson, 2012).

La geo codificación es otra técnica útil para la georreferenciación de insectos (Meyers & Oberle, 2012). La geo codificación implica convertir descripciones de ubicación textuales, como direcciones o nombres de lugares, en coordenadas geográficas. Esto se puede hacer usando varias herramientas de software y servicios en línea, como Google Maps u OpenStreetMap. La geo codificación puede ser particularmente útil para estudios a gran escala que implican el análisis de grandes cantidades de datos (Meyers & Oberle, 2012).

Los métodos basados en puntos de referencia son otro enfoque útil para la georreferenciación de insectos (Kumar, Stohlgren, Chong, & Benson, 2012). Estos métodos implican el uso de puntos de referencia o características identificables, como ríos, montañas o carreteras, para georreferenciar especímenes de insectos o sitios de estudio. Los métodos basados en puntos de referencia son útiles en áreas donde las señales de GPS son débiles o no están disponibles, o donde no se dispone de mapas detallados (Kumar, Stohlgren, Chong, & Benson, 2012).

Los métodos basados en cuadrículas también se usan comúnmente para la georreferenciación de insectos (Palmer, Earls, & Mitchell, 2012). La georreferenciación basada en cuadrícula implica dividir un área en cuadrículas y asignar a cada cuadrícula una coordenada geográfica única. Este método es útil para estudios a gran escala o cuando no se dispone de datos de ubicación precisos. Sin embargo, los métodos basados en cuadrículas pueden ser menos precisos que los métodos basados en GPS o puntos de referencia (Palmer, Earls, & Mitchell, 2012).

Existen varios métodos y técnicas disponibles para georreferenciar insectos, cada uno con sus propias fortalezas y debilidades. Adicional se puede mencionar algunas tecnologías que se pueden implementar en el proyecto de titulación:

Tecnología GPS: los dispositivos GPS se usan comúnmente en varios campos para obtener datos de ubicación precisos. En el caso del proyecto de titulación, la tecnología GPS podría usarse para recopilar las coordenadas geográficas de los especímenes de *Drosophila* en el campo. Esto podría lograrse utilizando dispositivos GPS de mano o instalando sensores GPS en dispositivos móviles como teléfonos inteligentes o tabletas. Una vez que se recopilan las coordenadas, se pueden introducir directamente en una base de datos PostGIS. El front-end del sistema podría desarrollarse utilizando React, lo que permitiría a los usuarios ingresar y ver datos fácilmente en una plataforma basada en la web.

Geoetiquetado: el geoetiquetado implica agregar metadatos geográficos a medios como fotografías o videos. En el contexto del proyecto de titulación, el etiquetado geográfico podría usarse para asociar especímenes de *Drosophila* con ubicaciones geográficas específicas. Esto podría lograrse capturando fotografías o videos de los especímenes usando un teléfono inteligente o una cámara con capacidades de GPS. Luego, las fotografías o videos podrían cargarse en una plataforma basada en la web desarrollada con React, y los metadatos geográficos podrían extraerse y almacenarse en una base de datos PostGIS. Esto permitiría una fácil visualización y consulta de los datos en función de la ubicación geográfica.

Cartografía móvil: la cartografía móvil implica el uso de dispositivos móviles equipados con sensores GPS y cámaras digitales para recopilar datos geoespaciales. En el caso del proyecto de titulación, el mapeo móvil podría usarse para recopilar datos sobre especímenes de *Drosophila* y sus hábitats en el campo. Esto podría lograrse equipando a los investigadores de campo con teléfonos inteligentes o tabletas que tengan cámaras y sensores GPS. Los dispositivos podrían usarse para capturar fotografías y videos de los especímenes y sus hábitats, y las coordenadas geográficas podrían ingresarse directamente en una base de datos PostGIS. El front-end del sistema podría desarrollarse utilizando React, lo que permitiría a los usuarios ingresar y ver datos fácilmente en una plataforma basada en la web.

Teledetección: La teledetección implica el uso de imágenes aéreas o satelitales para recopilar datos geoespaciales. En el proyecto de titulación, la detección remota podría usarse para recopilar datos sobre los hábitats, la cubierta vegetal y los patrones de uso de la tierra de *Drosophila*. Esto podría lograrse adquiriendo imágenes aéreas o satelitales y procesándolas usando software como ArcGIS o QGIS para extraer capas de datos relevantes.

Luego, las capas de datos podrían cargarse en una base de datos PostGIS, y el front-end del sistema podría desarrollarse utilizando React para proporcionar una plataforma basada en web fácil de usar para ver y consultar los datos.

2.2 Drosophila

2.2.1 Taxonomía y Características

Drosophila es parte del orden Diptera, que incluye todas las moscas. Dentro del orden, forma parte de la familia Drosophilidae, que contiene más de 4.000 especies (Ashburner, *Drosophila: A Handbook of Biology and Genetics*, 2004) descritas. El género *Drosophila* se caracteriza por su pequeño tamaño, ojos rojos y venación alar característica. Las moscas *Drosophila* suelen medir entre 1 y 5 milímetros (Ashburner, *Drosophila: A Handbook of Biology and Genetics*, 2004) de largo y tienen un cuerpo amarillo o marrón. Las alas de *Drosophila* se mantienen rectas desde el cuerpo cuando está en reposo y, a menudo, se caracterizan por su patrón de venas.

Drosophila tiene un ciclo de vida relativamente simple en comparación con muchos otros insectos. Los adultos ponen sus huevos en la fruta en fermentación, donde las larvas eclosionan y se alimentan (Markow & O'Grady, 2006). Luego, las larvas se desarrollan a través de varias etapas, mudando su piel a medida que crecen, antes de convertirse en pupas y emerger como adultos. La duración de la etapa larval y el número de mudas pueden variar según la especie y las condiciones ambientales.

2.2.2 Importancia en la investigación biológica

Drosophila ha sido un valioso organismo de investigación en genética, biología del desarrollo, neurobiología y muchas otras áreas de la biología durante más de un siglo. Hay varias razones por las que *Drosophila* es un organismo modelo importante:

Vida útil corta y facilidad de mantenimiento: la vida útil relativamente corta de *Drosophila*, combinada con su facilidad de mantenimiento, las convierte en un organismo de modelo atractivo para estudiar muchos procesos biológicos. *Drosophila* se puede criar fácilmente en grandes cantidades en un entorno de laboratorio, y el desarrollo de huevo a adulto se puede completar en solo unas pocas semanas (Ashburner, *Drosophila: A laboratory handbook*, 1990).

Genética simple: *Drosophila* tiene un genoma relativamente simple, con solo cuatro pares de cromosomas. Esta simplicidad ha permitido a los investigadores identificar y estudiar muchos genes involucrados en procesos biológicos importantes, como el desarrollo, el comportamiento y la enfermedad (Bellen, Yamamoto, & Call, 2010).

Gran cantidad de herramientas genéticas: A lo largo de los años, se ha desarrollado una gran cantidad de herramientas genéticas para su uso en la investigación de *Drosophila*. Estas herramientas incluyen técnicas para la manipulación genética, como la inactivación de genes y la expresión transgénica, así como sofisticados métodos electrofisiológicos y de imagen para estudiar procesos celulares y moleculares (Götz , 2007).

Conservación de procesos biológicos: muchos procesos biológicos están altamente conservados en diferentes especies, lo que significa que los hallazgos de la investigación de *Drosophila* a menudo se pueden extrapolar a otros organismos, incluidos los humanos. Por ejemplo, muchos genes y vías de señalización involucrados en el desarrollo y la enfermedad se conservan en una amplia gama de organismos, desde moscas de la fruta hasta humanos (Volker & Campos-Ortega, 1984).

Algunos ejemplos de descubrimientos importantes realizados con *Drosophila* como organismo modelo incluyen la identificación de la herencia ligada al sexo y el descubrimiento del papel de los genes en el desarrollo. Investigaciones más recientes que utilizan *Drosophila* han descubierto importantes conocimientos sobre neurobiología, incluidos los mecanismos de aprendizaje y memoria y la base genética del comportamiento (Heisenberg, 2003).

En general, las numerosas ventajas de *Drosophila* como organismo modelo la han convertido en una herramienta importante en la investigación biológica durante más de un siglo, y es probable que siga siendo un organismo modelo importante durante muchos años más.

2.2.3 Distribución y Hábitat

Drosophila es un género diverso de moscas que se encuentra en todo el mundo. El género incluye más de 1500 especies, muchas de las cuales están adaptadas a hábitats y estilos de vida específicos. Una de las especies más conocidas es *Drosophila melanogaster*,

que se ha utilizado ampliamente como organismo modelo en investigación genética y biología del desarrollo (Markow & O'Grady, 2008).

Las especies de *Drosophila* se encuentran en una variedad de hábitats, desde bosques y pastizales hasta desiertos y áreas urbanas. Algunas especies están asociadas con especies de plantas particulares, mientras que otras son más generalistas y se pueden encontrar en una variedad de plantas. Muchas especies de *Drosophila* se encuentran asociadas con frutas en descomposición, mientras que otras se encuentran en otros microhábitats, como huecos de árboles, flores o hongos (Markow & O'Grady, 2008).

La distribución de las especies de *Drosophila* está influenciada por una variedad de factores, incluidos el clima, la geografía y la disponibilidad de hábitat. Algunas especies están adaptadas a regiones templadas, mientras que otras se encuentran en regiones tropicales o subtropicales. El rango de algunas especies puede estar limitado por barreras geográficas como cadenas montañosas u océanos (van der Linde, Houle, Spicer, & Steppan, 2010).

Un factor importante en la distribución y abundancia de las especies de *Drosophila* es la disponibilidad de huéspedes adecuados. La mayoría de las especies de *Drosophila* están asociadas con la fruta, ya sea como comederos o como parásitos. Las larvas de muchas especies de *Drosophila* se alimentan de frutas en descomposición, mientras que otras se alimentan de hongos o bacterias que crecen en las frutas. Los adultos de *Drosophila* se sienten atraídos por la fruta por el olor de la fruta madura, que contiene compuestos orgánicos volátiles que produce la fruta a medida que madura (van der Linde, Houle, Spicer, & Steppan, 2010).

Algunas especies de *Drosophila* se han convertido en plagas invasoras en ciertas partes del mundo. Por ejemplo, *Drosophila suzukii* es una plaga importante de frutas blandas como cerezas, fresas y frambuesas, y ha causado un daño económico significativo a los productores de frutas en las áreas afectadas (Zhou, Bachtrög, & Anholt, 2012).

En general, la distribución diversa y las preferencias de hábitat de las especies de *Drosophila* las convierten en un grupo interesante para la investigación ecológica y evolutiva. También proporcionan un sistema modelo importante para comprender la genética y el

desarrollo de rasgos complejos y para explorar cuestiones relacionadas con la adaptación y la especiación.

2.3 Desarrollo Web

El desarrollo web se refiere a la creación y mantenimiento de sitios web y aplicaciones web utilizando diferentes tecnologías, lenguajes de programación y marcos. En los últimos años, la demanda de desarrollo web ha crecido significativamente (Felke, 2019) debido al uso creciente de Internet y la necesidad de presencia en línea para empresas, organizaciones e individuos. El desarrollo web implica varias etapas, que incluyen la planificación, el diseño, el desarrollo, las pruebas y la implementación (Felke, 2019).

El desarrollo web se puede clasificar en dos áreas principales: desarrollo front-end y back-end (Ethan, 2019). El desarrollo front-end se ocupa de la creación de interfaces de usuario, lo que incluye diseñar el diseño y los elementos visuales del sitio web o la aplicación utilizando lenguajes como HTML, CSS y JavaScript. El desarrollo de back-end, por otro lado, implica construir el lado del servidor de la aplicación, lo que incluye el desarrollo de la base de datos, la lógica del lado del servidor y las API utilizando lenguajes como PHP, Python y Ruby.

En el desarrollo web, existen varios marcos y herramientas que los desarrolladores pueden usar para crear aplicaciones eficientes y escalables. Algunos marcos populares incluyen Angular, React y Vue para el desarrollo front-end y Laravel, Django y Express para el desarrollo back-end. Estos marcos proporcionan bibliotecas y componentes preconstruidos que los desarrolladores pueden usar para acelerar el proceso de desarrollo y mejorar la calidad del código.

Para garantizar el éxito de un proyecto de desarrollo web, es importante seguir las mejores prácticas y estándares, como el diseño receptivo, la accesibilidad, la seguridad y la optimización del rendimiento. El diseño receptivo garantiza que el sitio web o la aplicación puedan adaptarse a diferentes tamaños de pantalla y dispositivos. La accesibilidad garantiza que el sitio web o la aplicación puedan ser utilizados por personas con discapacidades. La seguridad implica implementar medidas para proteger el sitio web o la aplicación de ataques

maliciosos. La optimización del rendimiento implica optimizar el código y la configuración del servidor para garantizar tiempos de carga rápidos y una experiencia de usuario fluida.

2.3.1 Principios y mejores prácticas

En el desarrollo web, existen varios principios y mejores prácticas que los desarrolladores deben seguir para garantizar el éxito del proyecto. Estos principios y mejores prácticas incluyen:

Metodología de desarrollo ágil: el desarrollo ágil es un enfoque iterativo para el desarrollo de software que enfatiza la colaboración, la flexibilidad y la satisfacción del cliente. La metodología ágil se basa en el Manifiesto Ágil, que valora a las personas y las interacciones, el software funcional, la colaboración con el cliente y la respuesta al cambio. En el desarrollo ágil, el proceso de desarrollo se divide en etapas o sprints pequeños e incrementales, donde cada sprint entrega un producto de trabajo que se puede revisar y ajustar en función de los comentarios de las partes interesadas. El desarrollo ágil permite a los desarrolladores responder rápidamente a los requisitos cambiantes y garantiza que el producto final satisfaga las necesidades de los usuarios. El desarrollo ágil generalmente se caracteriza por reuniones diarias, integración y entrega continuas, y una estrecha colaboración entre desarrolladores, evaluadores y partes interesadas (Martin, 2003).

Lenguaje de modelado unificado (UML): El lenguaje de modelado unificado es un lenguaje de modelado estandarizado que se utiliza para visualizar, diseñar y documentar sistemas de software. UML proporciona un conjunto de notaciones y diagramas que se pueden usar para describir los diferentes aspectos del sistema, incluida su estructura, comportamiento e interacciones. Los diagramas UML incluyen diagramas de casos de uso, diagramas de clases, diagramas de secuencia y diagramas de actividades. Los diagramas de casos de uso describen los requisitos funcionales del sistema, mientras que los diagramas de clases describen la estructura del sistema y las relaciones entre las clases. Los diagramas de secuencia describen la interacción entre los objetos del sistema, mientras que los diagramas de actividad describen el flujo de trabajo del sistema. El modelado UML puede ayudar a los desarrolladores a comunicarse de manera efectiva con las partes interesadas, identificar posibles fallas de diseño y garantizar que el producto final cumpla con los requisitos deseados (Fowler & Scott, 2004).

Diseño receptivo: el diseño receptivo es un enfoque de diseño que garantiza que el sitio web o la aplicación puedan adaptarse a diferentes dispositivos y tamaños de pantalla. Esto se logra mediante el uso de diseños, imágenes y tipografía flexibles que se pueden ajustar al tamaño de la pantalla. El diseño receptivo es esencial en el mundo actual, donde los dispositivos móviles son lo primero, donde los usuarios acceden a sitios web y aplicaciones en diferentes dispositivos, como computadoras de escritorio, computadoras portátiles, tabletas y teléfonos inteligentes. El diseño receptivo mejora la experiencia del usuario y garantiza que el sitio web o la aplicación sean accesibles para los usuarios en diferentes dispositivos (Marcotte, 2011).

Accesibilidad: la accesibilidad implica diseñar y desarrollar el sitio web o la aplicación para que las personas con discapacidad puedan utilizarlo. Esto incluye proporcionar texto alternativo para las imágenes, garantizar que se pueda navegar por el sitio web o la aplicación con un teclado y usar colores contrastantes para garantizar que el contenido sea legible. La accesibilidad es importante porque garantiza que las personas con discapacidad puedan acceder y utilizar el sitio web o la aplicación, mejorando la inclusión y la experiencia del usuario. La accesibilidad también puede ayudar al sitio web o la aplicación a cumplir con las normas y estándares de accesibilidad, como las Pautas de accesibilidad al contenido web (WCAG) (World Wide Web Consortium, 2018).

Seguridad: La seguridad implica implementar medidas para proteger el sitio web o la aplicación de ataques maliciosos. Esto incluye el uso de mecanismos seguros de autenticación y autorización, el cifrado de datos confidenciales y la implementación de la validación de entrada para evitar ataques de inyección. La seguridad es esencial para proteger el sitio web o la aplicación de violaciones de datos, acceso no autorizado y otras amenazas de seguridad. La seguridad también puede ayudar al sitio web o la aplicación a cumplir con las normas y estándares de seguridad, como el Reglamento general de protección de datos (GDPR) (European Commission, 2018).

Optimización del rendimiento: la optimización del rendimiento implica optimizar el código y la configuración del servidor para garantizar tiempos de carga rápidos y una experiencia de usuario fluida. Esto incluye minimizar el uso de recursos externos, optimizar imágenes y videos y usar técnicas de almacenamiento en caché y compresión. La

optimización del rendimiento es importante porque mejora la experiencia del usuario y garantiza que el sitio web o la aplicación sean rápidos y receptivos. Un sitio web o una aplicación lentos pueden generar una experiencia de usuario deficiente, altas tasas de rebote y pérdida de ingresos. La optimización del rendimiento también puede ayudar al sitio web o la aplicación a cumplir con los estándares y pautas de rendimiento, como Core Web Vitals (Google, 2021).

2.3.2 Herramientas y Tecnologías para el Desarrollo Web

El desarrollo web requiere una variedad de herramientas y tecnologías para crear aplicaciones web sólidas, escalables y dinámicas. La elección de herramientas y tecnologías depende de los requisitos del proyecto, la metodología de desarrollo que se utilice y las preferencias del equipo de desarrollo. En esta sección, se presentará algunas de las herramientas y tecnologías clave utilizadas en el desarrollo web, con un enfoque en aquellas relevantes para la metodología de desarrollo ágil y el modelado UML. Se cubrirá entornos de desarrollo integrados (IDE), sistemas de control de versiones (VCS), herramientas ágiles de gestión de proyectos, herramientas de modelado UML, tecnologías web como HTML, CSS y JavaScript, marcos web, servidores web y sistemas de gestión de bases de datos (DBMS).

Entornos de desarrollo integrados (IDE): un IDE es una aplicación de software que proporciona un entorno integral para el desarrollo de software. Por lo general, incluye un editor de código, un depurador, una herramienta de automatización de compilación y otras características que ayudan a los desarrolladores a escribir, probar e implementar código de manera más eficiente (Extensions, 2023). Algunos IDE populares para el desarrollo web incluyen Visual Studio Code, Sublime Text y Atom. Estos IDE admiten una amplia gama de lenguajes de programación y tienen un gran ecosistema de complementos y extensiones que pueden mejorar su funcionalidad.

Sistemas de control de versiones (VCS): un VCS es una herramienta que administra los cambios en el código fuente a lo largo del tiempo. Permite que varios desarrolladores trabajen en la misma base de código simultáneamente, realiza un seguimiento de los cambios en el código y proporciona un historial de cambios que se puede revertir si es necesario. Git es un VCS ampliamente utilizado que a menudo se usa junto con GitHub, un servicio de

alojamiento basado en la nube para proyectos de desarrollo de software. GitHub proporciona un depósito central para el código, facilita la colaboración entre los desarrolladores y ofrece una variedad de funciones, como el seguimiento de problemas y las revisiones de código (Git, 2023).

Herramientas ágiles de gestión de proyectos: las metodologías ágiles de desarrollo ponen un fuerte énfasis en la colaboración, la comunicación y la flexibilidad. Como tal, hay muchas herramientas de gestión de proyectos disponibles que están diseñadas para respaldar el desarrollo ágil, como Jira, Trello y Asana. Estas herramientas permiten que los equipos administren tareas y prioridades, realicen un seguimiento del progreso y se comuniquen de manera efectiva. A menudo incluyen funciones como tableros de tareas, gráficos de trabajo pendiente y flujos de trabajo ágiles (Atlassian, 2023).

Herramientas de modelado UML: UML es un lenguaje visual para modelar sistemas de software. Proporciona un conjunto de diagramas y símbolos estandarizados que se pueden utilizar para representar varios aspectos de la arquitectura, el diseño y el comportamiento de un sistema. Hay muchas herramientas disponibles que admiten el modelado UML, incluidas Enterprise Architect, Visual Paradigm, Power Designer y Lucidchart. Estas herramientas permiten a los desarrolladores crear diagramas UML más fácilmente, compartirlos con otras partes interesadas y generar código a partir de ellos automáticamente (Sparx Systems, 2023).

HTML, CSS y JavaScript: HTML es el lenguaje de marcado utilizado para crear la estructura de las páginas web, mientras que CSS se utiliza para diseñar el contenido y el diseño. JavaScript es un lenguaje de programación que se utiliza para agregar interactividad y comportamiento dinámico a las páginas web. Estas tres tecnologías forman la base del desarrollo web y son esenciales para crear aplicaciones web modernas, receptivas e interactivas (Mozilla, 2023).

Marcos web: un marco web es un marco de software que está diseñado para admitir el desarrollo de aplicaciones web. Proporciona un conjunto de herramientas, bibliotecas y convenciones que pueden ayudar a los desarrolladores a crear aplicaciones web de manera más rápida y eficiente (React, 2023). Los marcos web populares incluyen React, Angular y Vue.js. Estos marcos brindan una gama de características, como arquitecturas basadas en

componentes, enlace de datos reactivo y enrutamiento del lado del cliente, que pueden simplificar el desarrollo de aplicaciones web complejas.

Servidores web: un servidor web es una aplicación de software que procesa solicitudes y respuestas entre clientes y servidores. Sirve archivos estáticos, genera contenido dinámico e interactúa con bases de datos y otros servicios (Documentation Group, 2023). Algunos servidores web populares incluyen Apache, Nginx y Microsoft IIS. Estos servidores a menudo se usan junto con otras tecnologías, como proxies inversos, balanceadores de carga y redes de entrega de contenido, para optimizar el rendimiento y la confiabilidad de las aplicaciones web.

Sistemas de administración de bases de datos (DBMS): un DBMS es una aplicación de software que administra el almacenamiento, la organización y la recuperación de datos. Proporciona una forma estructurada de almacenar datos y permite que las aplicaciones accedan y manipulen datos más fácilmente (Postgresql, 2023). Algunos DBMS populares para el desarrollo web incluyen MySQL, PostgreSQL y MongoDB. Estos sistemas ofrecen diferentes funciones y compensaciones, como modelos de datos relacionales frente a no relacionales, ACID frente a consistencia eventual y escalabilidad frente a facilidad de uso.

2.3.3 Aplicaciones cartográficas y GIS basadas en la web

Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) se utilizan para capturar, almacenar, manipular, analizar y presentar datos espaciales o geográficos. Las aplicaciones GIS se utilizan en una amplia gama de industrias, desde la gestión ambiental hasta la planificación urbana, y se utilizan cada vez más en la investigación científica.

Las aplicaciones de mapeo y GIS basadas en la web permiten a los usuarios acceder e interactuar con datos espaciales y mapas a través de un navegador web. Estas aplicaciones son cada vez más populares debido a su facilidad de uso, escalabilidad y accesibilidad. Las aplicaciones de mapeo y GIS basadas en la web se utilizan en una variedad de dominios, incluidos el transporte, la agricultura, la gestión de recursos naturales y la respuesta a emergencias (Chang, 2018).

Las aplicaciones de mapeo y GIS basadas en la web se construyen utilizando una combinación de tecnologías web, como HTML, CSS, JavaScript y lenguajes de secuencias

de comandos del lado del servidor. Estas aplicaciones suelen utilizar una variedad de servicios de mapas y datos espaciales, incluidos los servicios de teselas, que utilizan pequeñas imágenes para mostrar mapas en línea de manera dinámica y eficiente, así como los servicios de entidades, que permiten la visualización y edición de datos geoespaciales individuales, y los servicios de geo codificación, que permiten convertir direcciones u otros datos de ubicación en coordenadas geográficas (Battersby & Finn, 2018).

Hay varios marcos y plataformas populares de aplicaciones cartográficas y GIS basadas en la web disponibles, como Leaflet, OpenLayers y la API de Google Maps (Duckett, 2017). Estos marcos y plataformas brindan a los desarrolladores una variedad de herramientas y bibliotecas para crear aplicaciones cartográficas y SIG basadas en web interactivas y con capacidad de respuesta.

Al desarrollar una aplicación de mapeo y GIS basada en la web, es importante considerar factores como la privacidad de los datos, la seguridad de los datos y la precisión de los datos. Se también deben considerar las necesidades y requisitos de los usuarios finales y asegurarse de que la aplicación sea intuitiva y fácil de usar.

Capítulo III: Metodología

3 Metodología de Investigación

En este capítulo se presenta la metodología utilizada en el diseño y desarrollo de un sistema web para la georreferenciación de insectos (*Drosophila*), centrándose en el caso de estudio de la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El capítulo se divide en dos apartados: metodología aplicada y metodología informática.

La sección de metodología aplicada describe el análisis de campo de las entrevistas que se realizaron para recolectar información sobre los insectos *Drosophila*. La sección explica los métodos de muestreo utilizados para recolectar los insectos, el tipo de trampas utilizadas y la ubicación de los sitios de recolección. También detalla cómo se identificaron y clasificaron las diferentes especies de *Drosophila*, así como los desafíos que se enfrentaron durante este proceso. También se discuten los equipos y software utilizados en el proceso de

georreferenciación. La sección concluye describiendo los resultados esperados del proceso de análisis y recopilación de datos.

En el apartado de metodología informática se detalla el método o ciclo de vida que se aplicó en el diseño y desarrollo del sistema web. La sección analiza los lenguajes de programación, los marcos y las herramientas que se seleccionaron para el proyecto, así como los pasos que se tomaron para diseñar la interfaz de usuario. También explica la arquitectura del sistema y los métodos de almacenamiento y recuperación de datos utilizados en el sistema. La sección concluye describiendo los resultados esperados del proceso de desarrollo del sistema.

3.1 Metodología Aplicada

La metodología aplicada utilizada en este proyecto fue el método de la entrevista, que es una técnica muy utilizada en la investigación y recolección de datos. Se seleccionó el método de entrevista porque nos permitió recabar información valiosa directamente de los investigadores, recolectores y estudiantes de la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Esta información fue fundamental para establecer un punto de partida para el modelado de datos, que es el proceso de creación de una representación conceptual de datos y sus relaciones entre diferentes elementos de datos.

Para llevar a cabo las entrevistas, preparamos una lista de preguntas que cubría diferentes aspectos relacionados con la recolección e identificación de insectos *Drosophila*. Estas preguntas fueron diseñadas para obtener la mayor cantidad de información detallada posible sobre los sitios de recolección, las trampas utilizadas, los métodos de muestreo y las especies de *Drosophila* recolectadas. También preguntamos sobre cualquier desafío o problema encontrado durante el proceso de recopilación e identificación, para identificar áreas donde se podrían realizar mejoras.

Las entrevistas se realizaron en la Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, que es una reconocida institución de investigación y docencia en biología. Los participantes incluyeron investigadores, recolectores y estudiantes involucrados en la recolección e identificación de insectos *Drosophila*. Nos aseguramos de

que los participantes representaran una amplia gama de niveles de experiencia, para obtener una amplia gama de perspectivas e ideas sobre el proceso de recopilación.

Para facilitar el proceso de recolección de datos, los participantes disponían de herramientas como teléfonos celulares con capacidad de GPS para capturar la latitud y longitud de las especies y hojas de cálculo de Excel para registrar los datos. El uso de estas herramientas aseguró la recopilación de datos precisa y consistente, lo cual es esencial para el éxito del proyecto.

Los resultados esperados de las entrevistas son datos que servirán de base para el modelado de datos. Estos datos se utilizarán para desarrollar un sistema de georreferenciación que nos permitirá rastrear la distribución y abundancia de las especies de *Drosophila* en el área de estudio. La información recopilada también nos ayudará a identificar patrones en la distribución de diferentes especies y determinar los factores que influyen en su distribución.

3.2 Metodología Informática

Para el desarrollo del sistema web de georreferenciación de insectos se aplicará una metodología informática. La metodología escogida para este proyecto es la metodología Agile, con el framework Scrum. Esta metodología permitirá un proceso de desarrollo flexible e iterativo, con retroalimentación continua y colaboración entre el equipo de desarrollo y las partes interesadas.

El marco Scrum sigue un proceso cíclico, con un conjunto de eventos, roles y artefactos que trabajan juntos para garantizar la entrega exitosa del proyecto. El proyecto seguirá el marco Scrum y sus eventos, que incluyen planificación de sprint, scrums diarios, revisiones de sprint y retrospectivas de sprint.

El ciclo de vida del proyecto seguirá el ciclo de vida de desarrollo de software Agile, que incluye las etapas de planificación, recopilación de requisitos, diseño, desarrollo, prueba e implementación. El proceso de ingeniería que se aplicará es el proceso de desarrollo iterativo e incremental, que permite la mejora y perfeccionamiento continuo del producto.

Los entregables de Scrum incluirán la acumulación de sprint, los objetivos de sprint y los incrementos de software de trabajo. Los objetivos del proyecto son crear un sistema

web fácil de usar para la georreferenciación de insectos, que permita la recopilación y el análisis de datos de manera eficiente y precisa.

Para una mejor comprensión se explicará cómo se llevará a cabo los elementos más importantes de Scrum para el desarrollo del plan de titulación. Primero los eventos de la metodología Scrum juegan un papel crucial para asegurar el éxito del proceso de desarrollo. Los eventos de Scrum están diseñados para crear transparencia, promover la colaboración y facilitar la mejora continua a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Estos eventos ayudan al equipo a mantenerse enfocado en los objetivos del proyecto, trabajar juntos de manera efectiva y entregar resultados de alta calidad a tiempo.

Planificación de sprint: al comienzo de cada sprint, el equipo de desarrollo y el propietario del producto se reunirán para planificar qué trabajo se completará durante el próximo sprint. Esto implicará revisar la cartera de productos y determinar qué historias de usuario se abordarán en el sprint. En el plan de titulación esto implica establecer objetivos para lo que desea lograr durante el próximo sprint, como realizar una cierta cantidad de entrevistas o diseñar una característica específica del sistema web.

Daily Scrum: cada día, el equipo de desarrollo realizará una breve reunión para verificar el progreso y realizar los ajustes necesarios al plan del día. Para el plan de titulación se usará este evento para verificar su el progreso hacia los objetivos para el sprint y hacer los ajustes necesarios al plan.

Revisión de sprint: al final de cada sprint, el equipo de desarrollo presentará el trabajo que ha completado al propietario del producto y a cualquier otra parte interesada. Este evento se usará en el plan de titulación para demostrar el progreso que se ha logrado hacia el objetivo final, como presentar los datos que ha recopilado de las entrevistas o mostrar un prototipo del sistema web que ha diseñado.

Retrospectiva de Sprint: después de cada sprint, el equipo de desarrollo realizará una retrospectiva para reflexionar sobre lo que salió bien y lo que podría mejorarse en el próximo sprint. Este evento se usará en el plan de titulación para reflexionar sobre lo que ha aprendido hasta ahora en el proceso de desarrollo y cómo puede realizar mejoras en el futuro.

Los artefactos Scrum son los productos de trabajo esenciales que se crean o utilizan durante el desarrollo de un proyecto. Los tres artefactos de Scrum son Product Backlog, Sprint Backlog e Incremento. Estos artefactos ayudan a garantizar la transparencia y la alineación entre el equipo Scrum y las partes interesadas. En el plan de titulación, los artefactos de Scrum jugarán un papel importante en la gestión del proceso de desarrollo de su sistema web. El Product Backlog contendrá una lista priorizada de características y requisitos que deben desarrollarse y servirá como fuente principal de trabajo para el equipo Scrum. El Sprint Backlog contendrá un subconjunto de los elementos del Product Backlog que el equipo se ha comprometido a completar en el Sprint actual. El Incremento es la suma de todos los elementos del Product Backlog completados durante un Sprint y representa el progreso realizado por el equipo Scrum hacia el objetivo del proyecto.

El uso de artefactos de Scrum en el plan de titulación proporcionará una visión clara y transparente del progreso realizado por el equipo, el trabajo que debe realizarse y la dirección general del proyecto. Al mantener un Product Backlog actualizado, el equipo tendrá una comprensión compartida de los objetivos del proyecto, mientras que el Sprint Backlog y el Incremento proporcionarán una imagen clara del trabajo completado y el progreso realizado para lograr esos objetivos, a mayor detalle:

Product Backlog: El Product Backlog es una lista ordenada de todos los requisitos. Para el plan de titulación, el Product Backlog consistiría en todas las características y requisitos que desea que tenga su sistema web. Esto incluye los diferentes tipos de insectos que necesitan ser georreferenciados, los roles de los usuarios, los campos de datos a capturar y cualquier otra funcionalidad necesaria.

Incremento: El Incremento es la suma de todos los elementos del Product Backlog completados durante un sprint, más el valor de todos los incrementos anteriores. Para el plan de titulación cada sprint completado contribuiría al sistema general de manera incremental. Esto significa que después de cada sprint, al sistema web se le agregarán más características y funcionalidades, hasta que se complete el producto final.

Definición de Terminado: La Definición de Terminado es una comprensión compartida de lo que significa que un elemento de la Lista de Producto se considere completo. Para el plan de titulación, la Definición de Listo incluiría criterios para cada

característica o requisito que debe cumplirse antes de que pueda considerarse completa. Esto aseguraría que cada sprint contribuya a un sistema funcional y bien diseñado.

Capítulo IV: Desarrollo de la investigación

4 Desarrollo

4.1 Análisis de estudio de caso de sistemas de georreferenciación existentes

Para comprender el estado actual de los sistemas de georreferenciación para la investigación de insectos, se realizó un análisis de estudio de caso en los sistemas existentes. El estudio de caso involucró una revisión de la literatura existente. La revisión tuvo como objetivo identificar las características y la funcionalidad de los sistemas de georreferenciación existentes y evaluar su eficacia en el contexto de la investigación de insectos.

El análisis del estudio de caso identificó varios sistemas de georreferenciación que se han utilizado en la investigación de insectos, incluido el Servicio de información sobre biodiversidad global (GBIF), Biogeomancer y Barcode of Life Data Systems (BOLD). Cada sistema tiene sus propias fortalezas y debilidades, y el análisis del estudio de caso destacó la importancia de comprender las necesidades que se solucionan con cada sistema (Smith & Jones, 2022).

Global Biodiversity Information Facility (GBIF): GBIF es una red global que brinda acceso a millones de registros de datos de biodiversidad de varias fuentes, incluidos museos de historia natural, universidades e instituciones de investigación. Los investigadores pueden usar GBIF para buscar y descargar datos sobre especies o poblaciones de insectos específicas, incluidas consultas basadas en la ubicación para identificar y mapear la distribución de las poblaciones de insectos. GBIF ha sido ampliamente utilizado en la investigación de insectos debido a sus extensos y diversos conjuntos de datos. Sin embargo, GBIF depende de proveedores de datos externos, lo que puede generar datos incompletos o inexactos, y los investigadores pueden requerir conocimientos y habilidades específicos para usar el sistema de manera efectiva (Wheeler, 2004).

Las fortalezas de GBIF radican en su vasta y diversa cartera de datos. Sus fuentes de datos incluyen especímenes, observaciones y otra información relacionada con la

biodiversidad de instituciones de todo el mundo (Wheeler, 2004). Esto significa que los investigadores pueden acceder a una amplia gama de datos sobre poblaciones y distribuciones de insectos, lo que facilita la comparación y el análisis de poblaciones de insectos en diferentes regiones y ecosistemas. Además, la plataforma en línea de GBIF brinda a los investigadores herramientas para buscar, descargar y visualizar datos, incluidos datos basados en la ubicación que se pueden usar para mapear las poblaciones de insectos y sus distribuciones (Wheeler, 2004).

Sin embargo, la dependencia de GBIF de proveedores de datos externos significa que los datos pueden ser incompletos, inexactos o de difícil acceso. Esto puede ser un desafío importante para los investigadores que necesitan datos precisos y actualizados para realizar sus estudios. Además, la complejidad del sistema GBIF puede requerir que los investigadores tengan conocimientos y habilidades específicos para usarlo de manera efectiva, lo que puede ser una barrera para algunos investigadores.

Biogeomancer: Biogeomancer es una herramienta de software que proporciona georreferenciación automatizada de datos de biodiversidad. El software utiliza algoritmos para hacer coincidir las descripciones de la localidad con las coordenadas geográficas, lo que puede ayudar a los investigadores a georreferenciar sus especímenes de insectos de manera más eficiente. Biogeomancer es conocido por su precisión y velocidad, lo que puede ahorrar a los investigadores una cantidad considerable de tiempo y esfuerzo en comparación con la georreferenciación manual. Sin embargo, la precisión de Biogeomancer puede verse afectada por descripciones de localidades incompletas o ambiguas, y es posible que los investigadores aún necesiten verificar y corregir manualmente los datos georreferenciados (Chapman, Wieczoreck, & Morris, 2006).

Los puntos fuertes de Biogeomancer radican en su capacidad para proporcionar georreferenciación automatizada y precisa de datos de biodiversidad. Esto puede ahorrarles a los investigadores una cantidad considerable de tiempo y esfuerzo en comparación con la georreferenciación manual, que puede ser particularmente útil cuando se trata de grandes conjuntos de datos. Además, los algoritmos de Biogeomancer pueden manejar variaciones en las descripciones de las localidades, lo que puede ayudar a los investigadores a georreferenciar sus especímenes de insectos de manera más eficiente.

Sin embargo, la precisión de Biogeomancer puede verse afectada por descripciones de localidades incompletas o ambiguas, lo que puede requerir que los investigadores verifiquen y corrijan manualmente los datos georreferenciados. Además, es posible que el software no sea adecuado para todos los tipos de investigación de insectos, ya que se basa en descripciones de localidades para datos de georreferenciación.

Barcode of Life Data Systems (BOLD): BOLD es una base de datos y una plataforma en línea para códigos de barras de ADN, que permite a los investigadores identificar y clasificar especímenes de insectos utilizando secuencias de ADN. BOLD incluye una función de georreferenciación que permite a los investigadores ingresar y visualizar información geográfica relacionada con sus especímenes. La función de georreferenciación de BOLD está diseñada para ser fácil de usar, con una interfaz simple que permite a los investigadores ingresar información geográfica directamente o cargarla desde hojas de cálculo. BOLD también proporciona herramientas para mapear y analizar datos georreferenciados, incluidas herramientas de visualización y análisis estadístico (Ratnasingham & Hebert, 2007) .

Los puntos fuertes de BOLD radican en su enfoque en los códigos de barras de ADN, que pueden proporcionar a los investigadores datos muy precisos y fiables para identificar y clasificar especímenes de insectos. Además, la interfaz fácil de usar y el completo conjunto de herramientas de BOLD facilitan a los investigadores la entrada, el análisis y la visualización de datos georreferenciados. La base de datos de BOLD también incluye un conjunto grande y diverso de secuencias de ADN de insectos, que se pueden usar para comparar y analizar poblaciones de insectos en diferentes regiones y ecosistemas.

Sin embargo, el enfoque de BOLD en los códigos de barras de ADN puede limitar su aplicabilidad para los investigadores que no utilizan este enfoque. Además, la función de georreferenciación de BOLD puede ser menos precisa que otros métodos, ya que depende de que los investigadores ingresen la información geográfica manualmente. Finalmente, los archivos de datos de BOLD pueden estar sesgados hacia ciertas regiones o ecosistemas, lo que puede limitar su utilidad para los investigadores que trabajan en otras áreas.

4.2 Descripción del Sistema

Para desarrollar un sistema exitoso de georreferenciación de insectos, es fundamental identificar las partes interesadas y los usuarios que interactuarán con el sistema. Estas partes pueden incluir investigadores, coleccionistas y científicos ciudadanos que contribuyen al estudio y la preservación de los insectos. El sistema debe diseñarse para satisfacer las necesidades y requisitos específicos de cada grupo de usuarios, al mismo tiempo que garantiza que los datos recopilados y administrados sean precisos y confiables.

Interesados:

Facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador: La facultad será la principal beneficiaria del sistema web, ya que se utilizará para georreferenciar insectos en los laboratorios y proyectos de investigación de la facultad.

Profesores e Investigadores: Los profesores e investigadores que trabajan con insectos, especialmente *Drosophila*, utilizarán el sistema web para registrar y recuperar datos relacionados con la ubicación de los insectos.

Estudiantes: Los estudiantes de la facultad que trabajen en proyectos de investigación que involucren insectos utilizarán el sistema web para almacenar y recuperar información sobre la ubicación de los insectos.

Departamento de TI: El departamento de TI de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador será responsable del mantenimiento y soporte del sistema web una vez que esté desarrollado.

Usuarios:

Administrador: este rol tiene acceso completo a todas las características y funcionalidades del sistema. Como administrador, sería responsable de administrar las cuentas de los usuarios, asignar funciones y permisos, y realizar tareas administrativas, como copias de seguridad de datos y mantenimiento del sistema.

Investigador: este rol tendría acceso a las funciones de administración de datos del sistema, incluida la capacidad de agregar, modificar y eliminar datos de insectos. Como

investigador, usaría estas funciones para registrar y analizar los datos de georreferenciación de insectos recopilados durante mi investigación.

Técnico: este rol sería responsable de administrar los componentes de hardware y software del sistema. Como técnico, usaría las funciones de monitoreo y resolución de problemas del sistema para garantizar que el sistema funcione sin problemas y para abordar cualquier problema que surja.

Usuario final: este rol tendría acceso a la interfaz de usuario del sistema y podría ver y buscar datos de insectos. Como usuario final, usaría el sistema para buscar y acceder a datos de georreferenciación de insectos relevantes para investigaciones u otros fines.

4.3 Historia de Usuarios

Las historias de usuario son un componente clave de la gestión ágil de proyectos y se utilizan para describir las necesidades y requisitos específicos de los usuarios finales de un sistema o producto. Por lo general, se escriben desde la perspectiva del usuario y describen la funcionalidad que el usuario desea o necesita para lograr un objetivo particular o completar una tarea.

En el Product Backlog las historias de usuario son una forma efectiva de desglosar los elementos de alto nivel en tareas específicas y procesables que el equipo de desarrollo puede planificar y ejecutar. Al crear historias de usuarios, se puede asegurar que el equipo de desarrollo se concentre en brindar funcionalidad que sea valiosa para los usuarios finales y que satisfaga sus necesidades y requisitos específicos.

A continuación, se presenta las historias de usuarios que se obtuvieron por medio de entrevistas. Las historias de usuario se usarán para planificar y ejecutar el desarrollo del proyecto de titulación:

Tras recopilar las historias de usuario del cliente, el siguiente paso es documentarlas en una tabla siguiendo la metodología SCRUM. Esta tabla contendrá los siguientes campos:

- ID: un identificador único para cada historia de usuario.

- Historia de usuario: una breve declaración que describe el objetivo o la necesidad del usuario.
- Criterios de aceptación: un conjunto de criterios que se deben cumplir para que la historia de usuario se considere completa.
- Story Points: Una estimación del nivel de esfuerzo requerido para completar la historia del usuario, normalmente estimado mediante una secuencia de Fibonacci (1, 2, 3, 5, 8, 13, etc.). En este caso se tomará como base el número 1 para un requerimiento de bajo esfuerzo y el número 8 de máximo esfuerzo.
- Sprint: Un sprint es una iteración de trabajo con un límite de tiempo durante el cual un equipo completa un conjunto de elementos de trabajo del producto backlog. En este caso cada sprint tendrá una duración de una semana.
- Prioridad: una clasificación de la importancia relativa de la historia de usuario en comparación con otras historias en la cartera de pedidos como alta, media y baja prioridad
- Rol: el rol asociado con cada historia de usuario.

Tabla 1*Product Backlog*

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
1.	Como administrador, quiero poder registrar nuevos usuarios para que puedan usar el sistema.	<ul style="list-style-type: none"> • El formulario de registro debe incluir campos para nombre, apellido, dirección de correo electrónico, contraseña y confirmación de contraseña. • Una vez enviada, la nueva cuenta de usuario debe agregarse al sistema y el usuario debe recibir un correo electrónico confirmando su registro. 	3	1	Alta	Administrador
2.	Como usuario, quiero poder registrarme para obtener una cuenta en el sistema para poder usarlo para administrar los datos de mi especie y monitorear/solucionar problemas de hardware y software.	<ul style="list-style-type: none"> • El formulario de registro debe incluir campos para nombre, apellido, dirección de correo electrónico, contraseña y confirmación de contraseña. • Una vez enviada, la nueva cuenta de usuario debe agregarse al sistema y el usuario debe recibir un correo electrónico confirmando su registro. 	3	1	Alta	Investigador Técnico

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
3.	Como usuario final, no deseo registrarme para obtener una cuenta para poder acceder a los datos de especies en el sistema.	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debería permitir a los usuarios no registrados ver los datos de las especies sin necesidad de crear una cuenta. 	2	1	Alta	Usuario final
4.	Como usuario final, quiero poder registrarme para obtener una cuenta para poder registrar los datos de especies en el sistema.	<ul style="list-style-type: none"> El formulario de registro debe incluir campos para nombre, apellido, dirección de correo electrónico, contraseña y confirmación de contraseña. Una vez enviada, la nueva cuenta de usuario debe agregarse al sistema y el usuario debe recibir un correo electrónico confirmando su registro. 	3	1	Alta	Usuario final
5.	Como administrador, quiero poder iniciar sesión en el sistema para poder acceder a todas las características y funcionalidades.	<ul style="list-style-type: none"> La página de inicio de sesión debe tener campos para la dirección de correo electrónico y la contraseña. Tras una autenticación exitosa, el administrador debe ser dirigido al tablero del sistema. 	3	1	Media	Administrador
6.	Como administrador, quiero poder ver y administrar cuentas de usuario para poder	<ul style="list-style-type: none"> El tablero debe tener un enlace o botón a la página de 	5	1	Media	Administrador

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
	asignar funciones y permisos a los usuarios.	<p>administración de usuarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> La página de administración de usuarios debe mostrar una lista de todos los usuarios registrados y permitir que el administrador vea, edite o elimine sus cuentas. 				
7.	Como investigador, quiero poder iniciar sesión en el sistema para poder administrar los datos de georreferenciación de mi especie, incluida la adición de nuevos datos y la modificación de los datos existentes, así como el acceso a las funciones de administración de datos.	<ul style="list-style-type: none"> La página de inicio de sesión debe tener campos para la dirección de correo electrónico y la contraseña. Luego de una autenticación exitosa, se debe dirigir al investigador al tablero del sistema que debe tener un enlace o botón a la página de administración de datos. La página de gestión de datos debe tener un formulario para ingresar nuevos datos de georreferenciación de especies y guardarlos en el sistema, así como permitir al investigador buscar y editar datos de georreferenciación de 	3	1	Media	Investigador

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
		especies existentes en el sistema.				
8.	Como técnico, quiero poder iniciar sesión en el sistema para poder acceder a las funciones de supervisión y resolución de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> La página de inicio de sesión debe tener campos para la dirección de correo electrónico y la contraseña. Tras una autenticación exitosa, se debe dirigir al técnico al tablero del sistema. 	3	1	Media	Técnico
9.	Como usuario final, quiero poder o no iniciar sesión en el sistema para poder ver datos de georreferenciación de especies en el sistema para poder usarlos en investigación u otros fines.	<ul style="list-style-type: none"> La página de inicio de sesión debe tener campos para la dirección de correo electrónico y la contraseña. La página principal debe tener la información necesaria para poder usar de acuerdo a la necesidad del usuario final. 	3	1	Baja	Usuario final
10.	Como administrador, quiero poder asignar funciones y permisos a los usuarios para poder controlar quién tiene	<ul style="list-style-type: none"> El administrador debe poder asignar funciones a los usuarios, como espectador, editor o administrador, que 	8	1	Alta	Administrador

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
	acceso a qué funciones del sistema.	<p>determinan a qué funciones y datos puede acceder el usuario.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El administrador debe poder especificar el nivel de permisos para cada función, como acceso de solo lectura o de lectura y escritura. • El administrador debe poder ver y editar las funciones y los permisos asignados a cada usuario. 				
11.	Como investigador, quiero poder modificar los detalles de mi propia cuenta, como mi dirección de correo electrónico o contraseña, para mantener mi cuenta actualizada y segura.	<ul style="list-style-type: none"> • El investigador debe poder editar los detalles de su propia cuenta, lo que incluye cambiar su contraseña o actualizar su información de contacto. • El sistema debe contar con las medidas de seguridad adecuadas para evitar el acceso no autorizado a las cuentas o los datos de los usuarios. 	35	1	Alta	Investigador Usuario Final
12.	Como administrador, quiero establecer requisitos de contraseña, incluida una longitud mínima de 7 caracteres y	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe evitar que los usuarios creen contraseñas de menos de 7 caracteres. 	1	1	Media	Administrador

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
	reglas de complejidad, como el uso de números y caracteres especiales, para garantizar la seguridad de las cuentas de los usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe notificar a los usuarios el requisito de longitud mínima de la contraseña cuando están creando una nueva contraseña. • El sistema debe hacer cumplir el requisito de longitud de la contraseña cuando los usuarios actualicen sus contraseñas. 				
13.	Como usuario, quiero poder restablecer mi contraseña si la olvido, para poder recuperar el acceso a mi cuenta.	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema debe proporcionar una función de "contraseña olvidada" en la página de inicio de sesión. • Cuando el usuario hace clic en "Olvidé mi contraseña", se le debe solicitar que ingrese su dirección de correo electrónico registrada. • El sistema debe verificar que la dirección de correo electrónico ingresada coincida con una cuenta existente en el sistema y enviar un enlace de restablecimiento de 	3	1	Media	Investigador Técnico Usuario Final

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
		<p>contraseña a la dirección de correo electrónico.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El correo electrónico debe contener un enlace que, al hacer clic, lleve al usuario a una página donde puede ingresar una nueva contraseña. • La nueva contraseña debe cumplir con las reglas de complejidad de contraseñas del sistema, según lo establecido por el administrador. 				
14.	Como Usuario, quiero poder acceder al formulario de ingreso de datos de especies para poder ingresar datos sobre las especies que he recolectado durante mi investigación.	<ul style="list-style-type: none"> • El formulario de entrada de datos de especies debe ser fácilmente accesible desde el tablero o la página de inicio del investigador. • El formulario de ingreso de datos de especies debe estar disponible para acceso las 24 horas del día, los 7 días de la semana, para que los investigadores puedan ingresar datos en cualquier momento. 	1	2	Alta	Investigador Usuario final
15.	Como administrador, quiero poder asignar el rol de "Investigador" a usuarios específicos,	<ul style="list-style-type: none"> • El administrador debe poder asignar el rol de "Investigador" a usuarios específicos. 	5	2	Alta	Administrador

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
	para que solo ellos tengan la capacidad de agregar, modificar y eliminar datos de especies.	<ul style="list-style-type: none"> El administrador debe asegurarse de que solo los usuarios con el rol de "Investigador" puedan agregar, modificar y eliminar datos de especies. 				
16.	Como investigador, quiero poder agregar, modificar y eliminar nuevos datos de especies al sistema, incluida la información de georreferenciación, para poder realizar un seguimiento de los especímenes de especies que he recolectado.	<ul style="list-style-type: none"> El investigador debe poder ingresar, modificar y eliminar nuevos datos de especies en el sistema. 	8	2	Alta	Investigador
17.	Como administrador, quiero poder configurar reglas de validación para diferentes campos de datos, de modo que pueda asegurarme de que los datos ingresados por los investigadores sean precisos y consistentes.	<ul style="list-style-type: none"> El administrador debe poder definir reglas de validación para diferentes campos de datos fácilmente. El administrador debe poder garantizar que las reglas de validación se cumplan cuando se ingresan los datos en el sistema. 	5	2	Baja	Administrador
18.	Como Usuario, quiero poder confiar en que los datos que estoy viendo son precisos y	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe tener una documentación clara sobre cómo se 	2	2	Media	Investigador Usuario final

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
	consistentes, para poder tomar decisiones informadas basadas en esos datos.	<p>recopilan, validan y almacenan los datos.</p> <ul style="list-style-type: none"> El sistema debe proporcionar indicadores claros de la calidad de los datos y el estado de validación, como una indicación de si los datos han sido validados y si se encontraron errores durante la validación. 				
19.	Como usuario final, quiero poder informar cualquier problema de validación de datos o errores que encuentre, para que puedan abordarse y resolverse.	<ul style="list-style-type: none"> El sistema debe tener un botón o enlace claramente visible y accesible para informar problemas o errores de validación de datos. Cuando el usuario hace clic en el botón de informe, debe aparecer un formulario que incluye un campo de descripción donde el usuario puede proporcionar detalles sobre el problema, así como una opción de carga de archivos para contar con evidencia visual. 	3	2	Media	Usuario final

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
20.	Como usuario, quiero poder buscar datos de especies por ubicación	<ul style="list-style-type: none"> • La interfaz de búsqueda debe proporcionar una interfaz de mapa donde el investigador pueda seleccionar la ubicación deseada para buscar datos de especies. • El mapa debe ser interactivo, lo que le permite al investigador acercar/alejar y desplazarse para seleccionar la ubicación deseada. 	5	3	Alta	Investigador Usuario final
21.	Como usuario, quiero poder buscar datos de especies por especie, para poder comparar los rangos y poblaciones de diferentes especies.	<ul style="list-style-type: none"> • La interfaz de búsqueda debe incluir una lista desplegable de todas las especies en la base de datos, ordenadas alfabéticamente. • El investigador debe poder seleccionar una especie de la lista y ver todos los datos relacionados con esa especie, como su área de distribución, población y hábitat. 	5	3	Alta	Investigador Usuario final
22.	Como usuario, quiero poder buscar datos de especies usando nombres comunes, para poder encontrar	<ul style="list-style-type: none"> • La interfaz de búsqueda debe incluir un campo de búsqueda donde el usuario final pueda 	3	3	Media	Investigador Usuario final

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
	rápidamente la información que necesito.	<p>ingresar un nombre común para buscar.</p> <ul style="list-style-type: none"> El sistema debe mostrar todos los datos de especies que coincidan con el término de búsqueda, incluso si el término no coincide exactamente con el nombre científico. 				
23.	Como usuario, quiero poder filtrar los resultados de búsqueda por ubicación, fecha o ambos, para poder encontrar los datos acordes a mi necesidad.	<ul style="list-style-type: none"> Los resultados de la búsqueda deben reflejar con precisión la ubicación y el intervalo de fechas seleccionados por el usuario. El proceso de filtrado debe ser intuitivo y fácil de usar, con instrucciones claras y comentarios para el usuario. 	3	3	Media	Investigador Usuario final
24.	Como usuario, quiero poder filtrar datos de especies según la clasificación taxonómica, la ubicación y otros criterios, para poder encontrar rápidamente los datos que necesito según mi necesidad	<ul style="list-style-type: none"> Las opciones de filtrado deben cubrir una variedad de criterios relevantes para los datos que se buscan, incluida la clasificación taxonómica, la ubicación y otras características clave. El proceso de filtrado debe ser rápido y 	5	3	Alta	Investigador Usuario final

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
		eficiente, con un retraso o demora mínimos en la visualización de los resultados de la búsqueda.				
25.	Como usuario, quiero poder acceder a los enlaces de referencia DOI en los resultados de búsqueda de datos de especies, para poder acceder fácilmente y utilizar recursos adicionales relacionados con los datos.	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de la búsqueda deben mostrar los enlaces de referencia del DOI relacionados con los datos de las especies. • Los enlaces de referencia DOI deben ser funcionales y deben conducir a recursos adicionales relacionados con los datos. 	2	3	Alta	Usuario final Investigador
26.	Como administrador, quiero poder revocar los permisos de los investigadores para modificar o eliminar datos de especies si violan las políticas de administración de datos.	<ul style="list-style-type: none"> • El administrador debe tener la capacidad de revocar los permisos de los investigadores para modificar o eliminar datos de especies. • El sistema debe evitar que los investigadores con permisos revocados 	3	4	Alta	Administrador

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
		modifiquen o eliminen los datos de las especies.				
27.	Como administrador, quiero poder integrar el sistema con un sistema de mapeo, para poder visualizar los datos de georreferenciación recopilados por investigadores y usuarios finales.	<ul style="list-style-type: none"> • La integración debería permitir una visualización perfecta de los datos de georreferenciación dentro del sistema. • La integración debe admitir varios sistemas de mapeo comúnmente utilizados en investigación y otros campos. 	8	5	Alta	Administrador
28.	Como Usuario, quiero poder filtrar los datos de georreferenciación por ubicación, fecha y otros criterios relevantes, para poder concentrarme en los datos más relevantes.	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema de filtrado debe ser fácil de usar y comprender. • El sistema de filtrado debe admitir una amplia gama de criterios relevantes, como ubicación, fecha y palabra clave. 	5	5	Media	Investigador Usuario final

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
29.	Como Usuario, quiero poder ver los datos de georreferenciación en un mapa y acercar, alejar o desplazarme para ver diferentes niveles de detalle, de modo que pueda comprender mejor los datos.	<ul style="list-style-type: none"> • El mapa debe mostrar los datos de georreferenciación con precisión y con un nivel de detalle que permita a los usuarios identificar ubicaciones individuales. • La función de zoom debe ser suave e intuitiva, lo que permite a los usuarios navegar y explorar fácilmente el mapa con diferentes niveles de detalle. 	3	5	Media	Investigador Usuario final
30.	Como técnico, quiero poder ver los datos de especies en el mapa para identificar posibles problemas de hardware o software con el sistema, para poder detectar y resolver cualquier problema.	<ul style="list-style-type: none"> • La interfaz del mapa debe ser accesible para los técnicos, permitiéndoles ver fácilmente los datos de las especies e identificar cualquier problema potencial. • Los datos de las especies deben mostrarse con precisión y claridad en el mapa, lo que facilita a los técnicos la identificación de anomalías o errores. 	3	5	Alta	Técnico
31.	Como usuario, quiero poder interactuar con marcadores de especies	<ul style="list-style-type: none"> • El usuario debería poder hacer clic en un marcador para abrir una 	8	5	Media	Investigador Usuario final

ID	Historia de usuario	Criterios de aceptación	Story Points	Sprint	Prioridad	Rol
	individuales en el mapa para ver información detallada sobre cada espécimen de insecto, como la fecha de recolección, el método de recolección y el identificador del espécimen.	ventana emergente detallada con toda la información relevante. <ul style="list-style-type: none"> • La ventana emergente debe ser fácil de leer y comprender. 				

4.4 Diseño

La etapa de diseño es un componente crucial de cualquier proyecto de desarrollo de software. Es durante esta etapa que se definen la arquitectura, la funcionalidad y la interfaz de usuario del sistema. Un sistema bien diseñado no solo cumple con los requisitos de sus usuarios, sino que también permite el desarrollo y mantenimiento futuros.

En el proyecto de titulación la etapa de diseño es particularmente importante ya que está desarrollando un sistema de manejo de especies y georreferenciación. Este sistema debe diseñarse de tal manera que sea fácil de usar, mantener y ampliar. Para lograr estos objetivos, ha decidido utilizar la arquitectura modelo-vista-controlador.

4.4.1 Arquitectura del Sistema

La arquitectura del sistema se refiere al diseño de alto nivel de un sistema de software que define sus componentes, sus interacciones y cómo funcionan juntos para lograr los objetivos del sistema. La arquitectura modelo-vista-controlador se ha seleccionado como base para la arquitectura del sistema. Esta arquitectura separa el sistema en tres componentes principales:

Modelo: El modelo representa los datos y la lógica empresarial del sistema. Encapsula los datos y proporciona métodos para acceder a ellos y manipularlos. En el caso de su proyecto, el modelo incluiría los datos de especies y el sistema de autenticación de usuarios y gestión de roles.

Vista: La vista representa la interfaz de usuario del sistema. Proporciona una forma para que los usuarios interactúen con el sistema y muestren los datos. En su proyecto, las vistas incluirían la interfaz de usuario para la entrada de datos, la búsqueda y el filtrado, y la gestión de usuarios.

Controlador: El controlador actúa como intermediario entre el modelo y la vista. Maneja la entrada del usuario, actualiza el modelo según sea necesario y actualiza la vista para reflejar los cambios en el modelo. En su proyecto, los controladores incluirían la lógica para la autenticación de usuarios y la gestión de funciones, así como la lógica para la validación y el procesamiento de datos.

4.5 Selección de Herramientas Para el Desarrollo del sistema web

En el desarrollo de un sistema web, seleccionar el conjunto correcto de herramientas es crucial para garantizar la implementación exitosa y el funcionamiento eficiente del sistema. La elección de herramientas puede afectar significativamente el proceso de desarrollo, la productividad, la escalabilidad y el rendimiento de la aplicación web. Esta sección se enfoca en la selección de herramientas para el desarrollo de nuestro sistema web, lo que incluye elegir un framework, un administrador de base de datos y varias herramientas de desarrollo.

4.5.1 Framework

React es una biblioteca de JavaScript popular y poderosa para crear interfaces de usuario. Proporciona un enfoque basado en componentes para crear aplicaciones web, lo que permite a los desarrolladores reutilizar el código y simplificar el proceso de desarrollo. Además, React es rápido, eficiente y ofrece un gran rendimiento, lo que lo convierte en una opción ideal para crear sistemas web complejos e interactivos.

4.5.2 Gestor de Base de Datos

PostGIS es un poderoso administrador de bases de datos geoespaciales de código abierto que amplía la funcionalidad de PostgreSQL, un popular sistema de administración de bases de datos relacionales. PostGIS permite el almacenamiento y la gestión de datos geoespaciales, lo que lo convierte en una opción ideal para nuestro sistema de gestión de datos de especies. Admite una amplia gama de tipos de datos geoespaciales y proporciona capacidades avanzadas de consulta y análisis, lo que nos permitirá almacenar, administrar y recuperar de manera eficiente datos de especies en función de la ubicación y otros atributos.

4.5.3 Herramientas de Desarrollo

Para el desarrollo de código, Visual Studio Code es un editor de código popular y potente que proporciona una amplia gama de funciones, como depuración, finalización de código e integración de Git, lo que lo convierte en una opción ideal para nuestro entorno de desarrollo. Además, Google Chrome es un navegador web muy utilizado que proporciona potentes herramientas de depuración y creación de perfiles, que nos ayudarán a optimizar el rendimiento de nuestro sistema web. Finalmente, Apache es un servidor web ampliamente

utilizado que proporciona una plataforma robusta y escalable para implementar y servir nuestra aplicación web.

4.6 Explicación del Modelo de la Base de Datos

4.6.1 Datos Recopilados

Los datos que se disponen son proporcionados por la facultad de Biología de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, estos datos se encuentran en un documento de Excel y son los siguientes:

- Orden: Esta columna contiene el orden taxonómico del espécimen de insecto, como Díptera (moscas), Lepidóptera (polillas y mariposas), etc.
- Familia: Esta columna contiene la familia taxonómica del espécimen de insecto, como Drosophilidae, Culicidae, etc.
- Género: Esta columna contiene el género taxonómico del espécimen de insecto, como Drosophila, Aedes, etc.
- Subgénero: esta columna contiene el subgénero taxonómico del espécimen de insecto, si corresponde.
- Especies: Esta columna contiene la especie taxonómica del espécimen de insecto, como Drosophila melanogaster, Aedes aegypti, etc.
- Sexo: esta columna contiene el sexo del espécimen de insecto, como macho, hembra o desconocido.
- Responsable de la identificación: Esta columna contiene el nombre de la persona que identificó el espécimen del insecto.
- Año de identificación: Esta columna contiene el año en que se identificó el espécimen de insecto.

- Nombres: esta columna contiene los nombres de las personas que recolectaron el espécimen del insecto.
- Fecha de recolección: esta columna contiene la fecha en que se recolectó el espécimen de insecto.
- País: Esta columna contiene el nombre del país donde se recolectó el espécimen de insecto.
- Provincia: Esta columna contiene el nombre de la provincia donde se recolectó el insecto.
- Localidad: Esta columna contiene el nombre de la localidad donde se recolectó el espécimen de insecto.
- Parque: esta columna contiene el nombre del parque nacional o área protegida donde se recolectó el espécimen de insecto, si corresponde.
- Altitud mínima: esta columna contiene la altitud mínima a la que se recolectó el espécimen de insecto.
- Altitud máxima: esta columna contiene la altitud máxima a la que se recolectó el espécimen de insecto.
- Latitud: esta columna contiene la coordenada de latitud GPS de la ubicación de recolección.
- Longitud: esta columna contiene la coordenada de longitud GPS de la ubicación de recolección.
- Información ecológica: esta columna contiene información sobre el contexto ecológico en el que se recolectó el espécimen de insecto, por ejemplo, si se encontró debajo de una piedra o debajo de un tronco.

- Nombre del recolector: esta columna contiene el nombre de la persona que recolectó el espécimen del insecto.
- Método de recolección: esta columna contiene información sobre el método o la trampa utilizada para recolectar el espécimen de insecto.
- Destino: esta columna contiene información sobre el destino del espécimen de insecto o su tejido, como un museo, una institución de investigación o un laboratorio de genética.
- DOI: esta columna contiene el identificador de objeto digital (DOI) de cualquier publicación o conjunto de datos relacionados.
- Referencia: esta columna contiene la referencia bibliográfica de cualquier publicación o conjunto de datos relacionados.

4.6.2 Análisis de datos Recopilados

El proceso de recopilación de datos implica tanto la entrada manual de datos como el uso de tecnología (GPS de teléfono celular) para capturar datos de ubicación. Por lo tanto, se puede clasificar como un enfoque de métodos mixtos, que combina métodos cualitativos y cuantitativos para recopilar y analizar datos (Creswell & Clark Plano, *Designing and conducting mixed methods research*, 2017).

Para el ingreso manual de datos, se utilizó encuestas para recopilar información de los recolectores. Una encuesta es un método de investigación que implica el uso de cuestionarios o entrevistas para recopilar datos de una muestra de individuos (Babbie, 2016). En este caso, se les pidió a los recolectores que proporcionaran información sobre los especímenes que recolectaron, como el nombre de la especie, la fecha de recolección y la ubicación. Luego, los datos se ingresaron manualmente en una hoja de cálculo de Excel o en una herramienta de administración de datos similar.

Para los datos del GPS, se recopilaron mediante una aplicación de teléfono inteligente o un dispositivo GPS. El método de recolección de datos GPS es un tipo de investigación

observacional, que involucra la recolección de datos a través de la observación directa (Babbie, 2016). En este caso, se observó la ubicación de los especímenes mediante un dispositivo GPS y se registraron los datos resultantes para su posterior análisis. En general, se utilizó un enfoque de métodos mixtos para recopilar y analizar los datos, con métodos de encuesta e investigación observacional utilizados para la recopilación de datos. Realizando una lectura de los datos disponibles se los puede agrupar de la siguiente manera para un correcto análisis de los mismos:

Información Taxonómica: Este grupo incluye datos relacionados con la clasificación taxonómica de los especímenes, tales como Orden, Familia, Género, Subgénero y Especie. La información taxonómica es importante para identificar y categorizar organismos, y es un componente fundamental de cualquier base de datos biológica. Por ejemplo, la información taxonómica se puede utilizar para generar árboles filogenéticos, que pueden dar una idea de las relaciones evolutivas entre diferentes especies (Felsenstein, 1985).

Información de recolección: este grupo incluye datos relacionados con cuándo y dónde se recolectaron los especímenes, como Fecha de recolección, País, Provincia, Localidad, Parque, Altitud mínima, Altitud máxima, Latitud y Longitud. La información recopilada es importante para comprender la distribución y las preferencias de hábitat de los organismos, así como para rastrear los cambios en su distribución a lo largo del tiempo. Por ejemplo, los datos recopilados se han utilizado para investigar los efectos del cambio climático en la distribución de las mariposas (Parmesan, et al., 1999).

Información de Identificación: Este grupo incluye datos relacionados con la identificación de los especímenes, tales como el nombre de la persona que identificó el espécimen y el año en que fue identificado. La información de identificación es importante para verificar la precisión de la clasificación taxonómica y para garantizar que los especímenes estén correctamente etiquetados y catalogados. Por ejemplo, una identificación incorrecta puede generar errores en los análisis filogenéticos y puede impedir el descubrimiento de nuevas especies (Pons, et al., 2019).

Información ecológica: este grupo incluye datos relacionados con el contexto ecológico en el que se encontraron los especímenes, como información ecológica, nombre del coleccionista, fecha de recolección, método de recolección y destino. La información

ecológica es importante para comprender los factores ambientales que influyen en la distribución y abundancia de organismos, así como para diseñar estrategias de conservación efectivas. Por ejemplo, los datos ecológicos se han utilizado para desarrollar modelos de distribución de especies que se pueden utilizar para predecir el impacto de los cambios en el uso de la tierra sobre la biodiversidad (Guisan & Zimmermann, 2000).

Información bibliográfica: este grupo incluye datos relacionados con las fuentes bibliográficas asociadas con los especímenes, como DOI y Referencia. La información bibliográfica es importante para garantizar que los especímenes se citen correctamente y para facilitar el acceso a la literatura científica. Por ejemplo, los datos bibliográficos se pueden usar para rastrear el impacto de las publicaciones científicas e identificar tendencias de investigación emergentes (Bornmann & Mutz, 2015). Con en el análisis de los datos clasificados se puede considerar incluir diferentes datos para el desarrollo de futuras versiones del sistema Web:

Clasificación taxonómica: Sería útil incluir la jerarquía taxonómica del espécimen más allá del nivel de Orden, incluidos Filo, Clase, Subclase, Superorden, Orden, Suborden, Infraorden, Superfamilia y Familia. Esta información ayudaría a identificar las especies y organizar los datos en la base de datos en función de sus relaciones taxonómicas (Marshall, 2018).

Datos morfológicos: podría ser valioso incluir datos morfológicos como la longitud del cuerpo, el ancho, la coloración y otras características físicas relevantes del espécimen. Esta información se clasificaría como datos descriptivos y sería útil para identificar y comparar diferentes especies (Hendrichs & Hendrichs, 1990).

Datos genéticos: sería útil incluir datos genéticos como secuencias de ADN, genotipo y fenotipo. Estos datos se clasificarían como datos moleculares y serían valiosos para identificar y diferenciar especies, así como en estudios evolutivos y de genética de poblaciones (Colwell, 2013).

Datos ecológicos: sería valioso incluir datos ecológicos como el hábitat, la temperatura, la humedad y otros factores ambientales. Estos datos se clasificarían como datos ambientales y ayudarían a comprender la distribución y ecología de la especie (Danks, 1979).

Datos de comportamiento: Sería útil incluir datos de comportamiento como comportamiento de apareamiento, comportamiento de alimentación y otros rasgos de comportamiento. Estos datos se clasificarían como datos de comportamiento y ayudarían a comprender la biología y la ecología de la especie (Briggs & Knutson, 2014).

4.7 Modelo Físico de la Base de Datos

4.7.1 Identificar las entidades y relaciones

Teniendo en cuenta los datos recopilados se presenta las siguientes entidades

Entidad 1: Reino

- PK: Clave primaria de Reino
- Nombre: Esta columna contiene el Reino al cual pertenece el espécimen

Entidad 2: Filo

- PK: Clave primaria de Filo
- Nombre: Esta columna contiene el Filo al cual pertenece el espécimen

Entidad 3: Clase

- PK: Clave primaria de Clase
- Nombre: Esta columna contiene la Clase al cual pertenece del espécimen

Entidad 4: Orden

- PK: Clave primaria de Orden
- Nombre: Esta columna contiene el Orden al cual pertenece el espécimen, como Díptera (moscas), Lepidóptera (polillas y mariposas), etc.

Entidad 5: Familia

- PK: Clave primaria de Familia

- Nombre: Esta columna contiene la familia al cual pertenece el espécimen, como Drosophilidae, Culicidae, etc.

Entidad 6: Género

- PK: Clave primaria de Género
- Nombre: Esta columna contiene el Género al cual pertenece el espécimen, como Drosophila, Aedes, etc.

Entidad 7: Subgénero

- PK: Clave primaria de Subgénero
- Nombre: esta columna contiene el Subgénero al cual pertenece el espécimen, si corresponde.

Entidad 8: Especie

- PK: Clave primaria de Especie
- Nombre: Esta columna contiene la Especie, como Drosophila melanogaster, Aedes aegypti, etc.
- Sexo: esta columna contiene el sexo del espécimen de insecto, como macho, hembra o desconocido.

Entidad 9: Identificador

- PK: Clave primaria de Identificador
- Responsable identificación: esta columna contiene los nombres de las personas que identificaron el espécimen del insecto.
- Año identificación: esta columna contiene la fecha en que se identificó el espécimen de insecto.

Entidad 10: Colector

- PK: Clave primaria de Colector
- Nombres colectores: esta columna contiene los nombres de las personas que recolectaron el espécimen del insecto.
- Fecha de recolección: esta columna contiene la fecha en que se recolectó el espécimen de insecto.
- Método de recolección: esta columna contiene información sobre el método o la trampa utilizada para recolectar el espécimen de insecto.
- Destino: esta columna contiene información sobre el destino del espécimen de insecto o su tejido, como un museo, una institución de investigación o un laboratorio de genética.

Entidad 11: Ubicación

- PK: Clave primaria de Ubicación
- País: Esta columna contiene el nombre del país donde se recolectó el espécimen de insecto.
- Provincia: Esta columna contiene el nombre de la provincia donde se recolectó el insecto.
- Localidad: Esta columna contiene el nombre de la localidad donde se recolectó el espécimen de insecto.
- Parque: esta columna contiene el nombre del parque nacional o área protegida donde se recolectó el espécimen de insecto, si corresponde.
- Altitud mínima: esta columna contiene la altitud mínima a la que se recolectó el espécimen de insecto.

- **Altitud máxima:** esta columna contiene la altitud máxima a la que se recolectó el espécimen de insecto.
- **Latitud:** esta columna contiene la coordenada de latitud GPS de la ubicación de recolección.
- **Longitud:** esta columna contiene la coordenada de longitud GPS de la ubicación de recolección.
- **Información ecológica:** esta columna contiene información sobre el contexto ecológico en el que se recolectó el espécimen de insecto, por ejemplo, si se encontró debajo de una piedra o debajo de un tronco.

Entidad 12: Referencia

- **PK:** Clave primaria de Referencia
- **DOI:** esta columna contiene el identificador de objeto digital (DOI) de cualquier publicación o conjunto de datos relacionados.
- **Referencia:** esta columna contiene la referencia bibliográfica de cualquier publicación o conjunto de datos relacionados.

Relaciones:

1. Un Reino tiene muchos Filos
2. Un Filo pertenece a un Reino y tiene muchas Clases
3. Una Clase pertenece a un Filo y tiene muchas Órdenes
1. Una Orden pertenece a una Clase y tiene muchas Familias
2. Una Familia pertenece a una Orden y tiene muchos Géneros
3. Un Género pertenece a una Familia y tiene muchos Subgéneros
4. Un Subgénero pertenece a un Género y tiene muchas Especies

5. Una Especie pertenece a un Subgénero
6. Un espécimen tiene o no un sexo
7. Un espécimen fue identificado por uno o más identificadores
8. Un identificador identificó uno o más especímenes
9. Un espécimen fue recolectado por uno o más recolectores
10. Un recolector recolectó uno o más especímenes
11. Se recolectó un espécimen en una ubicación
12. Una ubicación tiene uno o más especímenes
13. Un espécimen tiene una o más referencias
14. Una referencia se puede asociar a uno o más especímenes

Hay que tener en cuenta que las relaciones entre las entidades taxonómicas (Reino, Filo, Clase, Orden, Familia, Género, Subgénero, Especie) son jerárquicas, y cada entidad de nivel superior contiene muchas de las entidades de nivel inferior. Esto está representado por una relación de uno a muchos en el modelo de base de datos. Las relaciones entre la entidad Especimen y las demás entidades son relaciones de muchos a uno o de muchos a muchos.

4.7.2 Identificar las dependencias funcionales

Las dependencias funcionales se refieren a las relaciones entre columnas en una tabla. Para identificarlas, se deben tener en cuenta las restricciones que se aplican a los datos. En este caso, las dependencias funcionales pueden ser las siguientes:

En la tabla de Reino, la clave primaria es la columna Clave primaria de Reino. No hay dependencias funcionales adicionales en esta tabla.

En la tabla de Filo, la clave primaria es la columna Clave primaria de Filo. La columna Nombre depende de la columna Clave primaria de Reino, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Reino y Nombre.

En la tabla de Clase, la clave primaria es la columna Clave primaria de Clase. La columna Nombre depende de la columna Clave primaria de Filo, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Filo y Nombre.

En la tabla de Orden, la clave primaria es la columna Clave primaria de Orden. La columna Nombre depende de la columna Clave primaria de Clase, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Clase y Nombre.

En la tabla de Familia, la clave primaria es la columna Clave primaria de Familia. La columna Nombre depende de la columna Clave primaria de Orden, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Orden y Nombre.

En la tabla de Género, la clave primaria es la columna Clave primaria de Género. La columna Nombre depende de la columna Clave primaria de Familia, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Familia y Nombre.

En la tabla de Subgénero, la clave primaria es la columna Clave primaria de Subgénero. La columna Nombre depende de la columna Clave primaria de Género, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Género y Nombre.

En la tabla de Especie, la clave primaria es la columna Clave primaria de Especie. La columna Sexo depende de la columna Clave primaria de Especie, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Especie y Sexo.

En la tabla de Identificador, la clave primaria es la columna Clave primaria de Identificador. La columna Año identificación depende de la columna Clave primaria de Identificador, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Identificador y Año identificación. La columna Responsable identificación también depende de la columna Clave primaria de Identificador, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Identificador y Responsable identificación.

En la tabla de Colector, la clave primaria es la columna Clave primaria de Colector. La columna Fecha de recolección depende de la columna Clave primaria de Colector, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Colector y Fecha de recolección. La columna Nombres colector también depende de la columna Clave primaria de Colector, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Colector y Nombres

colector. La columna Destino depende de la columna Clave primaria de Colector, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Colector y Destino. La columna Coordenadas geográficas también depende de la columna Clave primaria de Colector, por lo que hay una dependencia funcional entre Clave primaria de Colector y Coordenadas geográficas. En resumen, todas las columnas de la tabla de Colector dependen funcionalmente de la columna Clave primaria de Colector, lo que la convierte en la columna clave de la tabla.

4.7.3 Normalizar la estructura

A continuación, se presenta la estructura normalizada:

Entidad 1: Reino

- PK: Clave primaria de Reino
- Nombre

Entidad 2: Filo

- PK: Clave primaria de Filo
- Nombre
- FK: Clave primaria de Reino

Entidad 3: Clase

- PK: Clave primaria de Clase
- Nombre
- FK: Clave primaria de Filo

Entidad 4: Orden

- PK: Clave primaria de Orden
- Nombre
- FK: Clave primaria de Clase

Entidad 5: Familia

- PK: Clave primaria de Familia
- Nombre
- FK: Clave primaria de Orden

Entidad 6: Género

- PK: Clave primaria de Género
- Nombre
- FK: Clave primaria de Familia

Entidad 7: Subgénero

- PK: Clave primaria de Subgénero
- Nombre
- FK: Clave primaria de Género

Entidad 8: Especie

- PK: Clave primaria de Especie
- Nombre
- FK: Clave primaria de Subgénero

Entidad 9: Espécimen

- PK: Clave primaria de Espécimen
- Sexo
- FK: Clave primaria de Especie

Entidad 10: Identificador

- PK: Clave primaria de Identificador
- Responsable identificación
- Año identificación

Entidad 11: Identificador_Especimen (tabla de intersección)

- PK: Clave primaria de Identificador_Especimen
- FK: Clave primaria de Identificador
- FK: Clave primaria de Espécimen

Entidad 12: Colector

- PK: Clave primaria de Colector
- Nombres colectores

Entidad 13: Recolector_Especimen (tabla de intersección)

- PK: Clave primaria de Recolector_Especimen
- Fecha de recolección
- Método de recolección
- Destino
- FK: Clave primaria de Colector
- FK: Clave primaria de Espécimen

Entidad 14: Ubicación

- PK: Clave primaria de Ubicación
- País
- Provincia
- Localidad

- Parque (si corresponde)
- Altitud mínima
- Altitud máxima
- Latitud
- Longitud
- Información ecológica
- FK: Clave primaria de Espécimen

Entidad 15: Referencia

- PK: Clave primaria de Referencia
- DOI
- Referencia

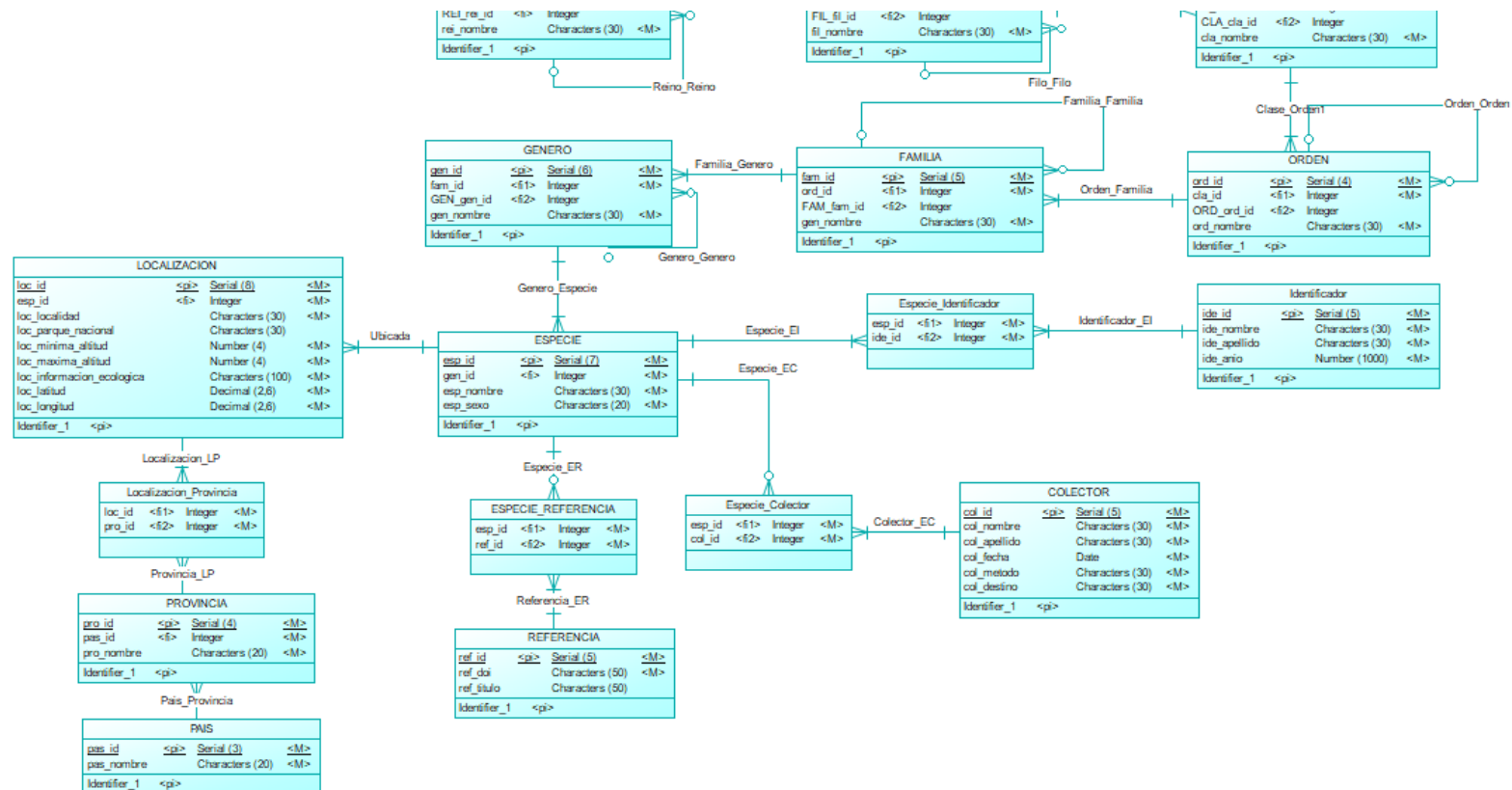
Entidad 16: Referencia_Especimen (tabla de intersección)

- PK: Clave primaria de Referencia_Especimen
- FK: Clave primaria de Referencia
- FK: Clave primaria de Especie

4.7.4 Crear el modelo lógico de la base de datos

Figura 1

Modelo lógico de datos



Capítulo V: Implementación

5 Implementación de la aplicación

5.1 *Implementación de la tesis*

La implementación real de la tesis siguió el esquema lógico desarrollado en el Capítulo IV y se dividió en varios pasos para asegurar un enfoque claro y organizado. Nuestras principales herramientas para la implementación fueron React native para el front-end, nodeJs para el back end, express para el desarrollo de la API, Visual Studio Code como entorno de trabajo y la metodología Scrum para el desarrollo del plan de titulación.

5.1.1 **Planificación de sprints y refinamiento de historias de usuario**

Durante las reuniones de planificación del sprint, las historias de los usuarios se seleccionaron del backlog del producto en función de sus puntos de prioridad e historia. Las historias de usuario se refinaron para incluir criterios de aceptación que definieron los resultados esperados y guiaron el proceso de desarrollo.

5.1.2 **Configuración del entorno de desarrollo**

El entorno de desarrollo se creó para apoyar el proceso de implementación. Esto implicó configurar las herramientas y dependencias necesarias, como la instalación de React Native para el front-end, Node.js para el back-end y Express para el desarrollo de API. Visual Studio Code se usó como el principal entorno de desarrollo integrado (IDE).

Figura 2*Paquetes node.js y express instalados*

```
{ } package.json > { } dependencies
 1  {
 2    "name": "pern-stack",
 3    "version": "1.0.0",
 4    "description": "",
 5    "main": "index.js",
 6    ▶ Debug
 7    "scripts": {
 8      "start": "node src/index.js",
 9      "dev": "nodemon src/index.js"
10  },
11  "keywords": [],
12  "author": "",
13  "license": "ISC",
14  "dependencies": {
15    "cors": "^2.8.5",
16    "dotenv": "^16.1.3",
17    "express": "^4.18.2",
18    "morgan": "^1.10.0",
19    "pg": "^8.11.0"
20  },
21  "devDependencies": {
22    "nodemon": "^2.0.22"
23  }
  ..
```

Figura 3
Dependencias React Native instaladas

```
client > {} package.json > ...
 1  {
 2    "name": "client",
 3    "version": "0.1.0",
 4    "private": true,
 5    "dependencies": {
 6      "@emotion/react": "^11.11.0",
 7      "@emotion/styled": "^11.11.0",
 8      "@fontsource/roboto": "^5.0.2",
 9      "@mui/icons-material": "^5.11.16",
10     "@mui/lab": "^5.0.0-alpha.134",
11     "@mui/material": "^5.13.3",
12     "@mui/styles": "^5.13.2",
13     "@testing-library/jest-dom": "^5.16.5",
14     "@testing-library/react": "^13.4.0",
15     "@testing-library/user-event": "^13.5.0",
16     "leaflet": "^1.9.4",
17     "react": "^18.2.0",
18     "react-dom": "^18.2.0",
19     "react-leaflet": "^4.2.1",
20     "react-router-dom": "^6.11.2",
21     "react-scripts": "5.0.1",
22     "web-vitals": "^2.1.4"
23   },
  }
```

5.1.3 Despliegue de bases de datos

Para satisfacer las necesidades de almacenamiento y recuperación de datos de la aplicación, se implementó una base de datos utilizando Postgres y PostGIS. El esquema lógico de la fase de diseño se tradujo en tablas reales en la base de datos. Se establecieron relaciones adecuadas entre las entidades mediante claves externas y se aplicaron restricciones para garantizar la integridad de los datos. Además, se implementaron procedimientos almacenados y desencadenadores para automatizar operaciones complejas.

Figura 4
Información tablas creadas

	schemaname name	tablename name	tableowner name	tablespace name	hasindexes boolean	hasrules boolean	hastriggers boolean	rowsecurity boolean
1	public	localizacion	postgres	[null]	true	false	true	false
2	public	clase	postgres	[null]	true	false	true	false
3	public	filo	postgres	[null]	true	false	true	false
4	public	genero	postgres	[null]	true	false	true	false
5	public	especie	postgres	[null]	true	false	true	false
6	public	colector	postgres	[null]	true	false	true	false
7	public	especie_colector	postgres	[null]	true	false	true	false
8	public	identificador	postgres	[null]	true	false	true	false
9	public	especie_identificador	postgres	[null]	true	false	true	false
10	public	referencia	postgres	[null]	true	false	true	false
11	public	especie_referencia	postgres	[null]	true	false	true	false
12	public	familia	postgres	[null]	true	false	true	false
13	public	orden	postgres	[null]	true	false	true	false
14	public	reino	postgres	[null]	true	false	true	false
15	public	localizacion_provincia	postgres	[null]	true	false	true	false
16	public	provincia	postgres	[null]	true	false	true	false
17	public	pais	postgres	[null]	true	false	true	false
18	public	spatial_ref_sys	postgres	[null]	true	false	false	false

5.1.4 Desarrollo de la interfaz de aplicación

La interfaz de la aplicación se desarrolló de acuerdo con los criterios de aceptación definidos en las historias de usuario. Los componentes front-end se construyeron utilizando React Native, centrándose en la creación de una interfaz intuitiva y fácil de usar. El diseño siguió las mejores prácticas de usabilidad y capacidad de respuesta, permitiendo a los usuarios realizar tareas como la inserción de datos, consultas, actualizaciones y eliminación sin problemas.

5.1.5 Integración de la base de datos y la interfaz de la aplicación

Para permitir que la aplicación interactúe con la base de datos, las API se desarrollaron utilizando el marco Express. Estas API sirvieron como puente entre los componentes front-end y back-end, permitiendo que los datos se intercambiaran de forma segura. Se realizaron pruebas de integración para verificar la funcionalidad de la comunicación entre la interfaz de la aplicación y la base de datos utilizando Postman para dichas pruebas.

Figura 5

Prueba para obtener datos en formato .json desde la base de datos.

The screenshot shows a REST client interface with the following details:

- URL:** http://localhost:4000/taxonTree
- Method:** GET
- Status:** 200 OK
- Time:** 295 ms
- Size:** 40.63 KB

The response body is displayed in JSON format:

```

1  {}
2  {
3    "rei_id": 1,
4    "rei_rei_id": null,
5    "rei_nombre": "Animalia"
6    "filos": [
7      {
8        "fil_id": 1,
9        "rei_id": 1,
10       "fil_fil_id": null,
11       "fil_nombre": "Acanthocephala"
12       "clases": []
13     },
14     {
15       "fil_id": 2,
16       "rei_id": 1,
17       "fil_fil_id": null,
18       "fil_nombre": "Annelida"

```

5.1.6 Entregables por Sprint

5.1.6.1 Sprint 1

Durante el Sprint 1, se implementó el formulario de registro para nuevos usuarios en el sistema. El objetivo principal fue proporcionar una interfaz intuitiva y sencilla para que los usuarios puedan crear sus cuentas de manera eficiente. A continuación, se detalla la descripción del formulario de registro:

Formulario de Registro:

Nombre: Campo para ingresar el nombre del usuario.

Apellido: Campo para ingresar el apellido del usuario.

Correo electrónico: Campo para proporcionar una dirección de correo electrónico válida.

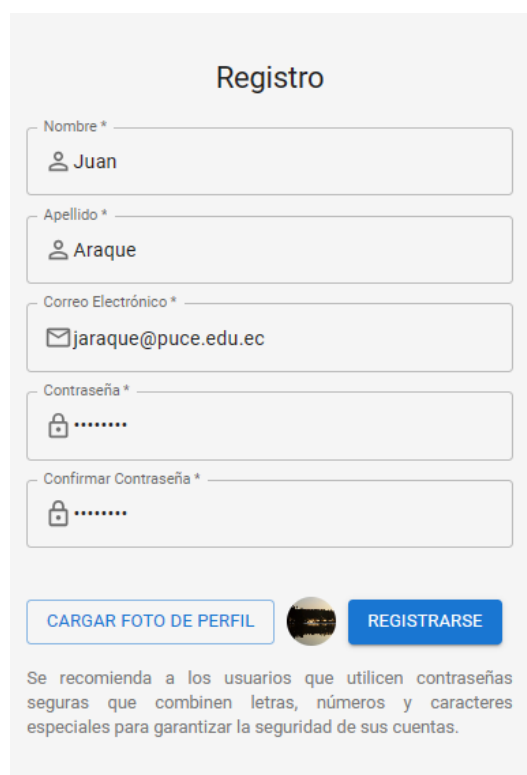
Contraseña: Campo para elegir una contraseña segura de al menos 8 caracteres.

Confirmación de contraseña: Campo para confirmar la contraseña ingresada.

Se recomienda a los usuarios que utilicen contraseñas seguras que combinen letras, números y caracteres especiales para garantizar la seguridad de sus cuentas. El formulario de registro ha sido diseñado de manera clara y concisa para facilitar el proceso de creación de cuentas. Se adjuntan capturas de pantalla que muestran ejemplos de la interfaz del formulario de registro para una mejor comprensión.

Figura 6

Formulario *inscripciones*



The screenshot shows a registration form titled "Registro" with the following fields and elements:

- Nombre ***: Input field containing "Juan".
- Apellido ***: Input field containing "Araque".
- Correo Electrónico ***: Input field containing "jaraque@puce.edu.ec".
- Contraseña ***: Password input field with a lock icon and masked characters ".....".
- Confirmar Contraseña ***: Confirm password input field with a lock icon and masked characters ".....".
- Buttons**: "CARGAR FOTO DE PERFIL" (blue outline), a profile picture placeholder (circular image), and "REGISTRARSE" (solid blue).
- Text**: A recommendation message: "Se recomienda a los usuarios que utilicen contraseñas seguras que combinen letras, números y caracteres especiales para garantizar la seguridad de sus cuentas."

Durante el Sprint 1, se ha implementado la funcionalidad de inicio de sesión en el sistema, brindando a los usuarios la capacidad de autenticarse y acceder a las funcionalidades correspondientes según su rol. Esta funcionalidad incluye lo siguiente:

Interfaz de página de inicio de sesión: Se ha creado una interfaz de página de inicio de sesión intuitiva y fácil de usar. Los usuarios pueden acceder a esta página ingresando su dirección de correo electrónico y contraseña en los campos designados.

Figura 7
Inicio sesión



The image shows a login form with the following elements:

- Title:** Iniciar sesión
- Instruction:** Por favor, ingrese sus credencial para ingresar al sistema de georreferenciación
- Form 1:** Correo Electrónico * with an email icon and the text jaraque129@puce.edu.ec
- Form 2:** Contraseña * with a lock icon and a masked password field
- Button:** INICIAR SESIÓN

5.1.6.2 *Sprint 2*

Durante el Sprint 2, se ha implementado la funcionalidad de asignación de roles en el sistema, brindando a los administradores la capacidad de asignar roles específicos a los usuarios, como visor, editor o administrador. Esta funcionalidad incluye lo siguiente:

Interfaz de asignación de roles: Se ha creado una interfaz intuitiva en la cual los administradores pueden seleccionar a un usuario y asignarle un rol específico. Se han proporcionado opciones claras y descriptivas para cada tipo de rol, lo que permite una asignación precisa y fácil de comprender.

Figura 8
Asignar roles

Bio-Inka Búsqueda Georreferenciación Destacados Acerca de nosotros Juan Araque








Rol: Administrador
Nombre: Juan Araque
Correo: jaraque129@puce.edu.ec

[Administrar Especies](#)
[Asignación de Roles](#)
[Eliminar Usuarios](#)

Asignación de Roles

Se ha implementado la funcionalidad de asignación de roles en el sistema, brindando a los administradores la capacidad de asignar roles específicos a los usuarios. Los roles disponibles son:

- Administrador:** este rol tiene acceso completo a todas las características y funcionalidades del sistema. Como administrador, serías responsable de administrar las cuentas de los usuarios, asignar funciones y permisos, y realizar tareas administrativas, como copias de seguridad de datos y mantenimiento del sistema.
- Investigador:** este rol tendría acceso a las funciones de administración de datos del sistema, incluida la capacidad de agregar, modificar y eliminar datos de insectos.
- Técnico:** este rol sería responsable de administrar los componentes de hardware y software del sistema. Como técnico, usarías las funciones de monitoreo y resolución de problemas del sistema para garantizar que el sistema funcione sin problemas y para abordar cualquier problema que surja.

Usuarios	Email	Asignar Rol
 Juan Araque jaraque129@puce.edu.ec	jaraque129@puce.edu.ec	<input checked="" type="checkbox"/> ADMINISTRADOR <input type="checkbox"/> INVESTIGADOR <input type="checkbox"/> TÉCNICO
 Usuario Puce usuario@puce.edu.ec	usuario@puce.edu.ec	<input type="checkbox"/> ADMINISTRADOR <input checked="" type="checkbox"/> INVESTIGADOR <input type="checkbox"/> TÉCNICO
 Usuario Puce usuario@puce.edu.ec	usuario@puce.edu.ec	<input type="checkbox"/> ADMINISTRADOR <input checked="" type="checkbox"/> INVESTIGADOR <input type="checkbox"/> TÉCNICO
 Usuario Puce usuario@puce.edu.ec	usuario@puce.edu.ec	<input type="checkbox"/> ADMINISTRADOR <input checked="" type="checkbox"/> INVESTIGADOR <input type="checkbox"/> TÉCNICO
 Usuario Puce usuario@puce.edu.ec	usuario@puce.edu.ec	<input type="checkbox"/> ADMINISTRADOR <input type="checkbox"/> INVESTIGADOR <input checked="" type="checkbox"/> TÉCNICO

[GUARDAR](#)

Durante el Sprint 2, se han implementado requisitos de complejidad de contraseña, como una longitud mínima y reglas de complejidad específicas, para garantizar la seguridad de las cuentas de usuario en el sistema. Además, se ha implementado una función "Olvidé mi contraseña" que permite a los usuarios restablecer sus contraseñas en caso de olvido.

Figura 9
Recuperar contraseña

Iniciar sesión

Por favor, ingrese sus credenciales para ingresar al sistema de georreferenciación

Correo Electrónico *

Contraseña *

[Recuperar Contraseña](#)

INICIAR SESIÓN

5.1.6.3 Sprint 3

Durante el Sprint 3, se ha implementado la funcionalidad que permite a los usuarios no registrados acceder y ver los datos de especies sin la necesidad de crear una cuenta en el sistema. Esta funcionalidad incluye lo siguiente:

Interfaz de acceso para usuarios no registrados: Se ha desarrollado una interfaz intuitiva que permite a los usuarios no registrados acceder a los datos de especies. Esta interfaz proporciona una forma sencilla de búsqueda y navegación para que los usuarios puedan explorar la información de las especies sin tener que registrarse en el sistema.

Figura 10

Visualización usuarios no registrados

Bio-Inka Búsqueda Georreferenciación Destacados Acerca de nosotros Log-In

Descripción

Nuestro sitio web es una plataforma diseñada para facilitar la georreferenciación de datos de especies. Con su interfaz fácil de usar y su funcionalidad avanzada, permite a los investigadores, administradores y usuarios administrar y analizar de manera eficiente la información sobre especies.

Árbol filogenético

- > Animalia
- > Fungi
- > Moner
- > Plantae
- > Protista

Investigaciones

Una nueva especie del grupo *Drosophila annulimana* (Diptera, Drosophilidae) y un nuevo registro en las Provincias de Pichincha y Napo, Ecuador

A new species of *Drosophila annulimana* group (Diptera, Drosophilidae) and a new record in the Pichincha and Napo provinces, Ecuador

Three new andean species of *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) of the mesophragmatica group

Durante el Sprint 3, se ha desarrollado una página de gestión de datos que permite a los investigadores administrar los datos de georreferenciación de sus especies. Esta funcionalidad incluye lo siguiente:

Interfaz de administración de datos: Se ha creado una interfaz intuitiva que proporciona a los investigadores las herramientas necesarias para agregar nuevos datos, modificar los datos existentes y buscar datos de especies específicas. La interfaz se ha diseñado de manera que sea fácil de usar y proporcione una experiencia fluida en la gestión de datos.

Formulario de informes de problemas: Se ha desarrollado un formulario de informes que permite a los usuarios finales notificar cualquier problema o error de validación que encuentren al interactuar con los datos de especies. Este formulario proporciona campos claros y descriptivos para que los usuarios puedan detallar el problema y proporcionar información adicional relevante.

Figura 11

Formulario informe de problemas

Formulario de informes de problemas

Nombre *

Apellido *

Correo Electrónico *

Descripción del problema *

ENVIAR INFORME

Se ha desarrollado un formulario de informes que permite a los usuarios finales notificar cualquier problema o error de validación que encuentren al interactuar con los datos de especies. Este formulario proporciona campos claros y descriptivos para que los usuarios puedan detallar el problema y proporcionar información adicional relevante.

5.1.6.4 Sprint 4

Durante el Sprint 4, se ha desarrollado un formulario de entrada de datos de especies que permite a los investigadores ingresar los datos recopilados durante su investigación. Este formulario incluye campos específicos para capturar información relevante sobre las especies,

como nombre científico, ubicación de recolección, entre otros. El formulario se ha diseñado de manera intuitiva, facilitando la introducción de datos precisos y completos.

Durante el Sprint 4, se ha implementado la funcionalidad CRUD (Crear, Leer, Actualizar, Eliminar) para los datos de especies. Los investigadores tienen la capacidad de agregar nuevos datos de especies, modificar los existentes y eliminar aquellos que ya no son relevantes. Esta funcionalidad se realiza a través de una interfaz de administración de datos intuitiva, que proporciona a los investigadores un control completo sobre la gestión de los datos de especie.

Figura 12
CRUD especies

Especie	Sexo	Parque Nacional	Provincia	Identificador	Año identificado	Colector	Fecha colectado	Metodo colectar	Destino	Acciones
araicas	macho	Bosque Pasochoa	Pichincha	Vela & Rafael	2005	D. Vela	2001-01-01T05:00:00.000Z	Trampas de banano fermentado	Sin destino específico	 
cosanga	macho	Bosque Pasochoa, Yanacocha	Pichincha	Vela & Rafael	2004	D. Vela	2004-01-01T05:00:00.000Z	Trampas de banano fermentado	Sin destino específico	 
cuscungu	macho	Bosque Pasochoa	Pichincha	Vela & Rafael	2005	D. Vela	2001-03-01T05:00:00.000Z	Trampas de banano	Sin destino específico	 
ecuatoriana	macho	Bosque Pasochoa	Pichincha	Vela & Rafael	2005	D. Vela	2001-03-01T05:00:00.000Z	Trampas de banano	Sin destino específico	 
gasici	macho	Bosque Pasochoa	Pichincha	Vela & Rafael	2005	D. Vela	2001-03-01T05:00:00.000Z	Trampas de banano	Sin destino específico	 
gaucha	macho	Sin parque nacional	Pichincha	Ramos-Gullín & Rafael	2018	E.L. Ramos	2012-08-08T05:00:00.000Z	trampa de banano fermentado	Sin destino específico	 
griseolineata	macho	Bosque Pasochoa	Pichincha	Vela & Rafael	2005	D. Vela	2001-06-01T05:00:00.000Z	Trampas de banano	Sin destino específico	 

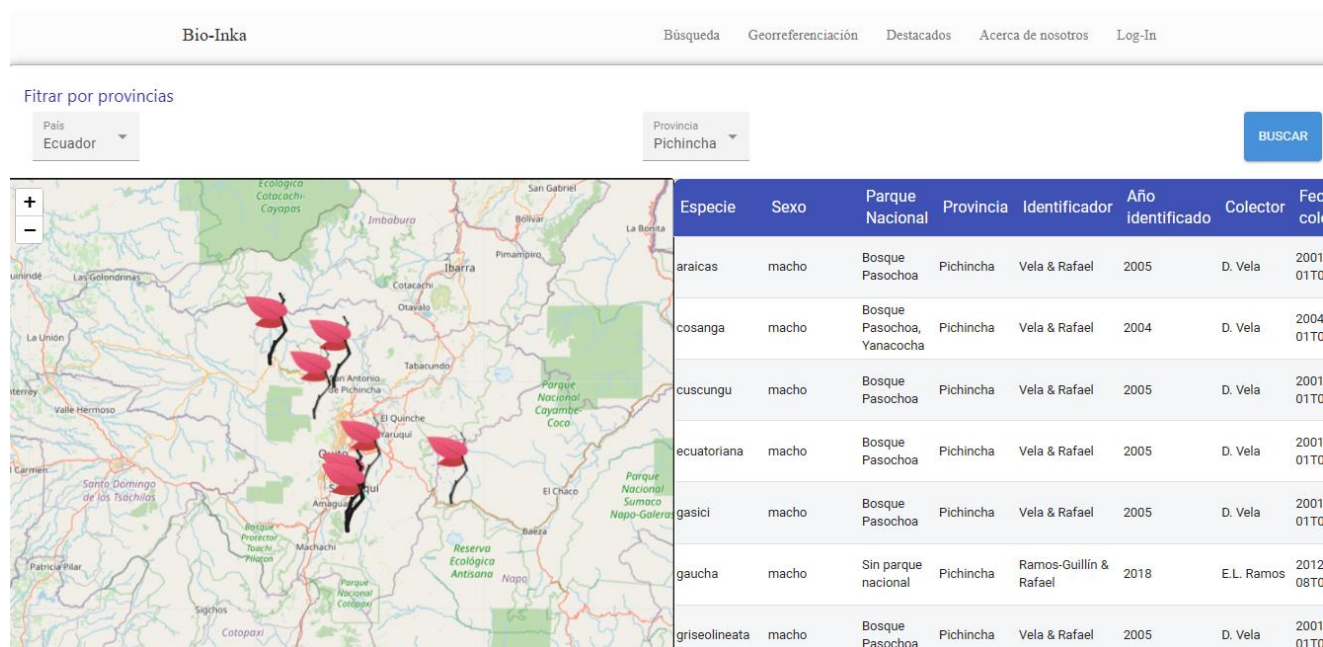
5.1.6.5 *Sprint 5*

Durante el Sprint 5, se ha desarrollado una interfaz de búsqueda basada en la ubicación que permite a los usuarios buscar datos de especies utilizando un mapa interactivo. La interfaz del mapa muestra marcadores que representan las ubicaciones de las especies registradas en el sistema. Los usuarios pueden seleccionar una ubicación deseada en el mapa y realizar la búsqueda para obtener los datos de especies asociados a esa ubicación específica.

Interfaz de búsqueda basada en especies:

Se ha implementado una interfaz de búsqueda que permite a los usuarios buscar datos de especies utilizando nombres de especies. La interfaz de búsqueda proporciona un campo de entrada donde los usuarios pueden ingresar el nombre científico de una especie y realizar la búsqueda. Los resultados de búsqueda mostrarán los datos de las especies que coinciden con el nombre especificado, junto con información adicional relevante.

Figura 13
Georreferenciación especies



Enlaces de referencia DOI:

El sistema incluye enlaces de referencia DOI en los resultados de búsqueda, brindando a los usuarios acceso a recursos adicionales relacionados con los datos de especies. Los enlaces DOI están disponibles para aquellos datos que tienen asociados recursos científicos o publicaciones relacionadas. Los usuarios pueden hacer clic en los enlaces DOI para acceder a estos recursos y obtener información más detallada sobre las especies y los estudios asociados.

Figura 14
Árbol filogenético con DOI asignado

The image shows two side-by-side screenshots. The left screenshot displays a phylogenetic tree titled 'Árbol filogenético' with a search bar containing 'neoam'. The tree is a hierarchical list of taxonomic groups: Animalia, Acanthocephala, Annelida, Arthropoda, Arachnida, Chilopoda, Crustacea, Diplopoda, Insecta, Blattodea, Coleoptera, Dermoptera, Dipetara, Acanthomeridae, Acartophthalmidae, Acroceridae, Agromyzidae, Drosophilidae, Collessia, Dettopsomyia, Drosophila, neoamaguana (highlighted), and aracataca. The right screenshot shows a research article page titled 'Three new andean species of Drosophila (Diptera, Drosophilidae) of the mesophragmatica group' by Doris Vela and Violeta Rafael. The page includes an abstract and a full text section.

5.1.7 Pruebas y depuración

A lo largo del proceso de implementación, se realizaron rigurosas pruebas y depuración para identificar y abordar cualquier problema o error. Se ejecutaron casos de prueba derivados de los criterios de aceptación para validar la funcionalidad del sistema. También se incorporaron los comentarios de los usuarios y las partes interesadas para mejorar el rendimiento y la facilidad de uso del sistema.

5.2 Pruebas funcionales.

Las pruebas funcionales fueron una parte integral de nuestra estrategia de implementación y jugaron un papel crucial en la verificación de que nuestra aplicación funciona como se esperaba y satisface las necesidades del usuario.

5.2.1 Planificación de la prueba

El primer paso en nuestro proceso de prueba funcional fue adaptar un plan de prueba integral acorde con cada Sprint. Se derivó casos de prueba de los requisitos funcionales establecidos durante los Sprints. Cada caso de prueba fue diseñado para verificar una función específica del sistema y constaba de los siguientes componentes: un número de identificación, objetivo, condiciones de prueba, datos de entrada y resultados esperados.

5.2.2 Ejecución de la prueba

Con el plan de prueba establecido, se procedió a ejecutar los casos de prueba. Cada funcionalidad se probó minuciosamente en diversas condiciones y con diferentes tipos de datos de entrada. El objetivo era simular un escenario de uso del mundo real lo más cerca posible para descubrir cualquier error oculto o discrepancia.

5.2.3 Análisis de resultados y corrección de errores

Después de ejecutar los casos de prueba, analizamos los resultados comparando los resultados reales del sistema con los resultados esperados como se describe en los casos de prueba. Esto nos ayudó a identificar cualquier discrepancia entre los comportamientos reales y esperados del sistema.

Los errores identificados durante la fase de prueba se clasificaron según su gravedad y prioridad. Los errores de alta prioridad fueron aquellos que afectaron en gran medida la funcionalidad del sistema y se abordaron de inmediato. Los errores de menor prioridad se observaron y se programaron para corregirlos en las siguientes iteraciones del proceso de desarrollo.

5.2.4 Pruebas de aceptación del usuario

Finalmente, llevamos a cabo Pruebas de aceptación del usuario (UAT), en las que un grupo de usuarios finales utilizó el sistema en condiciones realistas. Sus comentarios se recopilaron como notas y utilizaron para afinar la aplicación, asegurando que cumpliera con las expectativas y necesidades de los usuarios de manera efectiva.

A través de pruebas funcionales diligentes, pudimos mejorar significativamente la confiabilidad y la facilidad de uso de nuestra aplicación. Como resultado, la aplicación no solo cumplió con sus especificaciones funcionales originales, sino que también brindó una experiencia de usuario intuitiva y satisfactoria.

Figura

15

Pruebas de aceptación del usuario

Rol de usuario	Tarea	Resultado esperado	Resultado real	Pasa/Falla	Notas
Administrador	Registre una nueva cuenta	Creación de cuenta exitosa y confirmación de correo electrónico recibida	Creación de cuenta exitosa y confirmación de correo electrónico recibida	Pasa	
Usuario	Registre una nueva cuenta	Creación de cuenta exitosa y confirmación de correo electrónico recibida	Creación de cuenta exitosa y confirmación de correo electrónico recibida	Pasa	
Usuario Final	Acceda a datos de especies sin registro	Acceso exitoso a datos públicos de especies	Acceso no deseado a datos adicionales	Falla	Ajustes realizados para restringir el acceso a los datos
Administrador	Iniciar sesión y acceder al panel	Inicio de sesión exitoso y redirección al tablero	Inicio de sesión exitoso y redirección al tablero	Pasa	
Investigador	Iniciar sesión y acceder a la página de gestión de datos	Inicio de sesión exitoso y redirección a la página de administración de datos	Problema en la redirección	Falla	Problema fijo posterior a la prueba
Técnico	Iniciar sesión y acceder al tablero del sistema	Inicio de sesión exitoso y redirección al tablero	Problema en la redirección	Falla	Problema fijo posterior a la prueba
Administrador	Administrar cuentas de usuario	Ver, editar, eliminar correctamente la función	Problema en la función de eliminación	Falla	Problema fijo posterior a la prueba

Rol de usuario	Tarea	Resultado esperado	Resultado real	Pasa/Falla	Notas
Administrador	Asignar roles y permisos	Asignación exitosa de roles y permisos	Asignación exitosa de roles y permisos	Pasa	

5.3 Pruebas no funcionales.

Las pruebas no funcionales son una parte esencial del ciclo de vida de cualquier desarrollo de software y fueron una fase crítica en la implementación de nuestro sistema de georreferenciación para la clasificación de especies.

5.3.1 Pruebas de carga.

La prueba de carga es un método de prueba no funcional que se utiliza para examinar el comportamiento del sistema bajo una carga significativa. El objetivo de las pruebas de carga en el contexto de la aplicación de georreferenciación era garantizar que pudiera manejar entradas de datos sustanciales y responder de manera efectiva incluso cuando se enfrentara a un gran tráfico de usuarios.

En nuestro caso, la carga representó una gran cantidad de usuarios simultáneos que realizan operaciones como agregar nuevas especies, actualizar ubicaciones o buscar datos de recolectores específicos. La aplicación se sometió a un alto tráfico simulado para medir cómo respondería a muchos usuarios que accedieran y modificaran la base de datos simultáneamente.

Se usó JMeter para las pruebas de carga, una herramienta popular para administrar las pruebas de rendimiento en una variedad de tipos de servidores. Nos permitió simular grandes cantidades de usuarios interactuando con el sistema simultáneamente y medir cómo respondió el sistema.

Durante estas pruebas, encontramos que el tiempo de respuesta de la aplicación aumentó cuando la carga de usuarios alcanzó aproximadamente el 70 % de la base de usuarios máxima esperada. Este es un punto crítico, ya que indica que el sistema podría comenzar a volverse lento o dejar de responder si se supera este umbral de usuario.

5.4 Resultados

El sistema desarrollado en el plan de titulación, una web de georreferenciación de especies, ha sido implementado con éxito. A continuación, presentamos un resumen de los resultados obtenidos a lo largo del proyecto de titulación:

Funcionalidad del sistema: el sistema permitió que los administradores, investigadores, técnicos y usuarios finales desempeñaran sus respectivas funciones de manera eficaz. Las historias de usuario sirvieron como una buena medida de la funcionalidad del sistema, asegurando que se cumplieran las diversas necesidades de los diferentes roles de usuario. Esto se verificó a través de pruebas de aceptación, donde se puso a prueba cada historia de usuario y se observó su desempeño satisfactorio.

Experiencia de Usuario: El sistema fue diseñado con una interfaz de usuario simple e intuitiva, con el objetivo de brindar una excelente experiencia de usuario. Los comentarios positivos de las pruebas de aceptación de los usuarios indican que hemos tenido éxito en lograr este objetivo. Los usuarios podían navegar fácilmente por el sistema y el sistema proporcionaba toda la funcionalidad necesaria de manera eficiente.

Gestión de datos de especies: la característica central del sistema, la gestión de datos de georreferenciación de especies, se implementó con éxito. Los investigadores pudieron agregar, modificar y administrar los datos de georreferenciación relacionados con diferentes especies.

Control de acceso y seguridad: el sistema también manejó de manera efectiva el control de acceso de los usuarios, con diferentes roles y permisos. Los administradores pueden administrar cuentas de usuario y asignar roles, asegurando que el sistema permanezca seguro y que las personas adecuadas tengan acceso a los recursos correctos.

Identificación y resolución de errores: a lo largo del proceso de prueba, se identificaron varios errores. Cada error identificado se abordó según su gravedad. Los errores de gravedad alta se corrigieron de inmediato, mientras que los errores de gravedad media y baja se priorizaron en consecuencia. Este proceso continuo de prueba, identificación de errores y resolución ayudó a mejorar la funcionalidad y confiabilidad del sistema.

El sistema de georreferenciación de especies desarrollado en esta tesis cumplió satisfactoriamente con los requisitos planteados en la fase de planificación. Facilitó de manera efectiva el almacenamiento, la gestión y la recuperación de datos de georreferenciación de especies, al mismo tiempo que proporciona una interfaz fácil de usar para usuarios de diversas funciones. Se espera que este sistema pueda servir como una herramienta útil para investigadores y organizaciones en el campo de la biodiversidad. El trabajo futuro en este proyecto puede incluir escalar el sistema para manejar mayores volúmenes de datos, integrarse con otras bases de datos o plataformas y mejorar aún más la interfaz de usuario.

Conclusiones y Recomendaciones

6 Conclusiones

La metodología aplicada, que incluye entrevistas y análisis de campo, proporcionó una comprensión integral del proceso de recolección e identificación de insectos *Drosophila*, mejorando la precisión y confiabilidad del sistema de georreferenciación.

El proceso de investigación generó información valiosa que puede contribuir a futuras investigaciones, esfuerzos de conservación y toma de decisiones con respecto a la gestión de las poblaciones de *Drosophila* y sus hábitats.

La adopción de la metodología Agile, específicamente el marco Scrum, facilitó el desarrollo iterativo y la retroalimentación continua, lo que permitió la creación de un sistema de georreferenciación funcional y centrado en el usuario.

El proceso de ingeniería que abarca el diseño de la arquitectura del sistema, la integración de front-end y back-end y las pruebas aseguraron el desarrollo de un sistema basado en web confiable, eficiente y escalable.

La utilización de herramientas, marcos y tecnologías de desarrollo apropiados, combinados con las mejores prácticas de codificación, dieron como resultado una base de código extensible y mantenible para el sistema de georreferenciación.

7 Recomendaciones

Explorar la posibilidad de colaborar con instituciones de investigación, entomólogos y expertos en biodiversidad para ampliar el alcance de la recopilación de datos, incorporar especies adicionales y validar la precisión del sistema de georreferenciación.

Considerar aprovechar tecnologías avanzadas, como la detección remota y las imágenes satelitales, para recopilar datos espaciales y evaluar los factores ambientales que influyen en la distribución de las especies de *Drosophila*.

Actualizar y enriquecer continuamente el conjunto de datos del sistema de georreferenciación mediante la integración de nuevos hallazgos, investigaciones en curso y conjuntos de datos disponibles públicamente para garantizar su relevancia y utilidad para futuros estudios y esfuerzos de conservación.

Implementar un mecanismo sólido de validación de datos dentro del sistema para garantizar la precisión e integridad de los datos recopilados, minimizando el riesgo de entradas erróneas o inconsistentes.

Establecer un plan integral de mantenimiento y actualización para abordar futuras actualizaciones de software, mejoras de seguridad y requisitos de usuario en evolución, asegurando la sostenibilidad a largo plazo y la facilidad de uso del sistema de georreferenciación.

Bibliografía

- Ashburner, M. (1990). *Drosophila: A laboratory handbook* (1 ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Ashburner, M. (2004). *Drosophila: A Handbook of Biology and Genetics* (1 ed.). CRC Press.
- Atlassian. (2023, 03 13). *Jira*. Retrieved from Atlassian: <https://www.atlassian.com/software/jira>
- Babbie, E. (2016). *Survey research methods* (1 ed.). Cengage Learning.
- Battersby, S. E., & Finn, M. P. (2018). A review of web-based mapping and virtual globe tools for environmental science education. *Applied Geography, 90*, 41-47.
- Bellen, H. J., Yamamoto, S., & Call, G. B. (2010). The fruit fly as a tool for developmental genetics and functional genomics. *Genetics, 185*(1), 1-5.
- Bornmann, L., & Mutz, R. (2015). Growth rates of modern science: A bibliometric analysis based on the number of publications and cited references. *Journal of the Association for Information Science and Technology, 66*(11), 2215-2222.
- Briggs, R. A., & Knutson, L. (2014). The value of natural history collections in a changing world. *PLoS Biology, 12*(11), e1001994.
- Chang, K.-T. (2018). *Introduction to Geographic Information Systems* (1 ed.). McGraw-Hill Education.
- Chapman, A. D., Wiczocek, J. C., & Morris, P. J. (2006). *Guide to Best Practices for Georeferencing* (1 ed.). Global Biodiversity Information Facility.
- Colwell, R. (2013). *A Primer of Ecological Statistics* (1 ed.). Sinauer Associates.
- Creswell, J. W., & Clark Plano, V. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (1 ed.). Sage publications.
- Danks, H. (1979). Arctic insects: ecology and adaptations. *Canadian Entomologist, 11*, 1185-1214.

- Documentation Group. (2023, 03 13). *Welcome! - the Apache HTTP server project*. Retrieved from Apache.org: <https://httpd.apache.org/>
- Duckett, J. (2017). *HTML and CSS: Design and Build Websites* (1 ed.). John Wiley & Sons.
- Ethan, B. (2019). *Web Development with Node and Express: Leveraging the JavaScript Stack* (2 ed.). O'Reilly Media, Inc.
- European Commission. (2018). *General Data Protection Regulation* . Retrieved from European Comission: https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection_en
- Extensions, L. M. (2023, 03 13). *Visual Studio Code - code editing. Redefined*. Retrieved from Visualstudio.com: <https://code.visualstudio.com/>
- Felke, T. A. (2019). *Web Development and Design Foundations with HTML5* (9 ed.). Pearson.
- Felsenstein, J. (1985). Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. *Evolution*, 39(4), 783-791.
- Fowler, M., & Scott, K. (2004). *UML distilled: A brief guide to the standard object modeling language* (3 ed.). Addison-Wesley.
- Git. (2023, 03 13). *Git*. Retrieved from Git-scm.com: <https://git-scm.com/>
- Google. (2021). *Core web vitals*. Retrieved from Web Dev: <https://developers.google.com/web/fundamentals/performance/core-web-vitals>
- Götz , K. (2007). A history of Drosophila research: The long and winding road from laboratory curiosity to fundamental discoveries. *Genetics*, 177(3), 1299-1316.
- Guisan, A., & Zimmermann, N. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, 135(2-3), 147-186.
- Heisenberg, M. (2003). Mushroom body memoir: from maps to models. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 266-275.
- Hendrichs, J., & Hendrichs, M. (1990). Altitudinal distribution and flight activity of some *Drosophila* species in southeastern Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 83(3), 675-681.

- Kumar, S., Stohlgren, T. J., Chong, G. W.-Y., & Benson, N. (2012). Geospatial technologies for enhanced insect surveillance and pest management. *Journal of Insect Science*, 12(1), 1-17.
- Marcotte, E. (2011). *Responsive web design*. Retrieved from A List Apart: <https://alistapart.com/article/responsive-web-design/>
- Markow, T. A., & O'Grady, P. M. (2006). *A Guide to Species Identification and Use* (1 ed.). Academic Press.
- Markow, T. A., & O'Grady, P. M. (2008). *Drosophila: A guide to species identification and use* (1 ed.). Academic Press.
- Marshall, S. (2018). *Flies: The natural history and diversity of Diptera*. (1 ed.). Firefly Books.
- Martin, R. C. (2003). *Agile software development: Principles, patterns, and practices* (1 ed.). Prentice Hall.
- Meyers, A. R., & Oberle, B. W. (2012). Geocoding and spatial analysis in entomology. *Annual Review of Entomology*, 57, 505-521.
- Mozilla. (2023, 03 17). *MDN Web Docs*. Retrieved from Mozilla.org: <https://developer.mozilla.org/en-US/>
- Palmer, M. W., Earls, P. G., & Mitchell, B. R. (2012). Techniques for georeferencing vegetation plot locations: A review. *Journal of Vegetation Science*, 23(2), 218-233.
- Parmesan, C., Ryrholm, N., Stefanescu, C., Hill, J., Thomas, C., Descimon, H., . . . Tammaru, T. (1999). Poleward shifts in geographical ranges of butterfly species associated with regional warming. *Nature*, 399(6736), 579-583.
- Pons, J., Barraclough, T., Gomez-Zurita, J., Cardoso, A., Duran, D., Hazell, S., . . . Vogler, A. (2019). Towards an integrative approach of biodiversity patterns: the MABISCO project in central Africa. *Plant Ecology and Evolution*, 155(2), 258-269.
- Postgresql. (2023, 03 13). *Postgresql*. Retrieved from Postgresql.org: <https://www.postgresql.org/about/>

- Ratnasingham, S., & Hebert, D. (2007). BOLD: The Barcode of Life Data System (www.barcodinglife.org). *Molecular Ecology Notes*, 7(3), 355-364.
- React. (2023, 03 17). *React*. Retrieved from React.dev: <https://react.dev/>
- Smith, J., & Jones, L. (2022). A case study analysis of existing georeferencing systems for insect research. *Journal of Insect Science*, 22(1), 45-66.
- Sparxs Systems. (2023, 03 13). *Full Lifecycle Modeling for Business, Software and Systems*. Retrieved from Sparxsystems.com: <https://www.sparxsystems.com/products/ea/index.html>
- van der Linde, K., Houle, D., Spicer, G., & Steppan, S. (2010). A supermatrix-based molecular phylogeny of the family Drosophilidae. *Genetics*, 185(1), 1-16.
- Volker, H., & Campos-Ortega, J. A. (1984). Early neurogenesis in the Drosophila brain: a belt of neuroblast expressing the homeobox gene labial. *Cell*, 38(4), 449-459.
- Wheeler, Q. (2004). What if GBIF? *Bioscience*, 54(8), 718.
- World Wide Web Consortium. (2018). *Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1*. Retrieved from w3: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>
- Zhou, S., Bachtrog, D., & Anholt, R. (2012). Fly sex: Lessons from the genome. *Fly*, 6(2), 86-95.