

SISTEMA DE GESTIÓN PARA HUERTOS

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero de Sistemas

**JORGE LUIS PORRAS CEPEDA
CRISTHIAN HARVEY VÁSQUEZ MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA EXTENSION CHIA
PROGRAMA DE INGENIERIA DE SISTEMAS
FACULTAD DE INGENIERIA**

2025

SISTEMA DE GESTIÓN PARA HUERTOS

JORGE LUIS PORRAS CEPEDA

1013635351

CRISTHIAN HARVEY VÁSQUEZ MUÑOZ

1020794220

JUAN BERNARDO ANGEL BUENO

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Juan Angel Bueno, por enseñarnos los conceptos que se necesitan para el desarrollo de un proyecto, las diferentes metodologías a elegir dependiendo la idea que se quiera desarrollar. Y por supuesto a todo el apoyo y el seguimiento brindado a lo largo del desarrollo del proyecto.

Al profesor Jorge Paramo quien nos dio las bases para aprender todo lo relacionado con el desarrollo de software, las metodologías, los diagramas que se necesitan antes de comenzar un desarrollo, el manejo de base de datos y la programación desde el backend hasta el front-end.

Al profesor Fabian Gutierrez por enseñarnos lo relacionado a la seguridad de los sitios web para implementar los diferentes métodos de seguridad que se usan en la actualidad.

Al profesor Arles y al profesor Javier por hacernos sufrir con su manera de enseñar, ya que pudimos conocer el mundo de las tecnologías IoT, y entender que son herramientas no tan complicadas de usar, pero que dependiendo su enfoque pueden ayudar a crear herramientas de gran ayuda para muchas personas.

A Samuel Forero, compañero de la universidad y del trabajo, mentor y gran amigo, que siempre ha estado dispuesto a explicarnos detalladamente todas las dudas que se nos han presentado en el desarrollo no solo de este proyecto si no de la gran mayoría en los que hemos estado, gracias a la facilidad que tiene para entender y explicar el código.

DEDICATORIA

A nuestras madres, que siempre han creído en nosotros, a pesar de no ser los estudiantes más aplicados a lo largo de la carrera, pero son el motor que nos impulsa a cumplir nuestros sueños y a desarrollarnos como grandes profesionales.

A todas las personas que de alguna u otra manera creían o no creían que lograríamos cumplir el objetivo de ser ingenieros.

RESUMEN

En la actualidad el proceso de cultivo y cuidado de las plantas suele ser una actividad que requiere de estar en constante Este proyecto propone le desarrollo de un sistema de gestión y monitoreo de bajo costo para huertos he invernaderos caseros. Su objetivo principal es optimizar el cuidado y crecimiento de las plantas mediante sensores y una aplicación interactiva que facilite la recolección, análisis y visualización de datos ambientales. Con un enfoque sostenible, accesible y de fácil uso, busca apoyar a pequeños agricultores y familias en la producción de alimentos, contribuyendo a la seguridad alimentaria, la educación ambiental y el aprovechamiento a tecnologías asequibles.

PALABRAS CLALVE

Agricultura sostenible; Automatización; Huertos caseros; Invernaderos; Monitoreo ambiental; Tecnología de bajo costo.

ABSTRACT

Currently, the process of growing and caring for plants if often an activity that rquires constant attention. This project proposes the development of a low-cost management and monitoring system for home gardens and greenhouses. Its main objective is to optimize plant care and growth through sensors and an interactive application that facilitates the collection, analysis, and visualization of environmental data. With a sustainable, accessible, and easy-to-use approach, it seeks to support small farmers and families in food production, contributing to food security, environmental education, and the use of affordable technologies.

KEYWORDS

Sustainable agriculture; Automation; Home gardens; Greenhouses; Enviromental monitoring; Low-cost technology.

TABLA DE CONTENIDO	
LISTA FIGURAS	6
LIESTA DE TABLAS	6
LISTA DE ANEXOS	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO 1	7
1. PROBLEMA	7
1.1. Planteamiento del problema	7
1.2. Formulación del problema	7
2. OBJETIVOS	8
2.1. General	8
2.2. Objetivos específicos	8
3. ALCANCES Y LIMITACIONES	8
3.1. Alcances	8
3.2. Limitaciones	9
4. JUSTIFICACIÓN	10
5. LÍNEA(s) DE INVESTIGACIÓN	10
CAPITULO 2	11
6. MARCO TEÓRICO	11
6.1. Marco referencial	11
6.2. Marco conceptual	13
6.3. Marco Ingenieril	14
CAPÍTULO 3	15
7. METODOLOGÍA	15
8. DESARROLLO DEL PROYECTO	17
8.1. Modelo de requisitos	17
8.2. Desarrollo de la Metodología	32
8.3. Diseño del sistema	34
8.4. Costo del proyecto	35
9. TESTER	37
10. CONCLUSIONES	40
11. RECOMENDACIONES	41
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA FIGURAS

Figura 1	15
Figura 2	17
Figura 3	17
Figura 4	18
Figura 5	19
Figura 6	20
Figura 7	21
Figura 8	21
Figura 9	22
Figura 10	23
Figura 11	24
Figura 12	25
Figura 13	26
Figura 14	27
Figura 15	28
Figura 16	29
Figura 17	30
Figura 17	31
Figura 18	35

LIESTA DE TABLAS

Tabla 1	16
---------	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Casos de Uso	44
Anexo B: Manual Funcional	44
Anexo C: Manual Técnico	44

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1

1. PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En la actualidad las huertas o invernaderos son algunas de las opciones más comunes para todas aquellas personas que desean tener sus propios cultivos ya sea de alimentos o de plantas decorativas en pequeña escala, pero muchas veces no se tiene todo lo necesario para esto.

Es importante resolver varios retos que enfrentan este tipo de cultivos en la actualidad como lo es; el cambio climático, cuando existen condiciones extremas de frío o calor las plantaciones no pueden cumplir con su proceso de desarrollo, estas también se exponen a blancos biológicos, plagas y enfermedades que podrían afectar drásticamente su producción.

Como consecuencia a esto, la población de la vereda de Fagua municipio de Chía posee varios cultivos en invernaderos y huertos de los cuales la mayoría de las personas dependen de estos para su propia alimentación diaria. Entonces si no se monitorean estos cultivos se verán afectados en los procesos y en las cosechas, ya que no se verá reflejado, el tiempo, cuidado, ni el trabajo invertido, reflejando grandes pérdidas para los cultivadores.

Se encuentran otros factores dañinos como el descuido por falta o exceso de riego, limitaciones de luz, malas condiciones de habidad, muchas veces por abandono o carencia de tiempo de sus cultivadores para darles los cuidados adecuados.

En esto influye la falta de información acerca de cómo tratarlas y cuidarlas en ocasiones también se encuentra que por falta de conocimientos las plantas no crecen de manera adecuada algunas no florecen o no dan sus frutos

1.2. Formulación del problema

¿Cómo desarrollar un sistema de control y monitoreo de huertos e invernaderos caseros para promover cultivos sostenibles en Chía?

2. OBJETIVOS

2.1. General

Desarrollar un sistema de control y monitoreo de huertos e invernaderos caseros para promover cultivos sostenibles en Chía

2.2. Objetivos específicos

Identificar la información sobre las principales problemáticas que sufren los cultivos y los parámetros claves que debe evaluar el sistema para poder gestionar y monitorear los huertos e invernaderos.

Diseñar un software interactivo para la gestión del ecosistema que sea intuitivo y de fácil manejo para el usuario permitiendo visualizar, crear, eliminar y modificar registros según las preferencias del usuario.

Implementar sensores que permitan medir las variables críticas como la temperatura, la humedad y el pH.

Probar el sistema de control y monitoreo en una huerta casera para recibir retroalimentación con respecto al funcionamiento y funcionalidad.

Crear guías o manuales prácticos e intuitivos para el uso y el mantenimiento adecuado del sistema desarrollado.

3. ALCANCES Y LIMITACIONES

3.1. Alcances

Este trabajo se enfocará en los huertos e invernaderos pequeños, ya que se pretende que su desarrollo sea de bajo costo.

Las herramientas desarrolladas, serán adaptadas para que cualquier persona pueda implementarlas.

Lograr establecer el proyecto como una opción viable para solucionar las necesidades de personas que deseen tener un huerto casero.

El sistema de monitoreo registrará los datos capturados por los sensores acoplados al Arduino y serán procesados en tiempo real para generar un reporte gráfico y estadístico que será visible para el usuario dentro de la plataforma.

Promover practicas amigables con el medio ambiente, usando eficientemente el agua y la gestión responsable de los recursos.

3.2. Limitaciones

No está adaptado para grandes áreas ni procesos de producción en masa.

Se restringe a la gestión de variables ambientales y procesos básicos de cuidados dejando de lado agentes biológicos como abonos pesticidas y fungicidas.

Este proyecto no está diseñado para cultivos con condiciones ambientales extremas o que requieran de tratamientos únicos.

No incluye fuentes de energía renovable como paneles solares o turbinas eólicas, la autosuficiencia energética será de la red eléctrica local.

No se integra algoritmos de predicción ni aprendizaje automático con IA

Requiere una supervisión manual periódica en caso de requerir mantenimiento.

4. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la sabana de Bogotá ha experimentado sequías que ha afectado a todas las personas que habitan en ella, una parte importante que se ha visto afectado es el sector agrícola en donde los pequeños y grandes agricultores han sido impactados directamente en su producción reduciendo la subsistencia alimentaria durante los períodos secos.

Además, esto genera ineficiencias, disminuye la producción y aumenta los costos, lo que afecta directamente en la rentabilidad de los agricultores. Por lo tanto, se plantea el desarrollo de un sistema de huertos e invernaderos de bajo costo, que de la posibilidad a los agricultores de acceder a tecnologías innovadoras que permita dar solución a esta problemática.

La investigación busca mejorar los métodos tradicionales de huertos e invernaderos para optimizar y facilitar mediante las herramientas que ofrece la tecnología el cuidado controlado y mejorado de los cultivos, la usabilidad correcta de los recursos y el uso adecuado de las fuentes hídricas que dará como resultado la reducción de costos para los agricultores y tendrá otros beneficios como el aumento de productividad y la reducción del impacto ambiental en materia del gasto de agua contribuyendo de manera sostenible y eficiente a la sociedad y al medio ambiente.

5. LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN

Transmodernidad, naturaleza, ambiente, biodiversidad, ancestralidad y familia. A través del sistema de gestión de huertos e invernaderos de bajo coste se implementa métodos para el adecuado cuidado de la biodiversidad que se encuentra en los hogares fomentando y auxiliando a los usuarios con una interfaz amigable para su entendimiento.

Aprendizaje, conocimiento, tecnologías, comunicación y digitalización. Con un sistema de gestión de huertos e invernaderos caseros se enfoca en aplicación de tecnología combinando conocimientos existentes para enseñar de manera interactiva como cuidar y mantener de manera sostenible las plantas que se encuentran en cada hogar entregando herramientas para facilitar las tareas de sus cuidados.

CAPITULO 2

6. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presentará el marco referencial con el fin de exponer antecedentes, teorías, regulaciones y lineamientos sobre la investigación del proyecto en curso.

6.1. Marco referencial

En primer lugar, el proyecto “invernadero inteligente” por: Barrera Eduardo, Martin Rafael, Herrero Víctor, Meraz Alejandro (2014), Instituto Politécnico Nacional. Se hace una propuesta de una maqueta de automatización de un invernadero utilizando Arduino el cual permite mejorar la producción del rábano. Un invernadero que permite monitorear la humedad y la temperatura de una manera más eficiente reduciendo los tiempos dedicados al control y el cuidado de las plantas. La propuesta lo que busca es poder solucionar los problemas de enfoque ambiental tales como el consumo excesivo de energía, variables inexactas y el desperdicio continuo de agua en los invernaderos semiautomatizados.

En segundo lugar, está “diseño y construcción de un prototipo de invernadero urbano automatizado de tres metros cúbicos que permita controlar la humedad relativa por medio de microcontroladores para generar una producción constante de alimentos orgánicos” por: Herrera Juan (2020), Universidad Politécnica Salesiana. Los invernaderos permiten cultivar productos fuera de la temporada normal empleando técnicas adecuadas como la poda y el riego, lo que permite lograr mejores resultados y un mejor control de las plagas. El aumento en el consumo de alimentos completamente orgánicos se debe al constante aumento de alimentos procesados, motivando a las personas a recurrir por huertos caseros o urbanos. La agricultura en la ciudad se ve influenciada por la cultura vegetariana o vegana y la búsqueda de alimentos sin químicos perjudiciales los cuales permiten una vida saludable para las personas.

En tercer lugar, se presenta el proyecto “diseño e implementación de un sistema automatizado para invernadero hidropónico” por: Cardona Omar, Lozano Jessica Y Lozano Yeison (2017), UNAD. Se propone desarrollar un sistema automatizado para simular un invernadero hidropónico, controlando distintas variables como el CO₂, pH, humedad, luminosidad y temperatura. Utilizará una placa Arduino conectado con actuadores y sensores, y un programa diseñado específicamente para los requerimientos del invernadero. Esta tecnificación permitirá a la comunidad beneficiarse reduciendo el uso del agua y los agroinsumos convirtiéndose en una opción amigable con el medio ambiente.

En cuarto lugar, el “prototipo invernadero automatizado indoor” por: Anaya Daniel y Ojeda Luis (2020), Universidad de la Costa. Es un prototipo de invernadero para plantas comestibles, tales como, vegetales y frutos en indoor. Por medio de una tarjeta eléctrica de Arduino que permite la evaluación de las variables como el crecimiento, las distintas humedades, la temperatura y la iluminación. Incluye una aplicación móvil que permite el

monitoreo, el control y el análisis de las predicciones para optimizar el crecimiento de las plantas.

En quinto lugar, el proyecto “desarrollo de una estación meteorológica autónoma de bajo costo” por: Ferrer Rafael (2017), Universidad de Santo Tomas. Se desarrolló una estación meteorológica que permite monitorear las distintas variables ambientales en el sector agrícola de forma remota, empleando un módulo Arduino, un módulo sim900 y un conjunto de sensores. También implementando un módulo de energía solar que le permite tener una completa autonomía al sistema.

Por sexto lugar, se presenta el proyecto “invernadero de riego y temperatura controlado remotamente desde el web apoyado en tecnologías móviles” por: Barón Julio y Pérez Diego (2017), Universidad los Libertadores. Los invernaderos son comúnmente utilizados para mejorar la producción de plantas en condiciones climáticas bastante variadas. Este proyecto implemento un invernadero controlado remotamente desde la web con un prototipo que incluye una Raspberry Pi2, sensor de temperatura LM35 y Python 2.7. Se desarrollo primeramente una aplicación de software que permitirá la comunicación entre el invernadero y una base de datos Firebase de Google, mostrando los valores de la temperatura y sus determinadas acciones como la calefacción o el enfriamiento, dada por una interfaz web para que el usuario pueda monitorear el sistema en tiempo real.

En séptimo lugar se presenta un artículo llamado “Unveiling the potential of sustainable agriculture” por: Rabia Al-Qudah, Mrouj Almuhajri (2024), Abu Dhabi University. Este artículo muestra el estado del arte del desarrollo de Invernaderos Inteligentes utilizando inteligencia artificial y datos sensoriales. La combinación de estas dos está revolucionando la agricultura, permitiendo una mayor sostenibilidad y eficiencia.

La capacidad para optimizar el cultivo de plantas, reducir la mayor cantidad de desperdicio de los recursos y minimizar lo más que se pueda el impacto ambiental. El estudio analiza 88 investigaciones que evalúa tanto avances académicos como aplicaciones prácticas. También identifica brechas de la investigación y la poca adopción de innovaciones recientes en IA. La investigación busca cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, brindando una visión integral de las oportunidades futuras en el campo de los Invernaderos Inteligentes impulsados por IA.

En octavo lugar hay un artículo llamado “Digital twin framework for smart greenhouse management using next-gen mobile networks and machine learning” con la autoría de Hameedur Rahman, Uzair Muzamil Shah, Syed Morsleen Riaz, Kashif Kifayat, Syed Atif Moqurrab, Joon Yoo de Air University en Pakistan (2023), que habla de la gestión de procesos basado en gemelos digitales para invernaderos inteligentes, utilizando tecnologías de aprendizaje automático que se conocen como Machine Learning (ML) y computación en la nube. Esto se refiere a la necesidad de poder gestionar y monitorear parámetros físicos en invernaderos caseros de manera remota y en tiempo real. Donde los datos puedan ser procesados y analizados para optimizar las operaciones de tal manera que se pueda predecir las necesidades operativas de los invernaderos inteligentes ofreciendo una solución innovadora para la agricultura casera y la gestión eficiente de los recursos.

Por último un estudio llamado “Optimizing winter climate control in high-altitude smart greenhouse through renewable energy integration” de la autoría de Gom Dorji, Namgay Tenzin, Tshewang Lhendup, de College of Science and Technology, Bhutan (2024). El cual investigaba el uso de invernaderos inteligentes en regiones montañosas ya que enfrentaba desafíos de cambio climático y recursos limitados. El invernadero combina un sistema de calentamiento solar, sensores, tecnologías que permitían una óptima comunicación en el invierno. Los experimentos demostraron que era viable cultivar diversos productos en condiciones extremas utilizando las tecnologías renovables, que permitían el control de la temperatura y la humedad, así como las propiedades del suelo. El estudio identifica los desafíos y propone mejoras, destacando el potencial para aumentar la producción agrícola y garantizar la seguridad alimentaria.

Los proyectos anteriormente mencionados, tienen en común la automatización en los procesos de cultivos de bajo costo, pero cada uno tiene un factor diferencial, de los cuales se toman elementos para crear un complemento y así crear un sistema más completo. De cada uno de estos proyectos, se toman fortalezas y falencias para complementarlas, mejorarlas y así implementarlas según sea la necesidad del usuario.

Se entiende que no todos los usuarios tienen las mismas problemáticas y tampoco necesitan las mismas soluciones. Conociendo este tipo de proyectos, se observa que cada solución tiene un grado de complejidad distinto en su desarrollo y aplicación que se observan en cada adaptación que se realice, ya sea en software o hardware. Dar una solución adaptable, sencilla, económica es la finalidad.

6.2. Marco conceptual

Invernadero: Se entiende por invernadero un lugar cerrado, estático y accesible a pie, dotado habitualmente de una cubierta exterior translúcida de vidrio o de plástico, dentro del cual se puede obtener un microclima mediante el control de la temperatura, de la humedad y de otros factores ambientales, además.

Huerta: Se denomina huerta al espacio específicamente diseñado para el cultivo de vegetales, hierbas y hortalizas de variado tipo.

Cambio climático: Se denomina cambio climático a la variación global del clima de la Tierra debido a causas naturales, pero principalmente a la acción humana, que se traduce en quema de combustibles fósiles, pérdida de bosques y otras actividades producidas en el ámbito industrial, agrícola y transporte, entre otros.

Población: La población es el conjunto de personas o animales de la misma especie que se encuentran en un momento y lugar determinado.

Monitoreo: Es el proceso sistemático de recolectar, analizar y utilizar información para hacer seguimiento al progreso de un programa en pos de la consecución de sus objetivos, y para guiar

Cosecha: En agricultura la cosecha se basa en la recolección de los frutos, semillas u hortalizas de los campos en la época del año en que están maduros.

Automatización: Consiste en usar la tecnología para realizar tareas casi sin necesidad de las personas. Se puede implementar en cualquier sector en el que se lleven a cabo tareas repetitivas.

Ambiente: Es el conjunto de factores externos (atmosféricos, climáticos, hidrológicos, geológicos y biológicos) que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad.

6.3. Marco Ingenieril

Gracias a los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, se ha obtenido un pensamiento divergente y crítico que ha servido para crear nuevas ideas y soluciones, pensando siempre en el bien común.

Incluyendo una amplia experiencia obtenida a través de los años en ámbitos laborales y estudiantiles aplicados con un enfoque social, cultural, ambiental y mucho más se crean pilares muy sólidos para una completa y correcta ejecución de un proceso con el fin de obtener una solución viable y asequible para la población que lo necesite.

De este modo se puede dar cuenta que la población tiene bastantes requerimientos y que con la ayuda de los conocimientos necesarios y gracias a la tecnología, se puede complementar la programación, las bases de datos, el desarrollo web y muchas otras herramientas que ofrece la ingeniería de sistemas con otros campos como en este caso lo es la agricultura.

Termo sensor: Son componentes eléctricos y electrónicos que, en calidad de sensores, permiten medir la temperatura mediante una señal eléctrica determinada. Dicha señal puede enviarse directamente o mediante el cambio de la resistencia. También se denominan sensores de calor.

Sensor de humedad: Es un aparato que permite detectar y controlar el porcentaje de agua del aire o de cualquier material o superficie. Su nombre técnico es higrómetro y resulta un elemento indispensable en meteorología.

Arduino: Es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso.

Software: Son programas, datos o métodos de funcionamiento que, a modo de instrucciones, permiten a los equipos informáticos realizar sus tareas.

Hardware: Se refiere a las partes físicas, tangibles, de un sistema informático, sus componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos.

Modulo SIM900: Es un Shield Gsm Gprs el cual te permite conectar tus proyectos a una red de telefonía celular para enviar y recibir mensajes de texto (SMS), llamadas y conexión a internet vía GPRS.

Sistema de control: Es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, ordenar, dirigir o regular el comportamiento de otro sistema, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados.

Java: Java es un lenguaje de programación ampliamente utilizado para codificar web. Ha sido una opción muy popular entre los desarrolladores durante varias décadas, con millones de aplicaciones Java en uso en la actualidad. Es un lenguaje multiplataforma,

orientado a objetos y centrado en la red que se puede utilizar como una plataforma en si mismo. Un lenguaje de programación, rápido, seguro y fiable para codificar.

CAPÍTULO 3

7. METODOLOGÍA

Se plantea usar una metodología tradicional específicamente el modelo de cascada, debido a que se puede emplear un flujo secuencial y estructurado permitiendo una planificación detallada desde el inicio del proyecto. De tal forma que, permita cumplir con los objetivos que se tengan establecidos en cada fase del proyecto asegurando que se complete antes de pasar al siguiente, además, que esta metodología se divide en fases claras: análisis de los requisitos, diseño, implantación, pruebas y entrega, lo que permite una gestión óptima del tiempo y los recursos especialmente en un contexto donde los plazos son ajustados y los recursos limitados.

Con el fin de que al finalizar el desarrollo del proyecto se pueda garantizar la entrega de un prototipo completamente funcional, sin distracciones por cambios frecuentes en los requisitos que suelen suceder en el transcurso de cada proyecto o simplemente la necesidad de adaptaciones continuas este enfoque resulta ofrecer la mejor solución.

La primera etapa se centra en el análisis de requisitos, en la cual se identifican y documentan las necesidades del proyecto.

La segunda etapa se realiza el diseño del sistema basándose en los requisitos identificados. Se planifica la arquitectura y se decide las tecnologías y los componentes a utilizar.

La tercera etapa de implementación, se construye el sistema implementando del diseño establecido.

La cuarta etapa se realizan las pruebas en las que se verifica que el sistema cumpla los requisitos establecidos y funcione de forma correcta y sin ningún tipo de error.

La quinta fase se realiza el despliegue del sistema y se pone en completo funcionamiento.

La última fase se brinda mantenimiento y soporte continuo para garantizar que todo funcione satisfactoriamente.

Así se puede generar una mejor relación tiempo-costos-beneficio; que pretenda dar solución al objetivo propuesto en el desarrollo de un sistema de control y monitoreo de huertos e invernaderos de bajo costo para la población en el municipio de Chía (Cundinamarca).

Figura 1

Fases de la metodología cascada



Nota. Fases de la metodología del modelo cascada para la elaboración del proyecto.

7.1.1. Planeación

Historias de usuario: El cliente describe los requerimientos que el software debe contener

Tabla 1

Historias de usuario

Número de		
historia	HISTORIA DE USUARIO	TAREAS
1	Inicio de sesión del usuario al sistema	2
2	Formulario de registro de sesión	2
3	Formulario de recuperación de contraseña	2
4	Menú “Mi cuenta”	2
5	Menú “Plantas” para usuario	5
6	Menú “Jardines” para usuario	5

Nota. Las características que debe cumplir el proyecto.

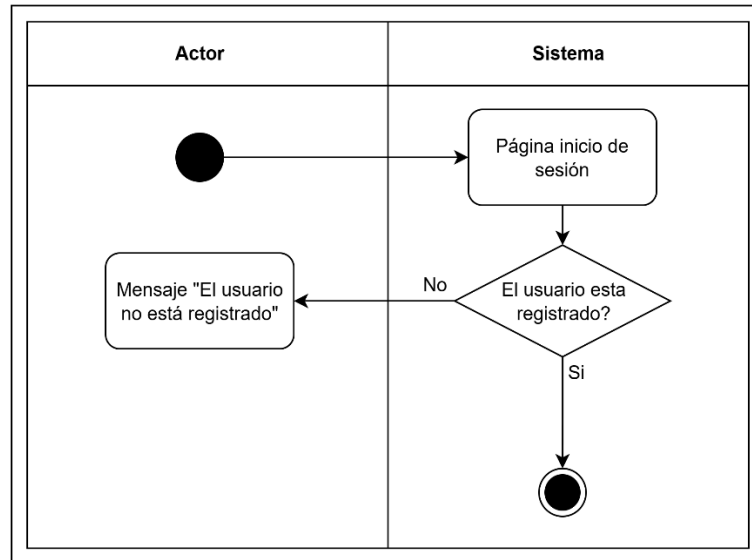
8. DESARROLLO DEL PROYECTO

8.1. Modelo de requisitos

8.1.1. Diagrama de flujo general del sistema

Figura 2

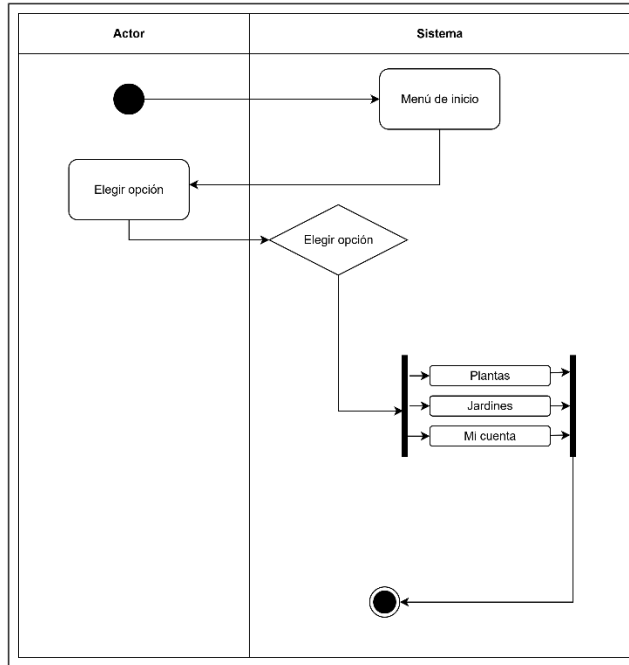
Proceso ingresar a la aplicación



Nota. Diagrama de flujo que representa la interacción entre un usuario y el sistema para iniciar sesión en la aplicación.

Figura 3

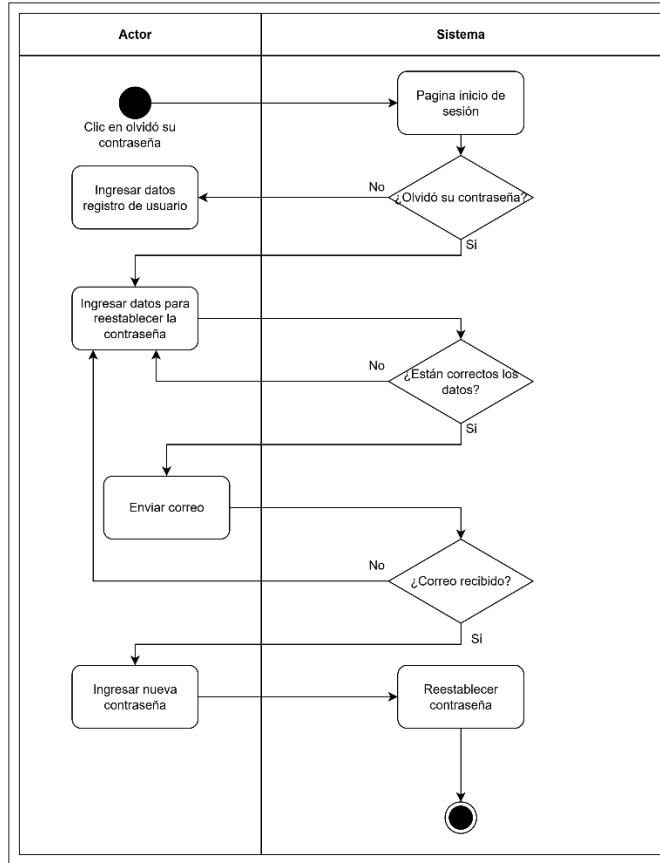
Proceso después de haber ingresado a la aplicación



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema después de iniciar sesión, evidenciando el menú de opciones disponibles para el usuario.

Figura 4

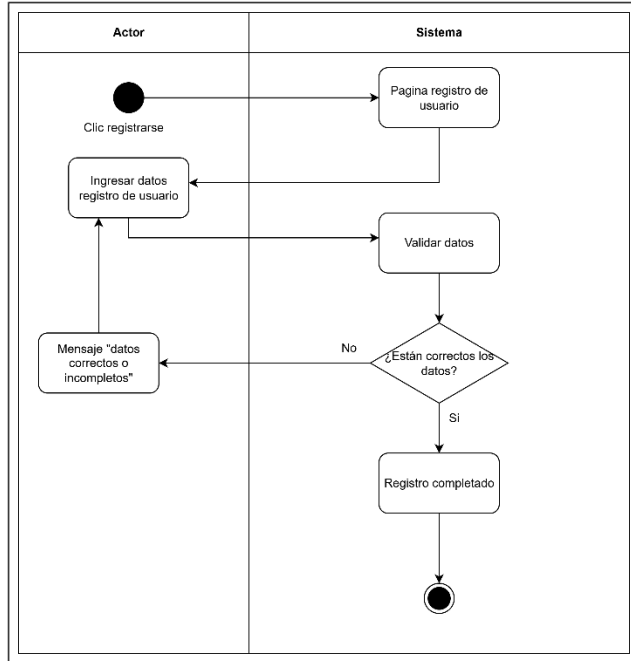
Proceso olvidó su contraseña



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario no recuerda su contraseña incluyendo la verificación de errores.

Figura 5

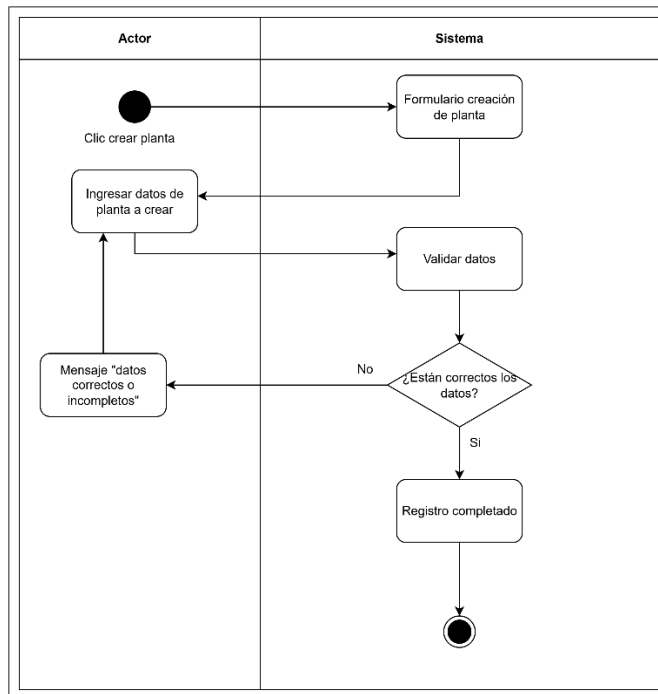
Proceso registrar usuario



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea registrarse en el sistema incluyendo la verificación de errores.

Figura 6

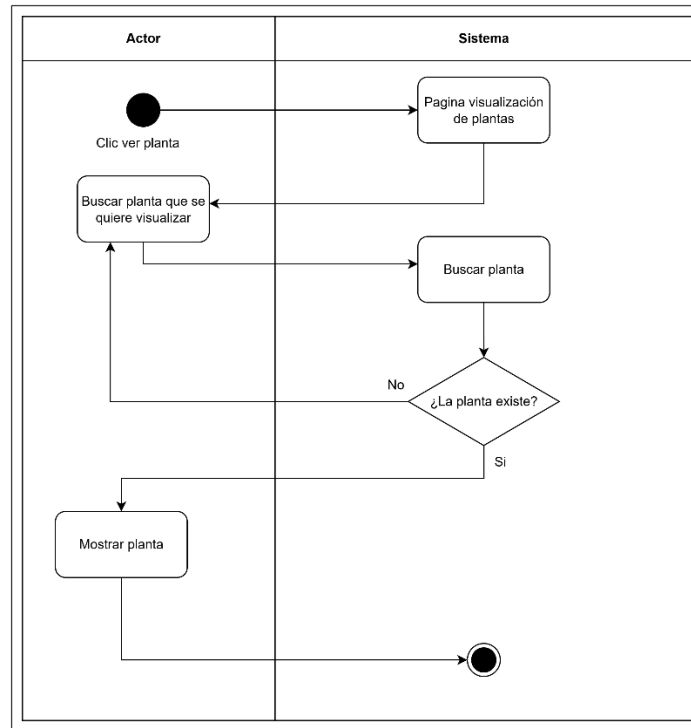
Proceso crear planta



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea crear una planta incluyendo la verificación de errores.

Figura 7

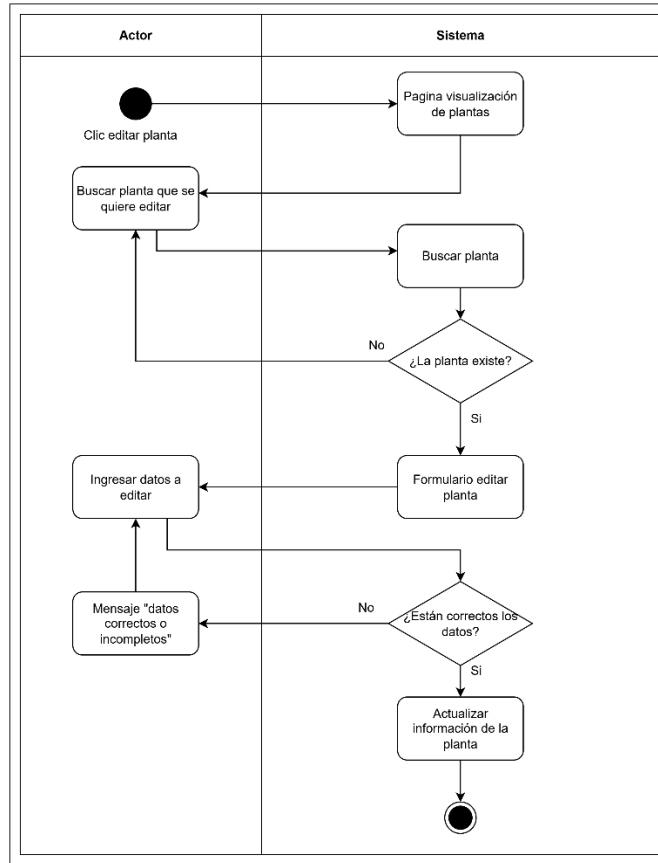
Proceso buscar planta



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea consultar una planta incluyendo la verificación de la existencia de esta.

Figura 8

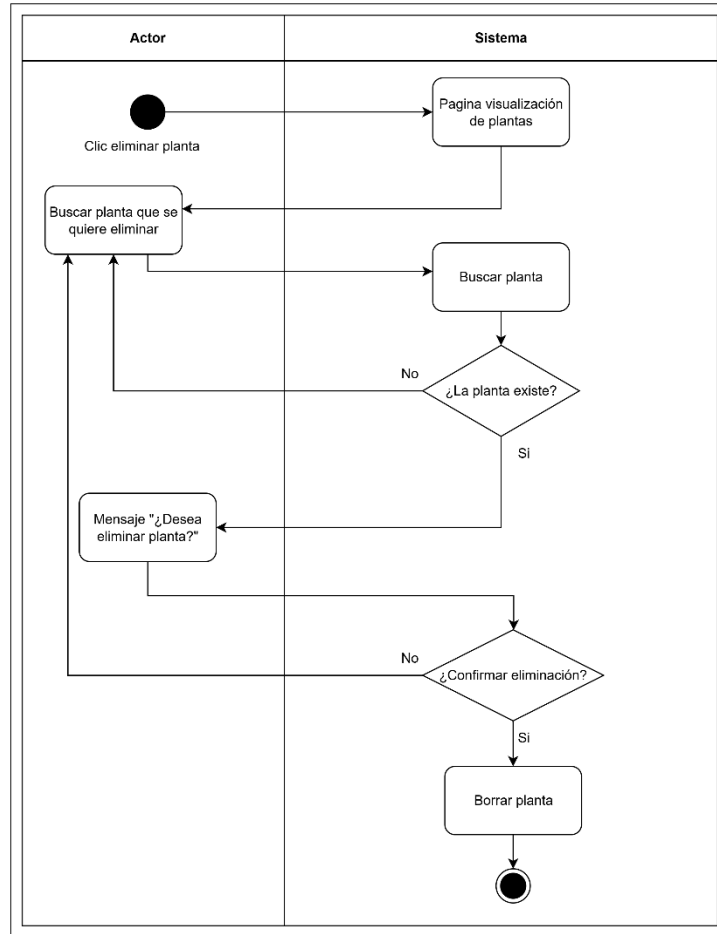
Proceso editar planta



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea editar una planta incluyendo la verificación de la existencia de esta y actualizando la información.

Figura 9

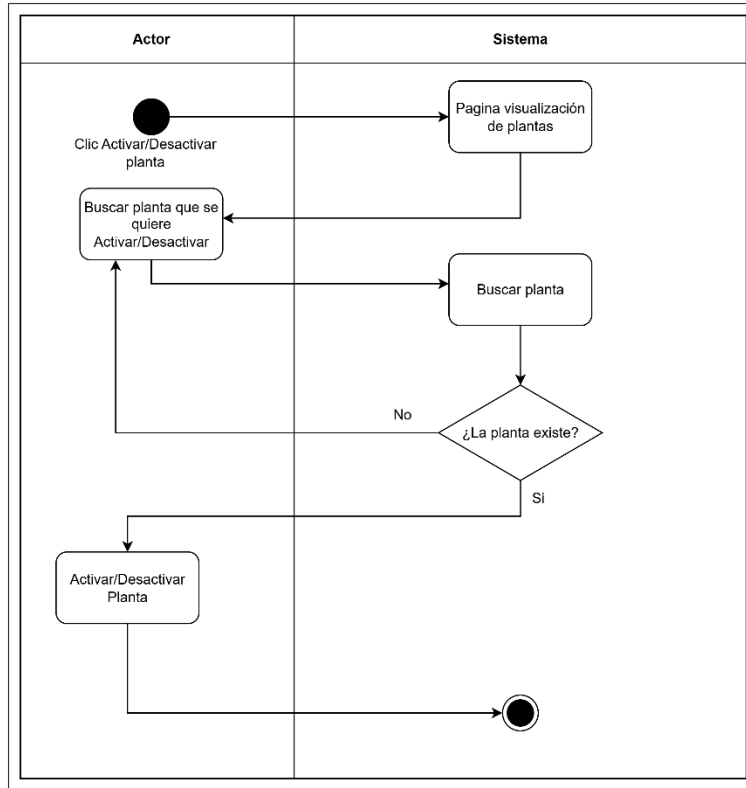
Proceso eliminar planta



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea eliminar una planta incluyendo la verificación de la existencia de esta y eliminando la información de la planta.

Figura 10

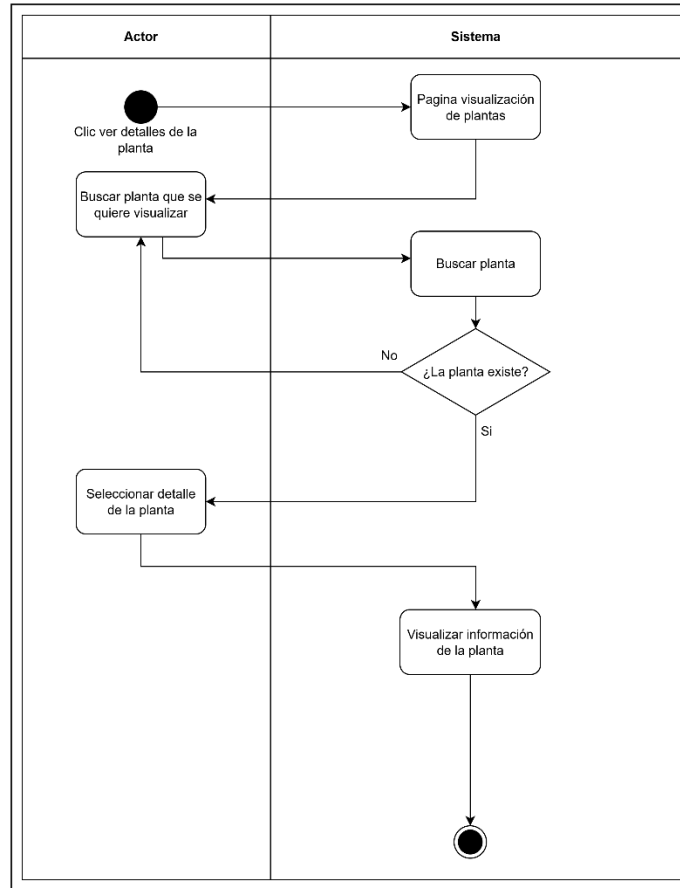
Proceso Activar/Desactivar planta



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea activar o desactivar una planta incluyendo la verificación de la existencia de esta y activando o desactivando la planta.

Figura 11

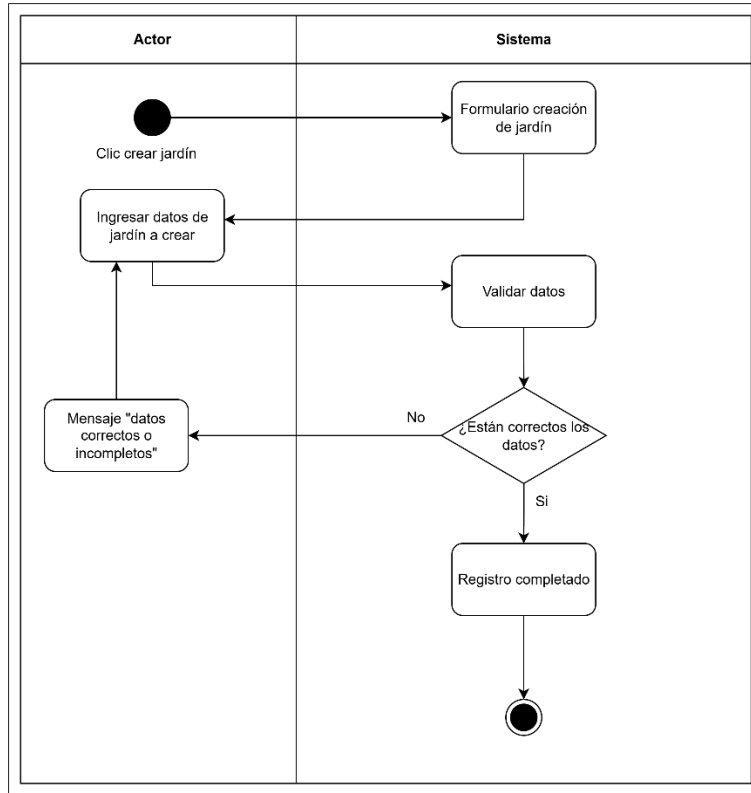
Proceso ver detalles de la planta



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea ver los detalles de una planta incluyendo la verificación de la existencia de esta y mostrando la información de la planta.

Figura 12

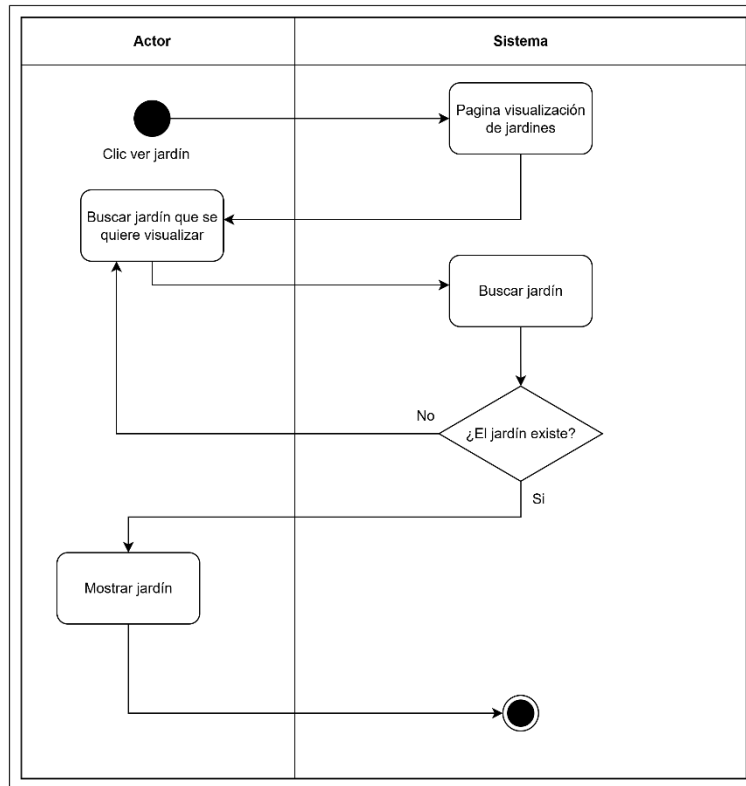
Proceso para crear jardín



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea crear un jardín incluyendo la verificación de errores.

Figura 13

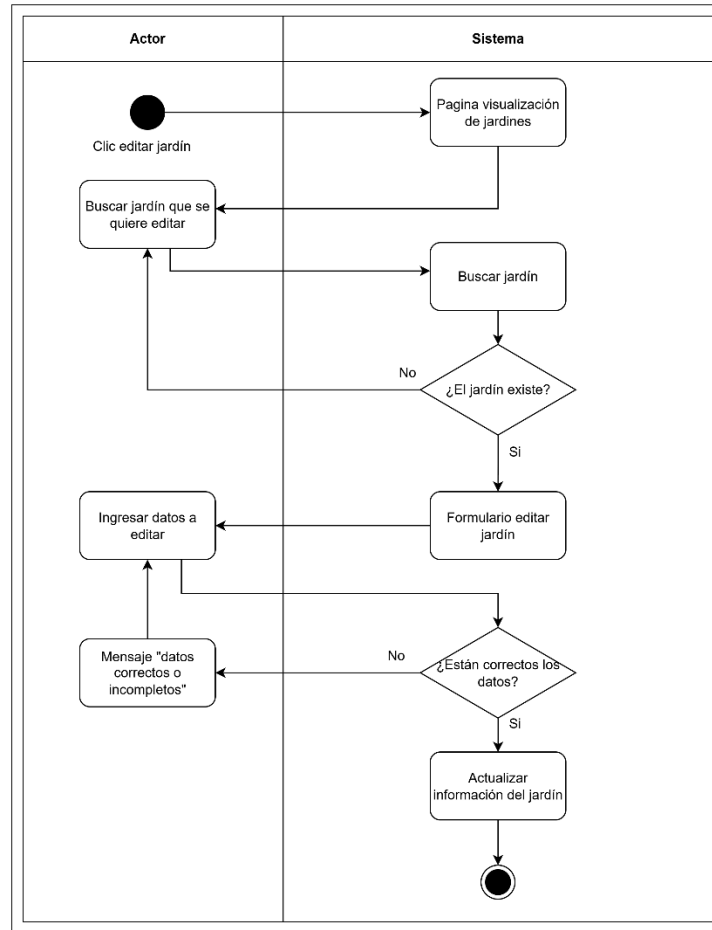
Proceso para buscar jardín



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea consultar un jardín incluyendo la verificación de la existencia de este.

Figura 14

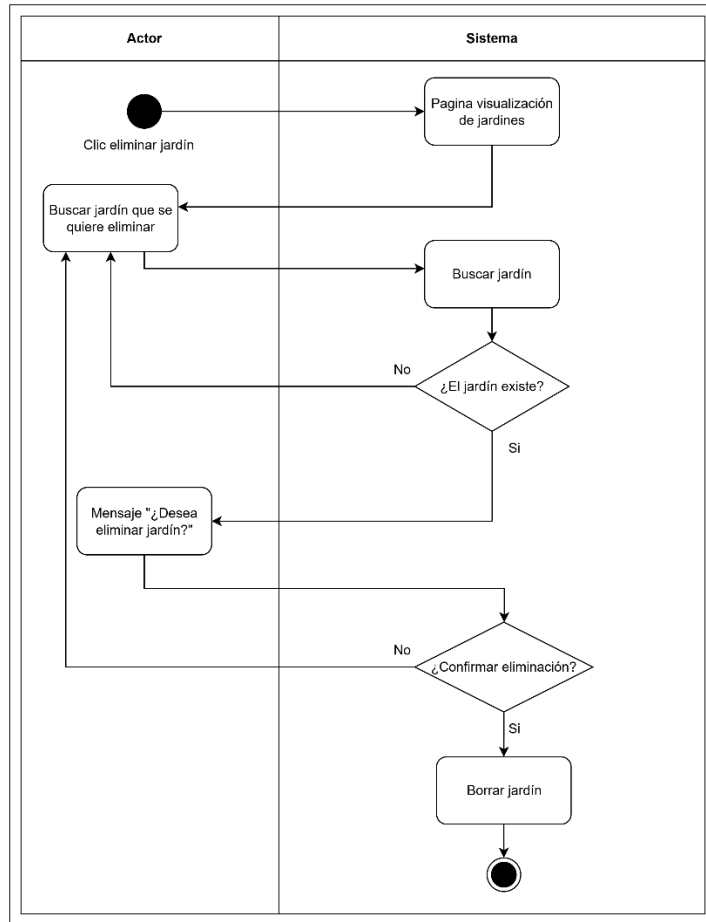
Proceso para editar jardín



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea editar un jardín incluyendo la verificación de la existencia de este y actualizando la información.

Figura 15

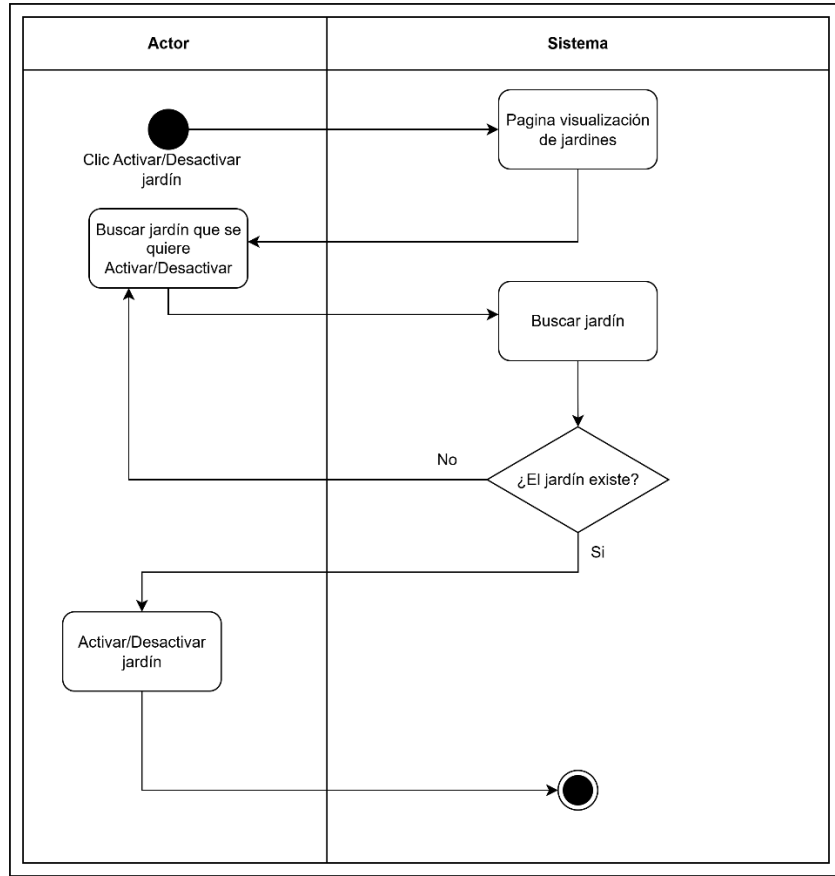
Proceso para eliminar jardín



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea eliminar un jardín incluyendo la verificación de la existencia de este y eliminando la información del jardín.

Figura 16

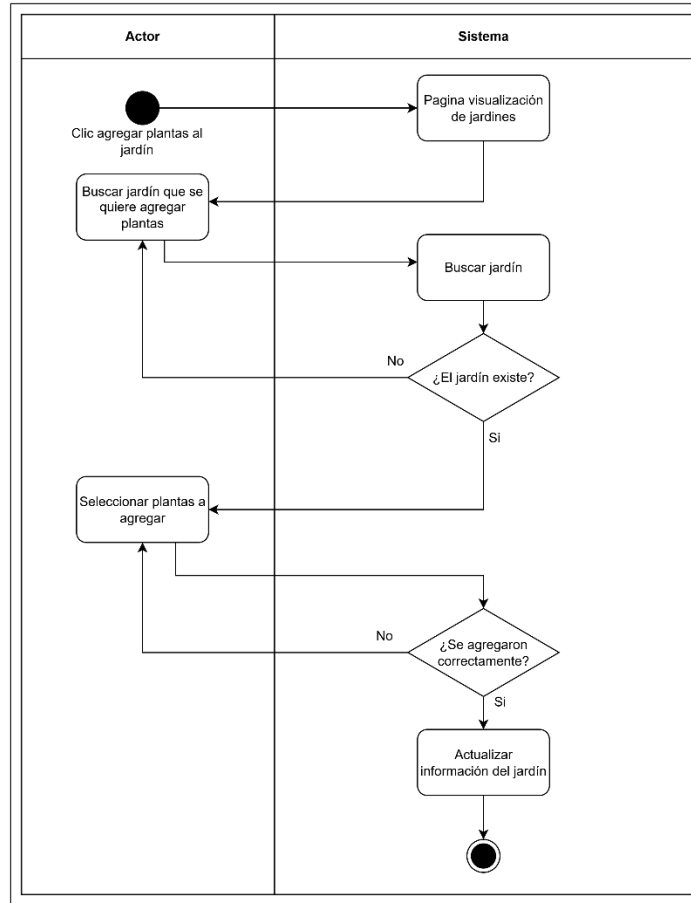
Proceso para Activar/Desactivar jardín



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea activar o desactivar un jardín incluyendo la verificación de la existencia de este y activando o desactivando el jardín.

Figura 17

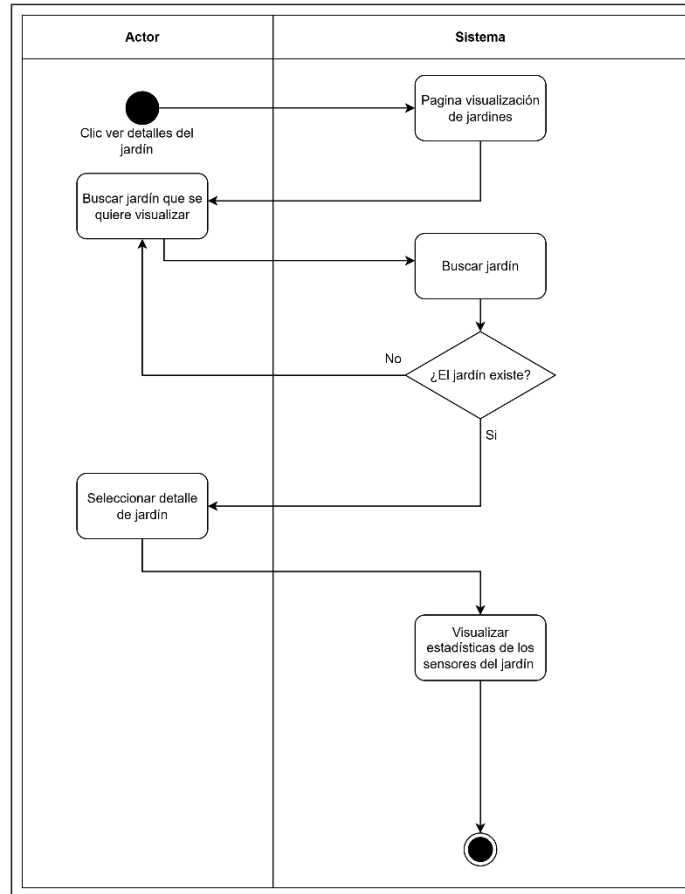
Proceso para agregar plantas al jardín



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea agregar plantas a un jardín, incluyendo la verificación de la existencia de este y actualizando la información del jardín.

Figura 17

Proceso para agregar plantas al jardín



Nota. Diagrama de flujo que muestra la interacción entre el usuario y el sistema cuando el usuario desea ver los detalles de un jardín incluyendo la verificación de la existencia de este y mostrando la información de las estadísticas de los sensores del jardín.

8.2. Desarrollo de la Metodología

En esta fase se debe realizar un estudio sobre las plantas que se desean cultivar, el terreno, la temperatura, el agua, las plagas entre otros factores, ya que se debe tener en cuenta el conjunto de riesgos que puede presentar el proyecto, realizar un parámetro del tiempo de cada proceso desde la solicitud del servicio, pasando por la investigación, pruebas de software y hardware, aprobación de los sistemas, implementación y finalmente recolección de los resultados. Estos pueden sufrir desviaciones que son necesarias para la recolección de la información, ya que se está presentando atención a las características que pueden ser utilizadas por el cliente al final de la iteración.

Iteración 1: Recopilar información sobre las principales problemáticas que sufren los cultivos y los parámetros que van a evaluar los sensores en los huertos caseros. Para este punto se establece un tiempo estimado de 2 a 4 semanas que pueden variar según la información recopilada.

Iteración 2: Desarrollar un sistema con una base de datos que contenga la información sobre las plantas y sus cuidados. Se debe tener en cuenta la información recopilada desde la iteración 1 y constantemente en el desarrollo del proyecto, ya que está es la que va a generar la base de datos que va a contener toda la información necesaria del proyecto. El tiempo estimado depende específicamente de la iteración número uno.

Iteración 3: Desarrollar un software para visualizar los datos obtenidos de los sensores y mostrar la información acerca de las plantas de tal manera que pueda ejecutar una acción. Se pretende que con la base de datos obtenida en la iteración número dos se pueda complementar con el desarrollo del software ya que gracias a la información obtenida de se podrá llegar a la ejecución de las acciones requeridas.

Esta fase es donde se centra la mayor parte del desarrollo manteniendo un componente cíclico, se necesita establecer que las iteraciones fueron examinadas varias veces por parte del desarrollador y el cliente. Se tiene en cuenta la información suministrada por el cliente, los datos estadísticos recolectados anteriormente para así dar una respuesta final de lo que se espera en el desarrollo final del proyecto.

Esta fase consiste en capturar la información que se ha aprendido tanto positiva como negativa, desde dos puntos de vista.

Calidad del producto desde el punto de vista del cliente: el cliente es la persona que tiene la última palabra por lo cual su opinión respecto al proyecto es la definitiva, con lo cual se puede realizar una evaluación del sistema de control y monitoreo de huertos e invernaderos de bajo costo para la población de la vereda Fagua en el municipio de Chía.

Calidad del producto desde el punto del desarrollador: Se pretende realizar una evaluación desde un punto de vista técnico conforme al desarrollo de la aplicación, teniendo en cuenta que se cumplan el objetivo general y los objetivos específicos que se plantearon al inicio del proyecto.

8.3. Diseño del sistema

El sistema de gestión para huertos está diseñado bajo una arquitectura distribuida entre cliente y servidor, que permite integrar los componentes como hardware (sensores y microcontroladores), y software (backend, base de datos, frontend web) comunicándose mediante el protocolo MQTT y servicios web RESTful.

8.3.1. Capa de dispositivos

Esta compuesta por un microcontrolador Arduino ESP32 con el que se conectan diversos sensores como:

Sensores de temperatura y humedad
Sensor humedad del suelo

8.3.2. Capa de comunicación (Broker MQTT)

Se utiliza un servidor MQTT Mosquitto que cumple la función de como intermediario entre los dispositivos físicos y el backend.

El broker recibe los datos que envía el Arduino a un topic determinado, reenvía esos datos al backend, que actúa como el cliente suscriptor, pero también permitiendo él envío de mensajes desde el back hacia el Arduino, utilizando topics de control el cual permite activar sistemas de riego.

8.3.3. Capa de servidor (Backend)

Esta desarrollado en JavaScript y cumple la función de conectarse al broker MQTT como suscriptor recibiendo los datos publicados por el Arduino, procesa y almacena la información en la base de datos MongoDB. Expone las APIs de tipo RESTful que permiten al frontend acceder a los datos para realizar operaciones CRUD. También implementa los mecanismos de autorización y autenticación (JWT) para la seguridad de los usuarios.

El backend sirve como puente entre el hardware y el software que permite la visualización de la información persistente y el flujo de datos en tiempo real.

8.3.4. Capa de datos (Base de datos MongoDB)

La información recolectada por los sensores se almacena en una base de datos no relacional MongoDB, la cual documentos en formatos JSON

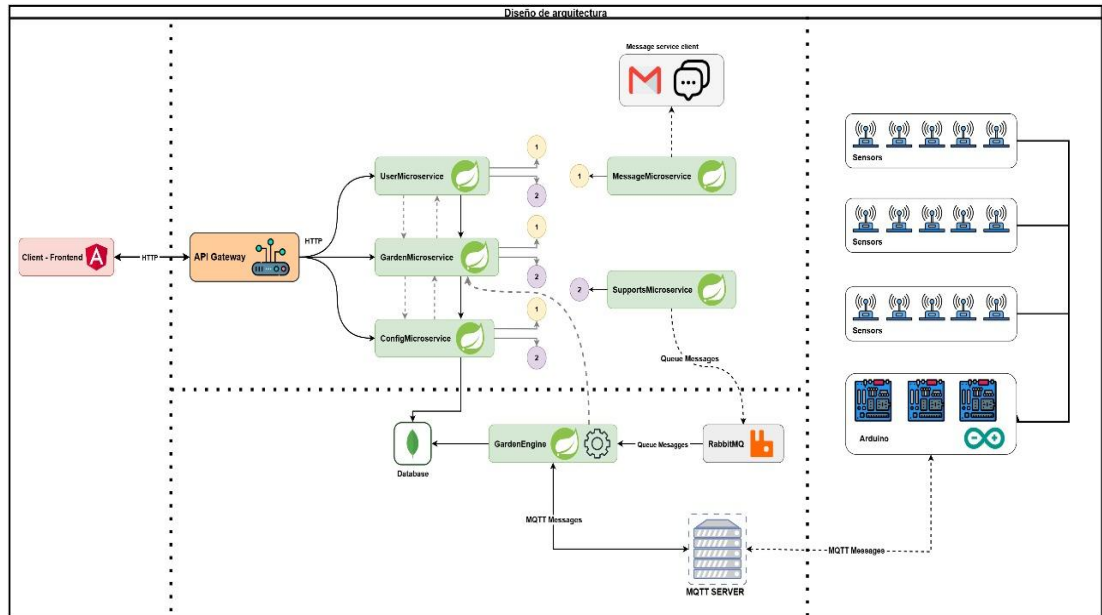
Se decide implementar esta base de datos debido a su flexibilidad para almacenar estructuras dinámicas, esto facilita la escalabilidad del sistema permitiendo agregar nuevos sensores o dispositivos sin la necesidad de modificar la estructura de la base de datos.

8.3.5. Capa de presentación (Frontend)

El desarrollo de esta interfaz gráfica fue realizado en Angular utilizando Visual Studio Code como entorno de desarrollo. Permite a los usuarios visualizar los datos recolectados por los sensores en forma de estadísticas y gráficos.

Figura 18

Diseño de arquitectura del sistema



8.4. Costo del proyecto

Para calcular los gastos de este proyecto se debe hacer una lista de acciones y tareas, realizar una estimación temporal, tener en cuenta los costes laborales internos y la mano de obra externa, se debe investigar sobre los materiales para el proyecto y estar en constante monitoreo sobre el consumo del presupuesto.

Estos gastos son aproximados ya que pueden presentar cambios durante el desarrollo de la investigación, serán costeados con el presupuesto de la investigación.

Importante de mencionar que es un sistema de bajo costo.

Tabla 1

Recurso	Costo mensual (Cm)	Número de meses	Costo total
---------	--------------------	-----------------	-------------

Papelería	\$10.000	4	\$40.000
Transporte	\$30.000	4	\$120.000
Internet	\$60.000	4	\$240.000
Textos	\$20.000	2	\$40.000
Software	\$100.000	1	\$100.000
Hardware	\$500.000	1	\$500.000
Asesoría			
Imprevistos	\$20.000	4	\$80.000
Otros	\$20.000	4	\$80.000
Total	\$750.000		\$1.200.000

Computador Portátil Toshiba Satélite S955 Core I5 8gb Ram 1tb Ssd: Este computador contiene todos los requisitos que necesitamos para poder usar los softwares que se requieren para el desarrollo del proyecto.

Módulo Wifi ESP32 Para Arduino Y Pic: es un chip altamente integrado, Ofrece una solución de red Wi-Fi completa e independiente, lo que le permite albergar la aplicación o descargar todas las funciones de red Wi-Fi de otro procesador de aplicaciones.

Sensor De Humedad Y Temperatura Dht11: Sensor de temperatura y humedad del aire permite obtener datos previos y posteriores del clima del área.

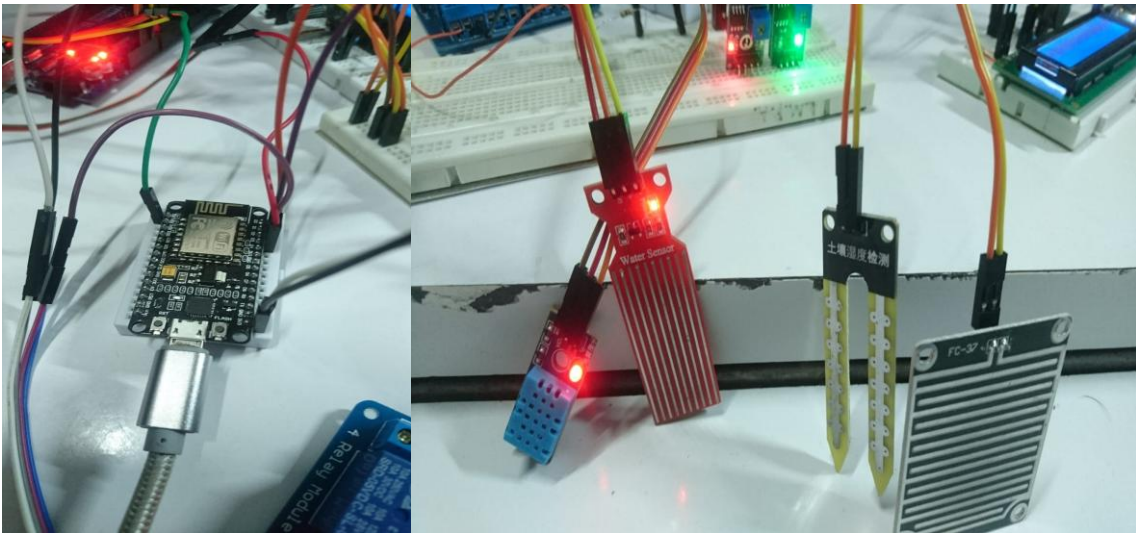
Higrómetro Sensor De Humedad Del Suelo Arduino Modulo HI-69: permite medir la humedad de la tierra a través de este podremos ver los datos del porcentaje de humedad sus valores máximos mínimos y de esta manera según los rangos determinar el tipo de alerta que tenemos.

NetBeans IDE 8.2 RC Java: Programa de entorno de desarrollo libre hecho principalmente para el lenguaje de programación Java.

Visual Studio Code: es un editor de texto plano desarrollado por Microsoft totalmente gratuito y de código abierto para ofrecer a los usuarios una herramienta de programación avanzada como alternativa al Bloc de Notas.

9. TESTER

Se conectan los sensores y los conectores al módulo Wifi ESP32



Estos datos son recopilados mediante el broker y procesados por el backend el cual los almacena en la base de datos.

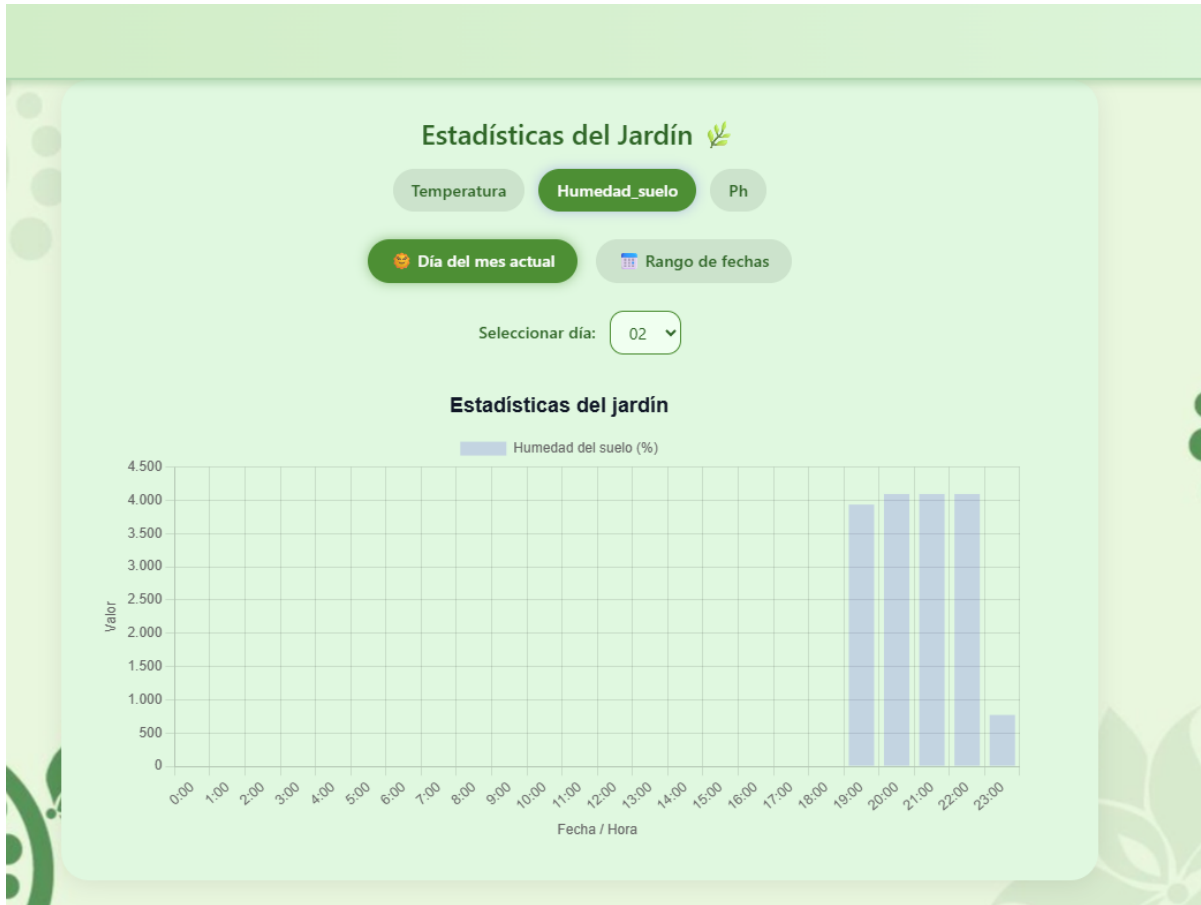
```
_id: "6d164488-edbc-42c1-8474-b524ca1e80f4"
gardenCode: "J001"
statistics: Array (3)
  0: Object
    type: "humedad_suelo"
    avg: 3298.3
    min: 110
    max: 4095
    count: 10
  1: Object
    type: "ph"
    avg: 6.8
    min: 6.8
    max: 6.8
    count: 10
  2: Object
    type: "temperatura"
    avg: 40.510000000000005
    min: 40
    max: 40.8
    count: 10
version: "9ab8963a-6bac-4204-87e9-e5f0a4e1705c"
createdAt: 2025-11-02T19:35:01.134+00:00
updatedAt: 2025-11-02T19:35:01.134+00:00
status: "ACTIVE"
deleted: false
_class: "org.course.gardenappgardenengine.domain.models.entity.sensors.GardenSt_"
```

Posterior mente el frontend se encarga de mostrarlos visualmente para el usuario.



De forma estadística se pueden mostrar los datos recolectados con el promedio de cada hora.





También se puede filtrar para mostrar el promedio del día por un rango de fechas.



10. CONCLUSIONES

Poder resolver las principales problemáticas que sufren los cultivos con los parámetros que van a evaluar los sensores desarrollando un sistema con una base de datos que contenga la información sobre las plantas y sus cuidados.

Poder desarrollar una aplicación para visualizar los datos obtenidos de los sensores y mostrar la información acerca de las plantas de tal manera que se pueda ejecutar una acción realizando una evaluación al sistema con pruebas que nos arrojen resultados acerca de su funcionamiento, transmisión, recepción de datos, precisión y calidad de las señales enviadas y recibidas, pudiendo actualizar la información que se vaya obteniendo mediante actualizaciones que se le realizaran al programa, dándole al usuario mayores soluciones a los problemas que se puedan ir presentando, haciendo que se sienta conforme con el programa que se desarrolló.

Se logra la correcta integración de los sensores con el Arduino, que permite la captura y envío de datos ambientales como humedad y temperatura. La comunicación entre estos y el sistema central se logra gracias a la utilización del protocolo MQTT, garantizando una

transmisión de datos ligera, confiable, eficiente y escalable. Las pruebas demuestran que los sensores responden adecuadamente a las condiciones ambientales, cumpliendo con el objetivo de obtener los datos precisos para el monitoreo continuo.

Se elaboraron dos manuales, uno técnico y otro funcional para el usuario, que detallan de manera intuitiva la arquitectura la instalación, configuración y posterior uso del sistema. Estos documentos sirven de guía para el mantenimiento, referencia técnica y material para una futura capacitación de los usuarios o desarrolladores que deseen adaptar o ampliar las funcionalidades del sistema.

Se realizan diversas pruebas del funcionamiento del sistema que permiten comprobar de forma correcta la comunicación entre los dispositivos, el correcto almacenamiento de los datos y la visualización de la información en la web.

11. RECOMENDACIONES

Área de uso: se recomienda usar el sistema en áreas pequeñas no mayores a 1 metro cuadrado ya que la infraestructura no está ajustada para recopilar datos en áreas mayores.

Registro de plantas nuevas: se recomienda realizar una investigación previa o tener información de fuentes verificadas para el correcto desarrollo, cuidado y mantenimiento de las plantas.

Plantas registradas: una vez registrado un elemento se recomienda NO manipular más de 2 veces sus parámetros para tener una correcta medición de estos y mayor exactitud en las estadísticas.

Plantas y jardines fuera de uso: los elementos fuera de uso pueden afectar las estadísticas de las mediciones se recomienda desactivarlos o eliminarlos para un mejor funcionamiento.

Sistemas de alimentación y carga: la fuente de alimentación del sistema está compuesta un sistema de almacenamiento de energía que contiene una celda fotovoltaica por lo cual es importante dejarla en la medida de lo posible expuesta al sol en caso de reducir el nivel de energía se recomienda cargar el sistema por cable usb para asegurar su continuo funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, D., & Solano, A. (n.d.). PROTOTIPO INVERNADERO AUTOMATIZADO INDOOR. Edu.Co. Retrieved May 25, 2022. <https://repositorio.cuc.edu.co/entities/publication/ee3b60db-8c75-4bd3-8124-4732fa572eb7>
- Importante, I. (n.d.). Edu.Co. Retrieved May 25, 2022. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10439/RafaelFerrer-2017.pdf?sequence=1>
- Muñoz Villacis, K. J., & Andrade Cabrera, J. A. (2017). Diseño de un modelo de gestión que permita administrar los recursos disponibles en el invernadero inteligente del iniap localizado en las instalaciones de la espe orientado a la producción de semilla de papa certificada. QUITO/UIDE/2017.
- Pérez Monsalve, J. A. (n.d.). Edu.Co. Retrieved May 25, 2022, from <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/16953/document%20-%202020-06-19T163716.660.pdf?sequence=2>
- Rodriguez, B., & Andres, R. (2020). Invernadero Inteligente, la contribución para el mejoramiento de la calidad de vida en la Guajira Colombiana Junio de 2020. Especialización en Gerencia Integral de Proyectos.
- Rojas Cardona, O., Vaca Lozano, J. Z., & Vaca Lozano, Y. A. (2017). Diseño e implementación de un sistema automatizado para invernadero hidropónico. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13093>
- Vista de IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA UN INVERNADERO. (n.d.). Edu.co. Retrieved May 25, 2022, from <https://revistas.sena.edu.co/index.php/competitividad/article/view/2682/3201>
- Wikipedia contributors. (n.d.). Invernadero. Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Invernadero&oldid=141442809>
- (N.d.-a). Ipn.Mx. Retrieved May 25, 2022, from <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/14050/1/INVERNADERO%20INTELIGENTE.pdf>
- Al-Qudah, R., Almuhajri, M., & Suen, C. Y. (2024). Unveiling the potential of sustainable agriculture: A comprehensive survey on the advancement of AI and sensory data for smart greenhouses. *Computers And Electronics In Agriculture*, 229, 109721. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109721>
- Rahman, H., Shah, U. M., Riaz, S. M., Kifayat, K., Moqurrab, S. A., & Yoo, J. (2024). Digital twin framework for smart greenhouse management using next-gen mobile networks and machine learning. *Future Generation Computer Systems*, 156, 285-300. <https://doi.org/10.1016/j.future.2024.03.023>
- Dorji, G., Tenzin, N., & Lhendup, T. (2024b). Optimizing winter climate control in high-altitude smart greenhouse through renewable energy integration. *Smart Agricultural Technology*, 7, 100424. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100424>
- (N.d.-b). Researchgate.Net. Retrieved May 25, 2022, from https://www.researchgate.net/profile/Arturo-Molina/publication/264045356_Invernadero_Inteligente_basado_en_un_Enfoque_Sustentable_para_la_Agricultura_Mexicana/links/555bcac108ae8f66f3ad7e85/Invernadero-Inteligente-basado-en-un-Enfoque-Sustentable-para-la-Agricultura-Mexicana.pdf
- Vista de Un invernadero inteligente para optimizar los cultivos. (n.d.). Edu.co. Retrieved May 26, 2022, from <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/5755/4513>

Pipedrive. (2025, 5 mayo). *¿Qué es la metodología de cascada en la gestión de proyectos?* Pipedrive. <https://www.pipedrive.com/es/blog/metodologia-de-cascada>

Free public MQTT broker. (s/f). Hivemq.com. Recuperado el 9 de noviembre de 2025, de <https://www.hivemq.com/mqtt/public-mqtt-broker/>

Mosquitto MQTT broker: Pros/cons, tutorial, and alternative. (s/f). Wwww.emqx.com. Recuperado el 9 de noviembre de 2025, de <https://www.emqx.com/en/blog/mosquitto-mqtt-broker-pros-cons-tutorial-and-modern-alternatives>

Fernandez, O. (2020, septiembre 21). *Introducción a MQTT y Mosquitto.* Aprender BIG DATA; AprenderBigData. <https://aprenderbigdata.com/mqtt-mosquitto/>

Amerman, S. (2024, octubre 2). *Las 4 razones principales para usar MongoDB 8.0.* MongoDB. <https://www.mongodb.com/blog/post/top-4-reasons-to-use-mongodb-8-0-la>

ANEXOS

Anexo A: Casos de Uso

Anexo B: Manual Funcional

Anexo C: Manual Técnico