

CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO Y ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES
MEDIANTE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE PARA ESTABLECER MODELOS
MATEMÁTICOS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD.

ANDRES FELIPE PORRAS GARZON

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACATATIVÁ

INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

OCTUBRE – 2024

CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO Y ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES
MEDIANTE HERRAMIENTAS DE SOFTWARE PARA ESTABLECER MODELOS
MATEMÁTICOS PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD.

ANDRES FELIPE PORRAS GARZON

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACATATIVÁ

INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

OCTUBRE – 2024

COMPROMISO DE AUTOR

Yo, Andres Felipe Porras Garzon con cédula de identidad No. 1000687581 y con cód. 461220166, estudiante del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cundinamarca, declaro que:

El contenido del presente documento es un reflejo de mi trabajo personal y manifiesto que, ante cualquier notificación de plagio, copia o falta a la fuente original, soy responsable directo legal, económico y administrativo sin afectar al director del trabajo, a la Universidad y a cuantas instituciones han colaborado en dicho trabajo, asumiendo las consecuencias derivadas de tales prácticas.

Firma:

A handwritten signature in purple ink that reads "Andres Porras". The signature is written in a cursive style with a large initial 'A' and a stylized 'P'.

RESUMEN

Los sistemas de producción alimentaria en el sector agrícola, en su gran mayoría presentan datos de producción basados en percepciones humanas y en otros casos registrados en forma manual para la generalidad de las variables, lo cual desencadena en errores de producción y manejo que influyen en el buen desempeño del sistema; por lo tanto, en este trabajo se propone la estimación de modelos matemáticos basados en software inteligente como herramienta de estimación y registro de variables críticas en un proceso de producción acuapónica (cultivo de lechugas) para gestionar y mejorar la toma de decisiones frente a los resultados del proceso y la precisión de dichas medidas; se llevará a cabo una metodología de investigación mixta, donde se contemplarán fases que inician con el análisis del estado del arte

y levantamiento de requerimientos, seguidamente, se considera el diseño del sistema de registro, medición, trazabilidad y control, luego, se generarán modelos matemáticos de crecimiento, asimilación y comparativos de las variedades mediante correlaciones de los datos obtenidos, simultáneamente se desarrolla el software considerando algunos aspectos de la metodología ágil scrum, después, se realiza la implementación de los modelos matemáticos, finalmente, se integrarán las mediciones en tiempo real con el desarrollo de software para validar el modelo matemático y se realiza la puesta en marcha del sistema de estimación y se realiza un análisis comparativo y basado en conceptos de expertos.

PALABRAS CLAVES

Modelación Matemática, Lechugas, Acuaponía, Software, Inteligencia Artificial.

ABSTRACT

Food production systems in the agricultural sector largely rely on production data based on human perceptions and, in some cases, manual recording for most variables. This leads to production and management errors that impact the system's performance. Therefore, this paper proposes the estimation of mathematical models based on intelligent software as a tool for estimating and recording critical variables in an aquaponic production process (lettuce cultivation) to manage and improve decision-making regarding process outcomes and measurement accuracy. A mixed research methodology will be employed, starting with a review of the state of the art and requirement gathering. This will be followed by designing a system for recording, measurement, traceability, and control. Mathematical models for growth, assimilation, and variety comparisons will be generated using data correlations. Simultaneously, software development will incorporate aspects of the agile Scrum methodology. The implementation of mathematical models will follow, and real-time measurements will be integrated with the software development to validate the mathematical model. The system will then be launched, and a comparative analysis based on expert concepts will be conducted.

KEYWORDS

Mathematical Modeling, Lettuce, Aquaponics, Software, Artificial Intelligence.

Contenido

COMPROMISO DE AUTOR	3
RESUMEN	3
PALABRAS CLAVES	4
ABSTRACT	5
KEYWORDS	5
1. INFORME DE INVESTIGACIÓN	15
1.2 INTRODUCCIÓN	15
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.4 JUSTIFICACIÓN	18
1.5 OBJETIVOS.....	21
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
1.6 ALCANCE.....	21
1.6.1 OBJETIVO DEL PROYECTO.....	21
1.6.2 COMPONENTES DEL PROYECTO.....	22
1.7 ENFOQUE	22
1.8 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS	23
1.9 LIMITACIONES	23
1.9.1 DATOS Y MODELOS.....	23
1.9.2 TECNOLOGÍA Y IMPLEMENTACIÓN.....	23
1.9.3 ESCALABILIDAD Y ADAPTABILIDAD	23
1.9.4 Validación y Evaluación.....	24
1.9.5 RECURSOS Y TIEMPO.....	24
1.10 ESTADO DEL ARTE	24
1.11 METODOLOGÍA	30
1.11.1 PASO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROTOTIPO DEL MODELO MATEMÁTICO	31
1.11.2 PASO 2: SIEMBRA.....	32
1.11.3 PASO 3: MEDICIÓN DE LAS VARIABLES.....	32
1.11.4 PASO 4: ANÁLISIS	33
1.12 MARCO CONCEPTUAL	34
1.12.1 NITRITOS.....	34
1.12.2 NITRATOS	34
1.12.3 FOSFATOS	34

1.12.4 OXÍGENO DISUELTO	35
1.12.5 PH	35
1.12.6 CONDUCTIVIDAD	35
1.12.7 DEMANDA DE OXÍGENO.....	35
1.12.8 DEMANDA QUÍMICA.....	35
1.12.9 REGRESIÓN LOGÍSTICA	36
1.12.10 MODELO.....	36
1.12.11 SENSORES	36
1.13 MARCO TEÓRICO	37
1.13.1 INTRODUCCIÓN A LA AGRICULTURA ACUAPÓNICA.....	37
1.13.2 MODELOS MATEMÁTICOS EN AGRICULTURA	38
1.13.3 INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN AGRICULTURA.....	38
1.13.3 HERRAMIENTAS DE SOFTWARE PARA EL CULTIVO DE PLANTAS	39
1.13.4 METODOLOGÍA ÁGIL SCRUM EN DESARROLLO DE SOFTWARE	39
1.13.5 APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS E IA EN EL CULTIVO DE LECHUGAS	39
1.14 MARCO JURÍDICO	40
1.14.1 REGULACIÓN DE LA AGRICULTURA Y LA ACUAPONÍA.....	40
1.14.2 REGULACIÓN DE SISTEMAS ACUAPÓNICOS.....	41
1.14.3 PROTECCIÓN DE DATOS Y PRIVACIDAD.....	41
1.14.4 PROPIEDAD INTELECTUAL Y DERECHOS DE AUTOR	41
1.14.5 LICENCIAS DE SOFTWARE	42
1.14.6 REGULACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	42
1.14.7 RESPONSABILIDAD Y SEGURIDAD.....	42
1.14.8 CUMPLIMIENTO NORMATIVO Y CERTIFICACIONES	43
2. PERSPECTIVA DEL SOFTWARE	43
2.1 COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIO	44
2.1.1 INVESTIGADORES AGRONÓMICOS Y USUARIOS	44
2.1.2 ADMINISTRADOR.....	45
2.2 RESTRICCIONES	46
2.2.1 RESTRICCIONES DE TIEMPO	46
2.2.2 RESTRICCIONES DE ALCANCE	46
2.2.3 RESTRICCIONES TECNOLÓGICAS.....	46
2.2.4 RESTRICCIONES DE RECURSOS	47
2.2.5 RESTRICCIONES LEGALES/ÉTICAS	47
3. IMPORTANCIA DEL MODELO EN 3D Y ASPECTOS CLAVES EN EL PROYECTO	47
3.1 ELECTRICIDAD.....	49

3.2 HIDROPONÍA	49
3.3 TANQUES DE PECES.....	51
3.4 LOMBRICULTIVO	53
3.5 TANQUES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS	54
3.6 CANALETA PARA RECICLAR AGUAS LLUVIAS.....	54
3.7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	55
4. ECONOMÍA PARA EL PROYECTO DE CULTIVO ACUAPÓNICO	56
4.1 CREACIÓN DEL SOFTWARE.....	56
4.1.1 COSTOS DE DESARROLLO:	56
4.2 DISTRIBUCIÓN.....	57
4.2.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN:.....	57
4.3 MANTENIMIENTO	57
4.3.1 COSTOS OPERATIVOS:.....	57
4.4 ESPACIO	57
4.4.1 COSTOS DE INFRAESTRUCTURA:	57
4.5 RENTABILIDAD	58
4.5.1 INGRESOS PROYECTADOS:.....	58
4.5.2 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD:.....	58
4.6 SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA.....	59
4.6.1 ASPECTOS CLAVE:	59
4.6.2 ESTRATEGIAS DE SOSTENIBILIDAD:.....	59
4.7 PROPUESTA DE VALOR.....	60
4.8 SEGMENTO DE CLIENTES	61
4.8.1 SEGMENTOS PRIMARIOS	61
4.8.2 SEGMENTOS SECUNDARIOS.....	61
4.9 CANALES DE DISTRIBUCIÓN	61
4.9.1 CANALES PRIMARIOS	61
4.9.2 CANALES SECUNDARIOS.....	62
4.10 RELACIÓN CON EL CLIENTE	62
4.11 ESTRUCTURA DE COSTOS	62
4.11.1 COSTOS CLAVES	62
4.11.2 COSTOS FIJOS Y VARIABLES.....	62
4.12 FUENTES DE INGRESOS	63
4.12.1 PRINCIPALES FUENTES DE INGRESOS	63
4.12.2 OPORTUNIDADES ADICIONALES.....	63
4.13 ESTRATEGIAS DE SOSTENIBILIDAD	63

4.13.1 ASPECTOS CLAVE	63
4.13.2 PLAN DE ACCIÓN	64
5. ENTREVISTAS PARA CONOCER LA OPINIÓN DE LOS USUARIOS DEL SOFTWARE.....	64
5.1 COMPRENSIÓN PROFUNDA DE LA EXPERIENCIA DEL USUARIO.....	64
5.1.1 CAPTURA DE INFORMACIÓN DIRECTA.....	64
5.1.2 IDENTIFICACIÓN DE FORTALEZAS Y DEBILIDADES.....	65
5.2 OPTIMIZACIÓN DEL SOFTWARE BASADA EN RETROALIMENTACIÓN REAL	65
5.2.1 AJUSTES Y MEJORAS	65
5.2.2 INNOVACIÓN CONTINUA.....	65
5.3 CONSTRUCCIÓN DE RELACIONES SÓLIDAS CON LOS USUARIOS	65
5.3.1 COMPROMISO Y SATISFACCIÓN DEL USUARIO	65
5.3.2 RESOLUCIÓN PROACTIVA DE PROBLEMAS.....	66
5.4 ASEGURAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL SOFTWARE	66
5.4.1 VALIDACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS.....	66
5.4.2 EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD.....	66
6. ROL DE MAXQDA EN LA INVESTIGACIÓN.....	67
6.1 GESTIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS CUALITATIVOS	67
6.2 INTEGRACIÓN DE DATOS MULTIFUENTE	67
6.3 ANÁLISIS DE TEXTOS Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA.....	67
6.4 CREACIÓN DE VISUALIZACIONES.....	67
6.5 APOYO EN EL DESARROLLO DE MODELOS MATEMÁTICOS	68
6.6 FACILITA EL PROCESO DE REVISIÓN Y VALIDACIÓN	68
7. MANEJO DE ENTREVISTAS; CREACIÓN DE CAMPOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS	68
7.1 DISEÑO Y APLICACIÓN DE LA ENTREVISTA	69
7.1.1 CREACIÓN DE CAMPOS CUANTITATIVOS:	69
7.1.2 EVIDENCIAS	74
7.1.3 CREACIÓN DE CAMPOS CUALITATIVOS:.....	74
7.2 ANÁLISIS Y UTILIZACIÓN DE LOS DATOS	75
7.3 PALABRAS CLAVE Y TEMAS RECURRENTES	78
7.3.1 SOFTWARE Y FUNCIONALIDAD.....	78
7.3.2 NAVEGAR, LÓGICO, Y DISEÑAR.....	78
7.3.3 SOBRESALIENTE, FANTÁSTICO, Y POSITIVO.....	79
8. DOCUMENTACIÓN DEL SOFTWARE	79
8.1 PLAN DE PROYECTO.....	79
8.2 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS.....	80
8.2.1 INTRODUCCIÓN	80

8.2.2 PROPÓSITO	80
8.2.3 ÁMBITO DEL SISTEMA	81
8.2.4 DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	81
8.2.5 VISIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO	81
8.2.6 DESCRIPCIÓN GENERAL	81
8.2.7 PERSPECTIVA DEL PRODUCTO.....	81
8.2.8 FUNCIONES DEL PRODUCTO.....	82
8.2.9 CARACTERÍSTICAS DE USUARIO	82
8.2.10 RESTRICCIONES.....	82
8.2.11 SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS.....	83
8.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS	83
8.3.1 INTERFAZ DE USUARIO	83
8.3.2 INTERFAZ DE HARDWARE	83
8.3.3 INTERFAZ DE SOFTWARE	83
8.3.4 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES:	83
8.3.5 REQUISITOS DE RENDIMIENTO	87
8.3.6 RESTRICCIONES DE DISEÑO.....	88
8.4 ESPECIFICACIÓN DEL DISEÑO	88
8.4.1 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO.....	88
8.4.2 DIAGRAMAS DE SECUENCIA	104
8.4.3. DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES.....	124
8.4.4 DIAGRAMA DE CLASES	145
9. PRUEBAS	145
9.1 CUESTIOANARIO.PY.....	145
9.1.1 OBJETIVO	145
9.1.2 RESUMEN DE PRUEBAS EJECUTADAS.....	145
9.1.3 DETALLES DE LAS PRUEBAS.....	147
9.2 IA.PY.....	148
9.2.1 PRUEBAS REALIZADAS.....	148
9.2.2 OBSERVACIONES	149
9.3 INICIO.PY.....	150
9.3.1 PRUEBAS REALIZADAS.....	150
9.3.2 OBSERVACIONES	150
10. BIBLIOGRAFÍA	151
11. ANEXOS	154
11.1 MANUAL TÉCNICO.....	154

11.2 MANUAL USUARIO	206
11.3 ARTÍCULOS Y PONENCIAS.....	249
11.4 CERTIFICACIONES PONENCIAS Y ARTÍCULOS	265

Tabla de tablas

Tabla 1 Acrónimos y Abreviaturas	36
Tabla 2 Costos	59
Tabla 3 Definiciones.....	81
Tabla 4 Requerimientos funcionales	83
Tabla 5 Requerimientos no funcionales	86
Tabla 6 Requerimientos de infraestructura.....	87
Tabla 7 Casos de uso RF1	89
Tabla 8 Casos de uso RF2	90
Tabla 9 Casos de uso RF3	91
Tabla 10 Casos de uso RF4	91
Tabla 11 Casos de uso RF5.....	92
Tabla 12 Casos de uso RF6	93
Tabla 13 Casos de uso RF7	94
Tabla 14 Casos de uso RF8	95
Tabla 15 Casos de uso RF9	95
Tabla 16 Casos de uso RF10	96
Tabla 17 Casos de uso RF11.....	97
Tabla 18 Casos de uso RF12	98
Tabla 19 Casos de uso RF13	98
Tabla 20 Casos de uso RF14	99
Tabla 21 Casos de uso RF15	100
Tabla 22 Casos de uso RF16	101
Tabla 23 Casos de uso RF17	102
Tabla 24 Casos de uso RF18	102
Tabla 25 Casos de uso RF19	103
Tabla 26 Casos de uso RF20	104
Tabla 27Secuencia RF1	105
Tabla 28Secuencia RF2.....	106
Tabla 29Secuencia RF3.....	107
Tabla 30Secuencia RF4.....	108
Tabla 31Secuencia RF5.....	109
Tabla 32Secuencia RF6.....	110
Tabla 33Secuencia RF7.....	111
Tabla 34Secuencia RF8.....	112
Tabla 35Secuencia RF9.....	113
Tabla 36Secuencia RF10.....	114
Tabla 37Secuencia RF11	115
Tabla 38Secuencia RF12.....	116
Tabla 39Secuencia RF13.....	117
Tabla 40Secuencia RF14.....	118

Tabla 41	Secuencia RF15	119
Tabla 42	Secuencia RF16	120
Tabla 43	Secuencia RF17	121
Tabla 44	Secuencia RF18	122
Tabla 45	Secuencia RF19	123
Tabla 46	Secuencia RF20	124
Tabla 47	Actividad RF1	125
Tabla 48	Actividad RF2	126
Tabla 49	Actividad RF3	127
Tabla 50	Actividad RF4	128
Tabla 51	Actividad RF5	129
Tabla 52	Actividad RF6	130
Tabla 53	Actividad RF7	131
Tabla 54	Actividad RF8	132
Tabla 55	Actividad RF9	133
Tabla 56	Actividad RF10	134
Tabla 57	Actividad RF11	135
Tabla 58	Actividad RF12	136
Tabla 59	Actividad RF13	137
Tabla 60	Actividad RF14	138
Tabla 61	Actividad RF15	139
Tabla 62	Actividad RF16	140
Tabla 63	Actividad RF17	141
Tabla 64	Actividad RF18	142
Tabla 65	Actividad RF19	143
Tabla 66	Actividad RF20	144
Tabla 67	Pruebas ingreso	145
Tabla 68	Pruebas IA	148
Tabla 69	Pruebas inicio	150

Tabla de imágenes

Ilustración 1	Merodología Pasos	31
Ilustración 2	Siglas CDIO	31
Ilustración 3	Animacion Lestoma	48
Ilustración 4	Render	48
Ilustración 5	Electricidad	49
Ilustración 6	Canales	50
Ilustración 7	Lechuga	50
Ilustración 8	Mockup Lechuga	51
Ilustración 9	Pecera	52
Ilustración 10	Pez	52
Ilustración 11	Mockup pez	53
Ilustración 12	Lombricultivo	53
Ilustración 13	Tanques	54
Ilustración 14	canales	55
Ilustración 15	Ambiente	55
Ilustración 16	Entrevistas	69
Ilustración 17	Evaluación coherencia	70
Ilustración 18	Porcentajes entrevistas	70
Ilustración 19	Grafica Entrevistas	71

Ilustración 20 Facilidad de uso.....	71
Ilustración 21 Grafico facilidad de uso	72
Ilustración 22 Distribución.....	72
Ilustración 23 grafico distribucion	73
Ilustración 24 Sensaciones	73
Ilustración 25 Gráfico sensaciones.....	73
Ilustración 26 Evidencia.....	74
Ilustración 27 Pregunta 3.....	76
Ilustración 28 Pregunta 4.....	76
Ilustración 29 Pregunta 5.....	76
Ilustración 30 Pregunta 6.....	77
Ilustración 31 Pregunta 7.....	77
Ilustración 32 Pregunta 8.....	77
Ilustración 33 Pregunta 9.....	78
Ilustración 34 Nube de palabras	79
Ilustración 35 Trello	80
Ilustración 36 Casos de uso RF1	89
Ilustración 37 Casos de uso RF2	90
Ilustración 38 Casos de uso RF3	90
Ilustración 39 Casos de uso RF4	91
Ilustración 40 Casos de uso RF5	92
Ilustración 41 Casos de uso RF6	93
Ilustración 42 Casos de uso RF7	94
Ilustración 43 Casos de uso RF8	94
Ilustración 44 Casos de uso RF9	95
Ilustración 45 Casos de uso RF10	96
Ilustración 46 Casos de uso RF11	97
Ilustración 47 Casos de uso RF12	97
Ilustración 48 Casos de uso RF13	98
Ilustración 49 Casos de uso RF14	99
Ilustración 50 Casos de uso RF15	100
Ilustración 51 Casos de uso RF16	101
Ilustración 52 Casos de uso RF17	101
Ilustración 53 Casos de uso RF18	102
Ilustración 54 Casos de uso RF19	103
Ilustración 55 Casos de uso RF20	103
Ilustración 56Secuencia RF1	105
Ilustración 57Secuencia RF2.....	106
Ilustración 58Secuencia RF3.....	107
Ilustración 59Secuencia RF4.....	108
Ilustración 60Secuencia RF5.....	109
Ilustración 61Secuencia RF6.....	110
Ilustración 62Secuencia RF7.....	111
Ilustración 63Secuencia RF8.....	112
Ilustración 64Secuencia RF9.....	113
Ilustración 65Secuencia RF10.....	114
Ilustración 66Secuencia RF11.....	115
Ilustración 67Secuencia RF12.....	116
Ilustración 68Secuencia RF13.....	117
Ilustración 69Secuencia RF14.....	118
Ilustración 70Secuencia RF15.....	119

Ilustración 71	Secuencia RF16	120
Ilustración 72	Secuencia RF17	121
Ilustración 73	Secuencia RF18	122
Ilustración 74	Secuencia RF19	123
Ilustración 75	Secuencia RF20	124
Ilustración 76	Actividad RF1	125
Ilustración 77	Actividad RF2	126
Ilustración 78	Actividad RF3	127
Ilustración 79	Actividad RF4	128
Ilustración 80	Actividad RF5	129
Ilustración 81	Actividad RF6	130
Ilustración 82	Actividad RF7	131
Ilustración 83	Actividad RF8	132
Ilustración 84	Actividad RF9	133
Ilustración 85	Actividad RF10	134
Ilustración 86	Actividad RF11	135
Ilustración 87	Actividad RF12	136
Ilustración 88	Actividad RF13	137
Ilustración 89	Actividad RF14	138
Ilustración 90	Actividad RF15	139
Ilustración 91	Actividad RF16	140
Ilustración 92	Actividad RF17	141
Ilustración 93	Actividad RF18	142
Ilustración 94	Actividad RF19	143
Ilustración 95	Actividad RF20	144
Ilustración 96	Pruebas ingreso	147
Ilustración 97	Pruebas Ia	149
Ilustración 98	Pruebas inicio	150

1. INFORME DE INVESTIGACIÓN

1.2 INTRODUCCIÓN

Dado que en la economía de las subregiones de Cundinamarca “predomina la actividad agrícola, como en la Sabana Occidente” (Cámara de Comercio de Facatativá, CCF, 2018, p. 14) con Unidades Productivas Agropecuarias (UPAs), generalmente pequeñas y medianas (cuya producción es fresa, caducifolios, mora, café, tomate de árbol, papa, arveja, maíz y zanahoria), existen otras actividades como el comercio, especialmente al por menor (excepto el de vehículos automotores y motocicletas), alojamiento y servicios de comidas y bebidas, elaboración de productos alimenticios y otras actividades de servicios personales, entre las más relevantes (CCF, 2018, p. 72 y 84), hay empresas agroindustriales (floricultura y otras). Sin embargo, en la distribución del PIB, según sectores productivos, la industria aporta el 35,38%, el sector agrícola y pecuario el 29,08%, el sector de electricidad, gas y agua el 6,65%, los servicios financieros, inmobiliarios y a las empresas el 5,79%, el comercio y servicios de reparación el 5,11%, y con muy baja, casi nula la contribución de servicios y productos tecnológicos (Centro de Pensamiento en Estrategias Competitivas, Cepec, 2011, p. 22).

La poca inserción de sistemas automáticos y de monitoreo en procesos de producción en la región sabana de occidente, está ligado con la baja productividad de la gran mayoría de pequeñas empresas, al carecer de bajos niveles de incorporación de soluciones tecnológicas y de automatización, evidenciado en debilidades de la provincia como: conectividad y penetración de internet bajo, dado su nivel de desarrollo, en comparación con provincias como Sabana Centro, la falta de aprovechamiento del área rural de la provincia, la falta de una mejor infraestructura técnica y tecnológica para la producción agrícola, y la baja calidad del agua y pocas fuentes (Centro de Pensamiento en Estrategias Competitivas, Cepec, 2011, p. 57 y 58).

Teniendo en cuenta el objetivo número 2 (Hambre Cero) de los ODS, y con el fin de contribuir a fortalecer las estrategias para mejorar el acceso a alimentos inocuos para los

consumidores y de generar un uso más eficiente de los recursos, a nivel mundial se han reportan diversas experiencias en acuaponía, con las cuales se ha logrado establecer producciones a pequeña escala o familiar hasta semicomercial y comercial. A nivel nacional, se puede mencionar una estrategia llevada a cabo por la Consejería Presidencial para la Niñez y Adolescencia y la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), para contribuir a mejorar la seguridad alimentaria, con apoyo técnico y financiero de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), quienes hicieron la implementación de un sistema de cultivos acuapónicos en algunas instituciones educativas en los departamentos del Vichada, La Guajira, Caquetá y Cauca, con el objetivo de lograr la producción autónoma y comprometida de alimentos inocuos y saludables, así mismo, la ejecución de un proyecto productivo y el encuentro para el desarrollo de acciones conjuntas para fortalecer las relaciones y entornos defensores de los niños, niñas y adolescentes, sus familias y sus comunidades, como menciona la ONU Migración Colombia (2020).

Por otro lado, un ejemplo regional de emprendimiento familiar semi comercial es el que se puede encontrar en Acuapónicos La Mariana, ubicado en el municipio de Tenjo, en el cual se hace uso exclusivo del agua lluvia para la producción de trucha, variedades de lechuga y tomate entre otras hortalizas. Ejemplos como los anteriores se convierten en una herramienta importante no solamente para la producción de autoconsumo, sino también para el aprovechamiento de mercados locales para pequeños productores y en general la estimulación para el desarrollo rural y de agricultura urbana.

En los últimos tiempos los países en vía de desarrollo e incluyendo esporádicamente algunos desarrollados, han tenido dificultades para conseguir alimentos. Actualmente el mundo provee escasamente los recursos suficientes para satisfacer una necesidad primordial: “la alimentación” de aproximadamente 7870 millones de habitantes según Census.gov (2022), cifra que aumenta exponencialmente día tras día. (Aponte, S. y Cardona, K., 2020)

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Considerando la importancia global de la seguridad alimentaria, vemos que es necesario estudiar sistemas alternativos de producción para ofrecer opciones adicionales a la demanda actual de producción alimentos; esto implica, bajo nuestro concepto, proponer estrategias para implementar sistemas innovadores que reduzcan el uso de terreno, agua y otros recursos naturales, al tiempo que brindan las mejores condiciones fisicoquímicas y ambientales para el cultivo de diversas especies como lo es en este caso las lechugas y las truchas.

En Colombia, a pesar de ser un país rico en tierras cultivables, existen crisis alimentarias en algunas regiones. Estas crisis están relacionadas con la falta de acceso a alimentos por parte de las comunidades, la sobreexplotación de recursos, el control de empresas multinacionales sobre la producción de alimentos básicos, la regulación en la distribución de insumos de producción como semillas, fertilizantes y pesticidas, y la falta de trazabilidad de variables críticas en los diferentes ambientes. Los datos de los estudios en Colombia son preocupantes, ya que al menos el 41% de los hogares colombianos subsisten en condiciones lamentables, lo cual afecta su alimentación y calidad de vida. Hay casos de mujeres con altos índices de anemia, familias que solo tienen 2 de 3 comidas al día, y desnutrición crónica en niños en departamentos como La Guajira y la región Pacífica. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Colombia en una mirada | FAO en Colombia | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, s. f.)

La acuaponía, es una actividad agropecuaria innovadora y sostenible que incorpora los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por las Naciones Unidas. Esta técnica ofrece una doble productividad al combinar la cría de peces y el cultivo de vegetales, optimizando el uso del espacio y promoviendo la economía circular. Además, la acuaponía tiene múltiples beneficios a nivel económico, alimentario y medioambiental. (López, 2016)

Como alternativa de mejora a los sistemas de producción alimentaria, se considera aplicar el componente tecnológico a los procesos agrícolas. Lo que implica integrar sistemas tecnológicos, para medir, registrar controlar variables significativas con el fin de mejorar la producción de alimentos, por lo tanto, se plantea la pregunta *¿Cómo a través de modelos matemáticos se puede hacer la caracterización del proceso hidropónico de un sistema acuapónico para mejorar su productividad?*

1.4 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto se desarrollará principalmente para contribuir a la calidad y seguridad alimentaria en Colombia, considerando la importancia de esta durante la pandemia y el objetivo de superar la pobreza según los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas.

A nivel nacional, se justifica ya que ayudaría a reducir la dependencia de importaciones de alimentos básicos cómo lo podrían ser por mencionar algunos el maíz de Estados Unidos, la papa y el arroz de Ecuador. Además, podría generar alternativas tecnológicas para optimizar la producción agrícola a pequeña escala en el país. A nivel regional, se espera que el prototipo desarrollado pueda ser reproducible y de bajo costo para la población del departamento de Cundinamarca, contribuyendo así a la seguridad y calidad alimentaria a nivel local. Internacionalmente, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU, específicamente con el objetivo de erradicar el hambre y contribuir a que las personas tengan acceso a una alimentación adecuada y nutritiva.

Lo anterior indica la urgencia de dar soporte desde lo tecnológico a la superación de muchos de los conflictos de producción que se dan en las pequeñas empresas de la región, buscando una perspectiva sostenible y, por tanto, generar alternativas que integren soluciones

tecnológicas innovadoras, especialmente de acuerdo con el perfil productivo, ambiental, institucional y socioeducativo del territorio.

La aplicación de la tecnología a los procesos de agricultura permite mejorar la eficiencia de los mismos, la generación de datos de distintas variables facilita tener mejores modelos de comportamiento de los sistemas y de esa manera generar condiciones adecuadas para aumentar la calidad de los productos agrícolas, permite reducir tiempo en la toma de decisiones y reproducir modelos controlados y automatizados en lugares con condiciones ambientales diferentes, hecho que sería impensable en el pasado.

La modelación matemática es una herramienta de alta importancia a la hora de optimizar los procesos de producción agrícola, entre otros campos de la producción. En el caso particular, se espera que mediante la generación de un modelo matemático se analicen las variables de interés como lo son el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales objeto de estudios y la correlación existente entre distintas variables, con el propósito de identificar elementos relevantes que conlleven a la mejora en la producción de hortalizas como lechuga. Dadas las grandes ventajas que ofrece esta forma de producción, es altamente relevante para reducir los costos de producción y favorecer igualmente la canasta familiar al identificar las variables más influyentes y estudiar cómo están relacionadas para la obtención de modelos matemáticos de diversas variables.

De acuerdo con la ONU Migración Colombia (2020), se menciona que “La acuaponía es un sistema de producción de alimentos sostenible que combina en un mismo espacio el cultivo de peces y de hortalizas a través de la recirculación del agua. Este sistema permite optimizar al máximo los recursos naturales, genera alimentos libres de pesticidas, en menos tiempo y no contaminan el ambiente”, en el sistema los residuos orgánicos generados por los peces son utilizados como nutriente para las plantas, las cuales actúan como filtro biológico al

depurar el agua para los peces. Dentro de los planes bienales de Colciencias varios factores se aplican:

- Aplicar a la sostenibilidad ambientalmente amigable con el medio ambiente.
- Generar fuentes de ingresos para el sector rural del departamento.
- Aplicar conocimientos de ciencias básicas y sistematización a la agronomía.
- Apoyar al sector rural en la superación de la pobreza.
- Empoderar a los campesinos para generar empresas.
- Visibilizar el trabajo académico social de la Universidad de Cundinamarca.
- El consumo de pescado y lechuga es cada día más demandado en el mercado.
- Es parte del proceso de tecnificación del campo colombiano

El proyecto se alinea con los principios del Modelo Educativo Digital Transmoderno (MEDIT) de la Universidad, el cual promueve el uso de herramientas tecnológicas para la generación y socialización del conocimiento. Específicamente, en el desarrollo de aplicaciones software para el monitoreo y modelación de variables agrícolas contribuyendo a la apropiación social del conocimiento científico, en línea con los objetivos del MEDIT. En particular, este proyecto contribuye al cumplimiento de la línea estratégica de "Aprendizaje, conocimiento, tecnologías, comunicación y digitalización" para la generación de conocimiento científico relevante en el sector agropecuario de Cundinamarca. Así mismo, el proyecto se enmarca en la política de la Universidad de Cundinamarca de fomentar la investigación aplicada que genere soluciones a problemáticas reales de la región. De esta forma, el desarrollo de este proyecto permitirá mejorar procesos productivos agrícolas mediante el uso de tecnologías de monitoreo, contribuyendo así al desarrollo tecnológico de la agricultura en el departamento. (Adriano Muñoz Barrera, 2022)

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar el crecimiento y asimilación de nutrientes en lechugas para obtener modelos matemáticos por medio de un software y técnicas de IA.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los requerimientos funcionales, no funcionales y de infraestructura del sistema que se desarrollará.

Describir el funcionamiento del sistema NFT (Nutrient Film Technique) para la producción de lechugas en el sistema acuapónico LESTOMA.

Modelar la arquitectura del sistema propuesto y simular el funcionamiento de este.

Implementar técnicas de IA para inferir características del crecimiento de las lechugas en un sistema de hidroponía.

Identificar las condiciones fisicoquímicas que afectan el crecimiento y desarrollo de las lechugas.

Determinar el modelo matemático de mejor ajuste que describe el crecimiento y asimilación de nutrientes.

1.6 ALCANCE

1.6.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

- Desarrollar y validar modelos matemáticos utilizando herramientas de software inteligente para mejorar la productividad y gestión del cultivo de lechugas en un sistema acuapónico.

1.6.2 COMPONENTES DEL PROYECTO

- **Revisión del Estado del Arte:** Investigar las metodologías existentes y herramientas usadas en la modelización del crecimiento de cultivos acuapónicos y su integración con software inteligente.
- **Levantamiento de Requerimientos:** Identificar y documentar las necesidades específicas para el diseño del sistema de registro y control de variables en el cultivo de lechugas.
- **Diseño del Sistema:** Crear un sistema que permita la medición, registro, trazabilidad y control de variables críticas del cultivo.
- **Desarrollo de Modelos Matemáticos:** Construir modelos matemáticos para predecir el crecimiento de las lechugas, su asimilación de nutrientes y comparaciones entre diferentes variedades.
- **Desarrollo de Software:** Implementar software utilizando metodologías ágiles (Scrum) para la integración y análisis de datos en tiempo real.
- **Implementación y Validación:** Integrar modelos matemáticos con software para evaluar la precisión de las predicciones y realizar ajustes necesarios.
- **Puesta en Marcha y Análisis Comparativo:** Implementar el sistema en un entorno real, realizar un análisis comparativo con datos históricos y con la opinión de expertos para validar la efectividad del sistema.

1.7 ENFOQUE

- **Investigación Mixta:** Uso de técnicas cualitativas y cuantitativas, incluyendo análisis de literatura, desarrollo de modelos, implementación de software, y validación de resultados.

1.8 HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS

- **Software Inteligente y Herramientas Matemáticas:** Utilización de plataformas y herramientas avanzadas para la modelización y análisis de datos.
- **Metodología Ágil Scrum:** Aplicación de prácticas ágiles para el desarrollo del software y la gestión del proyecto.

1.9 LIMITACIONES

1.9.1 DATOS Y MODELOS

- **Disponibilidad de Datos:** La precisión y efectividad de los modelos matemáticos dependerán de la calidad y cantidad de datos disponibles sobre el crecimiento de las lechugas y las condiciones del cultivo.
- **Exactitud de los Modelos:** Los modelos desarrollados podrían tener limitaciones en su precisión debido a la complejidad inherente de los procesos biológicos y ambientales.

1.9.2 TECNOLOGÍA Y IMPLEMENTACIÓN

- **Dependencia de Software:** El éxito del proyecto está ligado al rendimiento del software desarrollado, lo cual puede verse afectado por problemas técnicos o limitaciones del software.
- **Integración de Datos en Tiempo Real:** La integración y procesamiento de datos en tiempo real pueden enfrentar desafíos técnicos y requerir ajustes en el diseño del sistema.

1.9.3 ESCALABILIDAD Y ADAPTABILIDAD

- **Escalabilidad del Sistema:** Los modelos y el sistema diseñado podrían no ser fácilmente escalables a diferentes tipos de cultivos o sistemas acuapónicos sin modificaciones significativas.

- **Adaptabilidad a Diferentes Condiciones:** Los modelos podrían necesitar ajustes para adaptarse a diferentes condiciones ambientales o variedades de lechugas.

1.9.4 Validación y Evaluación

- **Validez de Expertos:** La evaluación comparativa y validación del sistema dependerán de la subjetividad de los conceptos de los expertos y la disponibilidad de expertos calificados.
- **Generalización de Resultados:** Los resultados obtenidos en el entorno de prueba podrían no ser completamente generalizables a otras ubicaciones o sistemas de cultivo.

1.9.5 RECURSOS Y TIEMPO

- **Limitaciones de Recursos:** El proyecto puede enfrentar limitaciones en términos de recursos financieros, humanos y técnicos, que pueden afectar el alcance y la profundidad de la investigación.
- **Tiempo de Implementación:** El desarrollo e implementación del software y modelos matemáticos pueden requerir más tiempo del previsto debido a la complejidad del proyecto y posibles contratiempos técnicos.

1.10 ESTADO DEL ARTE

Los sistemas de recirculación sustentable o acuaponía combinan la acuicultura (“producción de organismos acuáticos”) y la hidroponía (producción de plantas sin suelo), donde se aprovechan los desechos de los peces para fertilizar las plantas, además, se establece una relación entre el agua, la vida acuática, las bacterias y las dinámicas de los nutrientes con las plantas, de mutuo beneficio, por otro lado, limpiar el agua de forma segura para los peces (Ecoinventos. 2022).

Estudios en Asia y Sudamérica, por parte del New Alchemy Institute, la Universidad del Estado de Carolina del Norte y otras instituciones académicas Europeas, han evidenciado que

hasta 1970 la acuaponía tuvo un relativo éxito como un sistema de producción de alimentos, luego, durante la década de los 80 y 90 se avanzó en la mejora del diseño, la bio-infiltración, optimización de procesos alimenticios para peces y plantas, y se incorporó la recirculación del agua, reduciendo el consumo en un 95% y posibilitando la implementación en regiones áridas o desérticas (FAO, 2022).

Científicos como James Racocy en EE. UU., Wilson Lennar en Australia, Nick Savidov en Canadá, Mohammad Abdus Salam de la Universidad de Agricultura de Bangladesh, han desarrollado modelos y ecuaciones para maximizar la producción de peces y plantas, teniendo en cuenta el equilibrio ecológico, y proponiendo nuevos tipos de sistemas, tanto en la parte de producción industrial como en el área doméstica. (FAO, 2022)

El sistema acuapónico está abiertamente desarrollado en el ámbito de la producción agrícola y piscícola, existen manuales y diferentes metodologías de construcción, a partir del mismo se han realizado variadas investigaciones frente a la productividad de plantas y animales aprovechando la relación simbiótica existente en este. (Mayarit, 2016)

En trabajos realizados en México (Mayarit, 2016) se desarrollaron “tres modelos de producción que incorporan elementos estocásticos para la predicción y análisis de la producción de tilapia (*Oreochromis niloticus*), lechuga (*Lactuca sativa*, var. Parris Island) y pepino (*Cucumis sativus* var. Carolina) en un sistema de recirculación acuapónico bajo condiciones de invernadero.” Se encontraron relaciones relevantes entre nitratos y crecimiento del tallo de las lechugas.

El manual “Hydroponic Lettuce Handbook” establece un método para el cultivo de lechuga, variables significativas, temperatura, humedad relativa, oxígeno disuelto, luz, dióxido de carbono en el ambiente, pH y conductividad eléctrica. El modelamiento es una herramienta para comprender el comportamiento de los diferentes sistemas, aplicado desde el ámbito

ambiental hasta el ámbito informático. Los modelos que se obtienen permiten mejorar las condiciones de desarrollo de las plantas, ser más eficientes en el uso racional de los insumos y crear nuevos ambientes de plantación. El modelo más utilizado es el modelo logístico, sin embargo, otros modelos como el modelo dinámico resultan de gran interés y aplicación. (Melissa Brechner, 2013)

En el trabajo “Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) “Batavia” cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá”, El objetivo “fue analizar el crecimiento de lechuga, variedad Batavia, establecido en un suelo salino”. (Carlos Carranza, 2009) se llevó a cabo un muestreo simple y se realizó el análisis de los datos por medio del modelo logístico, cuyas variables fueron la salinidad del suelo, tasa de crecimiento y eficiencia fisiológica, se determinó el modelo estadístico por medio de software S.A.S. Como resultado, se obtuvo una curva asimétrica sigmoideal, de la cual se determinó la eficiencia fisiológica. Se concluyó que, “los parámetros de mayor afectación fueron los relacionados con el área foliar y la acumulación de masa seca foliar, lo que demostró la sensibilidad de esta especie a la salinidad” (Carlos Carranza, 2009)

En la actualidad las granjas automatizadas concentran su atención en el estado del cultivo mediante conjuntos de variables medioambientales que pueden describir en un tiempo específico el estado del cultivo. El tipo y número de variables que se registran dependen particularmente del tipo de cultivo y las características del entorno de este (Kaewmard, 2014)

El propósito de la recolección de estas variables es describir de manera precisa y continua, las condiciones de desarrollo del cultivo, así como las variaciones de las características específicas del producto que pudieran depender de la evolución de las condiciones medioambientales y fitosanitarias que rodean el cultivo (Camacho, 2015)

Las condiciones del entorno de cultivo determinan las características del producto final, debido a factores evolutivos, los elementos que influyen en el comportamiento del crecimiento y desarrollo de cada planta comprenden un amplio rango de fuentes (Camacho, 2015) (Shamshiri, 2018), pero dentro de esta gama de condiciones, se destacan elementos determinantes relacionados con:

- La cantidad de luz incidente y que afecta el proceso de producción de clorofila y por consiguiente el desarrollo de tejido vegetal y estructura del producto (Wurr, 1991)
- Los efectos de la humedad del entorno y del suelo de cultivo afectan el desarrollo radicular y la estructura de transferencia de material alimenticio a las distintas secciones del tejido de la planta (Kaewmard, 2014) (Camacho, 2015)
- Las condiciones de temperatura que median el efecto de los anteriores factores del entorno.
- El estado del suelo de cultivo en cuanto a condiciones de nutrientes, material orgánico e inorgánico circundante, estado de oxigenación del terreno, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior y que los componentes de frecuencia de la luz visible que son aprovechados por los mecanismos de síntesis de la clorofila están ubicados en el espectro cerca de la luz azul y con aprovechamiento de luz ultravioleta (Wurr, 1991), el análisis de la intensidad de la luz ultravioleta en las frecuencias cercanas a la luz azul visible y su influencia en el desarrollo de vegetales y hortalizas (Hyo Cho, 2018), puede resultar de potencial en la determinación de los factores cruciales en el crecimiento vegetal (Wurr, 1991) (Kaewmard, 2014)

Igualmente, los efectos de la humedad aérea y del suelo son factores importantes en el progreso del tejido vegetal y por lo tanto establecer su relación con la evolución de los productos

hortícolas resulta de gran importancia en el análisis del crecimiento y en la creación de modelos matemáticos y procedimentales que permitan describir de manera detallada y simplificada el desarrollo de productos agrícolas (Camacho, 2015)

Además la temperatura, se configura como una variable que influye en el crecimiento vegetal por su impacto en el funcionamiento biológico celular y en las condiciones de humedad del terreno de cultivo, es preponderante en el modelo de crecimiento del producto (Shamshiri, 2018) y por lo tanto es importante el registro de su comportamiento en el entorno aéreo y del suelo, siendo de particular interés su relación con la cantidad de humedad aprovechable por la planta en sus distintas fases de crecimiento (Wurr D. &, 1992)

A partir de estas ideas, se propone un conjunto de variables relacionadas con las variables medioambientales propuestas en los párrafos anteriores considerando: Temperatura del entorno, Temperatura del suelo, Humedad del entorno, Humedad del suelo en las cercanías de cada individuo, Condiciones de salinidad y otros minerales del suelo, Cantidad de luz solar incidente, Cantidad de luz en la componente ultravioleta de la luz incidente, Nutrientes disueltos en agua.

La recolección de datos de una variable física es un proceso que comprende múltiples etapas relacionadas con el acondicionamiento del fenómeno físico con la generación o alteración de una magnitud eléctrica usualmente. En general se trata de algún mecanismo que convierte la variable física que se pretende recuperar en un valor eléctrico (normalmente voltaje) que se comporte en amplitud y frecuencia como lo hace el fenómeno físico observado. Esta etapa es conocida como transducción y el sensor propiamente dicho es llamado transductor. Los voltajes producidos en la etapa de transducción son de valores muy pequeños (en el orden de las decenas de milivoltios como máximo) y se presentan en un juego de terminales sin referenciar respecto a otros circuitos eléctricos que permiten recuperar la señal de voltaje. Para

obtener una medición de voltaje confiable es necesario pasar por una etapa de referenciación de voltaje y amplificación a valores que puedan fácilmente ser transportados dentro de la electrónica del sistema. Esta etapa es conocida como instrumentación y suele comprender conjuntos de circuitos activos y pasivos. En la actualidad, está muy extendido el uso de pequeños concentradores de medición de variables soportados en arquitecturas de microcontroladores o pequeños sistemas computacionales que integran las funciones de medición de los distintos sensores en el terreno (Kaewmard, 2014)

Comúnmente, estas unidades de medición de múltiples variables concentran varias funciones y comprenden tareas como:

Instrumentación: Adaptación de los niveles de voltaje provenientes de los sensores o transductores que reaccionan con la variable estudiada.

Conversión analógica a digital: proceso por el cual se digitaliza el valor de voltaje que representa el fenómeno físico que se estudia.

Transmisión: corresponde al proceso de conformar una estructura de datos que se envía al centro de almacenamiento y análisis de datos principal mediante el uso de algún tipo de protocolo de comunicación que esté adaptado al tipo de enlace que se proyecte usar

Estas tareas suelen describir un tipo de dispositivo de hardware y software (firmware) conocido como Remote Terminal Unit (RTU) y que permite la creación de mallas de recolección de datos remotas y en distintas configuraciones según la aplicación. El uso de RTU's está ampliamente extendido permitiendo dividir el trabajo de recuperación y transferencia de datos de los fenómenos estudiados.

1.11 METODOLOGÍA

La metodología de investigación propuesta será mixta, cuantitativa y cualitativa. Se considera por los diferentes tipos de datos obtendrán como por ejemplo desde la parte numérica se tendrán datos de los sensores y desde la parte cualitativa, características de las plantas.

Desde lo cuantitativo, se realizará la medición y recolección de datos numéricos de variables como: Área foliar de las plantas (ancho y largo de las hojas), mediante mediciones manuales con vernier o pie de rey. Longitud del tallo y de las raíces, también a través de mediciones manuales. Variables medioambientales como temperatura, humedad, pH y niveles de nutrientes en el agua, utilizando sensores que permitan la cuantificación de estas variables. Con los datos recolectados, se realizará un análisis estadístico mediante correlaciones multivariantes que permitan generar modelos matemáticos predictivos.

Desde lo cualitativo, se llevarán a cabo actividades como: Entrevistas y encuestas a expertos para caracterizar el sistema de producción acuapónica. Análisis documental del estado del arte en modelación de variables agrícolas. Validación de los modelos matemáticos generados mediante conceptos de expertos. Color de las hojas y cualidades de la planta, usando una cámara que registre este parámetro de forma numérica. De esta forma, el enfoque mixto aportará una mejor comprensión y modelación del sistema productivo objeto de estudio. Por otra parte, los diferentes procesos de captura de información, construcción y generación de modelos se realizarán con los siguientes pasos:

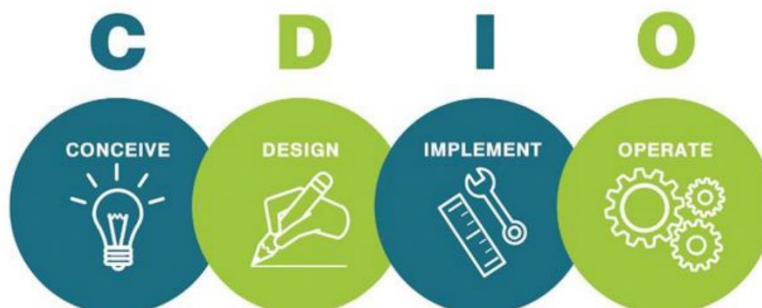
Ilustración 1 Metodología Pasos



1.11.1 PASO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROTOTIPO DEL MODELO MATEMÁTICO

Para la metodología del desarrollo se tendrá en cuenta la estrategia Concebir, Diseñar, Implementar y Operar (CDIO)(Figura 2), allí se integrarán herramientas de software y hardware electrónico para censar y controlar las diferentes variables que influyen en el crecimiento de las plantas de lechuga. Para la construcción del software se utilizarán algunos elementos de la metodología ágil scrum, se realizará la gestión y adquisición de los datos, además de capturar imágenes periódicamente para realizar el tratamiento de estas y estimar patrones de crecimiento. Para la parte hardware electrónico, se diseñarán y simular circuitos que utilizarán sensores, actuadores y sistemas, para luego ser implementados e integrados con el software con el fin de monitorear las variables de los sistemas de prueba.

Ilustración 2 Siglas CDIO



Concebir y realizar esquemas de funcionamiento y dibujar diagramas en bloque que sirvan para aproximar la operación estimada del sistema desde la aplicación de software hasta el diseño electrónico, de comunicaciones y de control.

Diseñar un prototipo de sistema que permita tomar datos de las variables críticas que influyen en el crecimiento de lechugas en Sistemas Automáticos de Recirculación (SAR). Crear una aplicación de software para la gestión, registro y visualización de las variables fisiológicas y ambientales que afectan el proceso de crecimiento y desarrollo de las lechugas. Construir los sistemas y circuitos electrónicos del prototipo, considerando los protocolos de comunicación y las diferentes tecnologías disponibles en el mercado.

Implementar el prototipo de sistema, afinar y sintonizar toda la electrónica, ajustar todos los parámetros y garantizar el envío de información en formato digital. **Operar**, poner en operación el sistema, validar y analizar los resultados obtenidos

1.11.2 PASO 2: SIEMBRA

La siembra de las plántulas de lechugas (variedades crespas y lisas de ciclo corto) se realizará durante el segundo y sexto mes de la investigación. Al mismo tiempo, se realizará una siembra en tierra de las mismas variedades vegetales y se medirán las variables de forma análoga en ambos ambientes.

1.11.3 PASO 3: MEDICIÓN DE LAS VARIABLES

Durante los meses 2, 3 y 4 se realizará la primera medición de las variables, y esto se repetirá durante los meses 6, 7 y 8 de la investigación. Las variables se dividirán en dos categorías:

1.11.3.1 VARIABLES FISIOLÓGICAS:

- Área foliar de las plantas: se medirá el ancho y largo de las hojas manualmente cada día, utilizando un vernier o pie de rey.

- Longitud del tallo: se realizará la medición manual del tallo de las hojas cada día, utilizando un vernier o pie de rey.
- Longitud de las raíces: se realizará la medición manual y por medio de imágenes para tener puntos de contraste, cada día a la misma hora, en el sistema acuapónico.
- Color de las hojas: se utilizará una cámara para registrar el cambio de color continuo de las plantas y las hojas, además se espera implementar un algoritmo para comparar el color de las hojas

1.11.3.2 VARIABLES MEDIOAMBIENTALES:

Los sensores permitirán la adquisición continua de datos. Los valores de las variables de temperatura, humedad relativa, conductividad eléctrica, pH y radiación solar se registran tres veces al día de forma sincrónica con las variables fisiológicas. Variables Fisicoquímicas del sustrato:

- Nitritos
- Nitratos
- Fosfatos
- Oxígeno disuelto
- pH
- Conductividad
- Demanda de oxígeno
- Demanda química

1.11.4 PASO 4: ANÁLISIS

Toma de datos: se recolectarán los datos y se almacenarán en archivos Excel, datos y CVS en una computadora. Limpieza de datos: se revisarán los datos para establecer los periodos temporales de análisis, realizar estadísticas iniciales y determinar la relevancia o posible

correlación entre los datos. Generación de modelos: se generará una correlación multivariable de los datos, se establecerá un límite de confianza, se evaluarán hipótesis, se determinará la distribución correspondiente y se calcularán los errores. Planteamiento y evaluación de modelos: se establecerán algunos datos de control para la segunda siembra y se revisarán los modelos matemáticos.

1.12 MARCO CONCEPTUAL

1.12.1 NITRITOS

Los nitritos son compuestos químicos que contienen nitrógeno y oxígeno. (“¿Qué significa tener nitritos en la orina? Descúbrelo aquí”) (“¿Qué significa tener nitritos en la orina? Descúbrelo aquí”) Las moléculas de nitrito contienen un átomo de nitrógeno y dos átomos de oxígeno. Los nitritos se utilizan en la industria alimentaria como conservantes y colorantes, y también se encuentran en algunos fertilizantes y productos químicos. (Nitrato y Nitrito (Nitrate/Nitrite) | ToxFAQ | ATSDR, 2022)

1.12.2 NITRATOS

Los nitratos son sales o ésteres del ácido nítrico que contienen nitrógeno y oxígeno. Las sales que contienen este ion se denominan nitratos. Los nitratos son componentes comunes de fertilizantes y explosivos. Casi todos los nitratos inorgánicos son solubles en agua. Los nitratos se encuentran de manera natural en el suelo y son una fuente vital de nitrógeno para las plantas y los organismos complejos que los consumen. (Nitrato y Nitrito (Nitrate/Nitrite) | ToxFAQ | ATSDR, 2022), (Nitrato y nitrito - Productos y descripción general de los parámetros de calidad del agua | Hach, s. f.), («Nitrato», 2023)

1.12.3 FOSFATOS

Los fosfatos son sales o ésteres del ácido fosfórico que contienen fósforo y oxígeno. Los fosfatos son importantes para el crecimiento de las plantas y se utilizan en la industria alimentaria como aditivos y en la producción de detergentes y fertilizantes. («Fosfato», 2023)

1.12.4 OXÍGENO DISUELTO

El oxígeno disuelto es la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelta en el agua. (“Significado de "oxígeno" en el diccionario de español - educalingo”) El oxígeno disuelto es importante para la vida acuática y para los procesos de tratamiento de agua. (TecnoTanques, 2016)

1.12.5 PH

El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. (“Qué es el pH: concepto, definición y escala (química) - Significados”) El pH se mide en una escala de 0 a 14, donde 7 es neutral, valores menores a 7 son ácidos y valores mayores a 7 son alcalinos. El pH es importante para la calidad del agua y para muchos procesos químicos. («pH - Concepto, escala de medidas, cómo se mide y ejemplos», s. f.)

1.12.6 CONDUCTIVIDAD

La conductividad es una medida de la capacidad de una solución para conducir electricidad. La conductividad se utiliza para medir la cantidad de sales disueltas en el agua y es importante para la calidad del agua y para muchos procesos químicos. (Significado de Conductividad (Qué es, Concepto y Definición) - Significados, s. f.)

1.12.7 DEMANDA DE OXÍGENO

La demanda de oxígeno es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar la materia orgánica presente en el agua. La demanda de oxígeno es importante para la calidad del agua y para los procesos de tratamiento de agua. (¿Qué es la Demanda Química de Oxígeno? (“Práctica 1 TACE- Kinverli Uriarte - Práctica 1 Análisis de ... - Studocu”) | HANNA Instruments Colombia, s. f.)

1.12.8 DEMANDA QUÍMICA

La demanda química es la cantidad de oxidante que se necesita para oxidar la materia orgánica presente en el agua. (“Oxidación - filtroagua.es”) La demanda química es importante

para la calidad del agua y para los procesos de tratamiento de agua. (Wikiwand - Demanda química de oxígeno, s. f.)

1.12.9 REGRESIÓN LOGÍSTICA

La regresión logística es un modelo estadístico utilizado para analizar la relación entre una variable dependiente binaria y una o más variables independientes. La regresión logística se utiliza en muchos campos, incluyendo la investigación médica y la ciencia de datos. («Regresión logística», 2022)

1.12.10 MODELO

Un modelo es una representación simplificada de un sistema o proceso. (“Diferencia entre Modelo y Teoría”) Los modelos se utilizan para predecir el comportamiento de un sistema o proceso y para tomar decisiones informadas. (ASALE & RAE, s. f.)

1.12.11 SENSORES

Los sensores son dispositivos que detectan y responden a cambios en el entorno. Los sensores se utilizan en muchos campos, incluyendo la industria, la medicina y la ciencia de datos. (¿Qué es un sensor y qué hace? | Dewesoft, s. f.)

Tabla 1 Acrónimos y Abreviaturas

Nombre	Descripción
LESTOMA	Laboratorio de Estudios en Sistemas de Producción Sostenible de Organismos Acuáticos y su Modelamiento. Se enfoca en la investigación y desarrollo de técnicas y tecnologías para la producción sostenible de organismos acuáticos, incluyendo la modelación matemática de sistemas acuapónicos y la optimización de procesos.
RTU	Sistemas Terminales Remotos. Se refiere a dispositivos o sistemas que permiten la supervisión y control de equipos a distancia mediante interfaces remotas, facilitando la gestión y monitoreo en tiempo real desde ubicaciones geográficas diversas.
IA	Inteligencia Artificial. Capacidad del software para simular procesos de inteligencia humana mediante el uso de algoritmos de aprendizaje automático. Incluye tareas como reconocimiento de patrones, procesamiento del lenguaje natural y toma de decisiones autónomas basadas en datos.
ML	Machine Learning (Aprendizaje Automático). Subcampo de la inteligencia artificial que se centra en el desarrollo de algoritmos y modelos que permiten a los sistemas aprender de los datos y mejorar su rendimiento sin intervención

	humana directa. Utiliza técnicas como redes neuronales, árboles de decisión y clustering.
API	Interfaz de Programación de Aplicaciones. Conjunto de rutinas, protocolos y herramientas que permiten que diferentes aplicaciones de software se comuniquen entre sí. Facilita la integración de servicios y funcionalidades entre aplicaciones y sistemas distintos.
BD	Base de Datos. Almacén centralizado de información estructurada en tablas que organizan datos en filas y columnas. Permite la gestión eficiente de grandes volúmenes de datos mediante operaciones de almacenamiento, recuperación, actualización y eliminación. Se utiliza en aplicaciones empresariales y sistemas de gestión.
SMS	Servicio de Mensajes Cortos. Mecanismo de comunicación que permite el intercambio de mensajes de texto entre dispositivos móviles a través de redes de telefonía celular. Es ampliamente utilizado para comunicaciones rápidas y notificaciones.
URL	Localizador Uniforme de Recursos. Cadena de caracteres que identifica de manera única un recurso en la web, como una página, una imagen o un archivo. Permite acceder a recursos específicos a través de navegadores web y otros clientes de Internet.
HTTP	Protocolo de Transferencia de Hipertexto. Protocolo de comunicación cliente-servidor utilizado para la transferencia de datos en la web. Facilita la comunicación entre navegadores web (clientes) y servidores web, permitiendo la transferencia de páginas web, imágenes, y otros recursos multimedia.

1.13 MARCO TEÓRICO

1.13.1 INTRODUCCIÓN A LA AGRICULTURA ACUAPÓNICA

La acuaponía es una técnica de cultivo que combina la acuicultura (crianza de peces) con la hidroponía (cultivo de plantas en soluciones nutritivas sin suelo). En un sistema acuapónico, los desechos producidos por los peces proporcionan nutrientes esenciales para las plantas, mientras que las plantas ayudan a filtrar y purificar el agua que regresa al sistema acuático (Rakocy et al., 2006).

- **Ventajas:** Integración sostenible de recursos, reducción del uso de agua en comparación con la agricultura tradicional, y menor impacto ambiental (Love et al., 2015).

- **Desafíos:** Requiere un equilibrio delicado de parámetros como pH, temperatura, y niveles de nutrientes, lo cual puede complicar el manejo del sistema (Timmons & Ebeling, 2013).

1.13.2 MODELOS MATEMÁTICOS EN AGRICULTURA

Los **modelos matemáticos** son herramientas que representan fenómenos biológicos y ambientales mediante ecuaciones y algoritmos, permitiendo la predicción y optimización de procesos agrícolas (Hargreaves & Samani, 1985).

- **Modelos de Crecimiento de Plantas:** Basados en la fisiología de las plantas y su interacción con el ambiente, como el modelo de crecimiento de plantas de Van Ittersum et al. (2003), que utiliza variables como radiación solar, temperatura y disponibilidad de agua.
- **Modelos de Nutrientes:** Evaluación de la asimilación y distribución de nutrientes en plantas, influenciada por factores como la concentración en la solución nutritiva y la tasa de absorción (Fageria, 2009).

1.13.3 INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN AGRICULTURA

La **inteligencia artificial (IA)** y el **aprendizaje automático (machine learning)** se están integrando en la agricultura para mejorar la toma de decisiones y optimizar los procesos de cultivo (Berthet et al., 2020).

- **Análisis Predictivo:** Utilización de algoritmos de IA para predecir el crecimiento de cultivos y ajustar las condiciones del ambiente (Jiang et al., 2018).
- **Visión por Computadora:** Implementación de técnicas de visión por computadora para monitorear el estado de las plantas y detectar enfermedades o deficiencias nutricionales (Cohen et al., 2020).

1.13.3 HERRAMIENTAS DE SOFTWARE PARA EL CULTIVO DE PLANTAS

El software especializado en agricultura proporciona herramientas para el monitoreo, control y análisis de datos en tiempo real. Este software puede incluir sistemas de control de clima, plataformas de gestión de datos, y herramientas de modelización (Zhang et al., 2021).

- **Sistemas de Gestión de Datos:** Recolectan y analizan datos sobre parámetros ambientales y de cultivo, facilitando la toma de decisiones informadas (Sánchez et al., 2019).
- **Plataformas de Modelización:** Permiten la creación y ajuste de modelos matemáticos basados en datos históricos y actuales (Santos et al., 2022).

1.13.4 METODOLOGÍA ÁGIL SCRUM EN DESARROLLO DE SOFTWARE

La metodología ágil Scrum es un enfoque iterativo para el desarrollo de software que enfatiza la colaboración continua y la adaptación a cambios. Es ampliamente utilizada en el desarrollo de sistemas complejos debido a su flexibilidad y capacidad de respuesta (Schwaber & Sutherland, 2017).

- **Sprint Planning y Ejecución:** Enfoque en la planificación y ejecución en ciclos cortos (sprints) para permitir ajustes rápidos y mejora continua del software (Schwaber, 2004).
- **Revisión y Retroalimentación:** Inclusión de revisiones regulares y retroalimentación de los usuarios para asegurar que el software cumpla con los requisitos y expectativas (Sutherland, 2014).

1.13.5 APLICACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS E IA EN EL CULTIVO DE LECHUGAS

El cultivo de lechugas bajo condiciones acuapónicas puede beneficiarse enormemente de la integración de modelos matemáticos e IA. La caracterización del crecimiento y la

asimilación de nutrientes puede ser optimizada mediante la implementación de estos modelos y herramientas (Gómez et al., 2017).

- **Modelos de Crecimiento Específicos:** *Creación de modelos ajustados a las características específicas del cultivo de lechugas en sistemas acuapónicos, considerando factores como tipo de lechuga, densidad de plantación, y condiciones ambientales.*
- **Optimización de Nutrientes:** *Desarrollo de algoritmos para ajustar la composición de la solución nutritiva y mejorar la eficiencia en el uso de recursos (Wang et al., 2019).*

1.14 MARCO JURÍDICO

El marco jurídico proporciona el contexto legal y normativo dentro del cual se desarrolla un proyecto de investigación, especialmente en un ámbito tan específico como la acuaponía y el uso de modelos matemáticos e inteligencia artificial en la agricultura. Este marco asegura el cumplimiento de normativas que rigen la producción agrícola, la investigación científica, el uso de tecnologías emergentes, y la protección de datos.

1.14.1 REGULACIÓN DE LA AGRICULTURA Y LA ACUAPONÍA

1.14.1.1 NORMATIVAS NACIONALES SOBRE AGRICULTURA

En la mayoría de los países, la producción agrícola está regulada por leyes que establecen normas para la seguridad alimentaria, el uso de insumos y el manejo de cultivos. Estas leyes pueden abarcar aspectos como la calidad del suelo, el uso de fertilizantes y pesticidas, y el etiquetado de productos agrícolas.

Ejemplos incluyen la **Ley de Seguridad Alimentaria y Nutrición** en varios países, que regula las prácticas agrícolas para asegurar que los productos sean seguros para el consumo humano.

1.14.2 REGULACIÓN DE SISTEMAS ACUAPÓNICOS

Los sistemas acuapónicos pueden estar sujetos a normativas específicas relacionadas con la acuicultura, la hidroponía, y el manejo de recursos hídricos.

En la Unión Europea, por ejemplo, la **Directiva 2006/88/CE** regula la sanidad animal en la acuicultura, mientras que en Estados Unidos, la **Ley de Control de Calidad del Agua (Clean Water Act)** puede aplicar a las prácticas acuapónicas.

1.14.3 PROTECCIÓN DE DATOS Y PRIVACIDAD

1.14.3.1 REGLAMENTO GENERAL DE PROTECCIÓN DE DATOS (GDPR)

En la Unión Europea, el **GDPR** regula el tratamiento de datos personales. Esto es relevante para el manejo de datos de sensores y registros en tiempo real que pueden incluir información sobre individuos que operan o supervisan el sistema.

El GDPR exige que se obtenga el consentimiento explícito de las personas cuyos datos se recopilan y que se implementen medidas adecuadas para proteger esos datos.

1.14.3.2 LEY DE PROTECCIÓN DE INFORMACIÓN PERSONAL EN LÍNEA PARA NIÑOS (COPPA)

En Estados Unidos, la **COPPA** regula la recopilación de datos de menores de 13 años. Si el proyecto involucra la participación de menores, debe asegurarse el cumplimiento de esta normativa para la protección de su información personal.

1.14.4 PROPIEDAD INTELECTUAL Y DERECHOS DE AUTOR

1.14.4.1 DERECHOS DE AUTOR Y PATENTES

Los modelos matemáticos y el software desarrollado en el proyecto pueden estar sujetos a **protección de derechos de autor**. Se recomienda registrar el software y los modelos matemáticos para proteger la propiedad intelectual y evitar la infracción de derechos.

Las **patentes** pueden ser solicitadas para innovaciones tecnológicas específicas desarrolladas durante el proyecto. Es fundamental revisar las leyes nacionales sobre patentes para asegurarse de que las innovaciones sean patentables.

1.14.5 LICENCIAS DE SOFTWARE

El software desarrollado puede estar sujeto a licencias que regulen su uso, distribución y modificación. Es crucial elegir una licencia adecuada que permita la implementación y el uso del software dentro del marco legal (por ejemplo, **Licencia de Código Abierto o Licencia Comercial**).

1.14.6 REGULACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

1.14.6.1 NORMAS DE INVESTIGACIÓN

La **ética en la investigación** y las **normas de buenas prácticas científicas** deben ser seguidas. Esto incluye la transparencia en la metodología, la revisión por pares, y el consentimiento informado si se involucran sujetos humanos.

Las **comisiones de ética** o **comités de investigación** suelen ser responsables de evaluar y aprobar la metodología de investigación para asegurar el cumplimiento de estándares éticos.

1.14.6.2 REGULACIÓN DE TECNOLOGÍA EMERGENTE

La **Ley de Innovación** en algunos países puede regular el desarrollo y la implementación de nuevas tecnologías, incluyendo IA y software. Estas leyes pueden incluir requisitos sobre pruebas, seguridad y eficacia antes de que la tecnología pueda ser comercializada o implementada en entornos reales.

1.14.7 RESPONSABILIDAD Y SEGURIDAD

1.14.7.1 RESPONSABILIDAD CIVIL Y PENAL

Las leyes sobre **responsabilidad civil** pueden aplicarse si el software o los modelos matemáticos resultan en daños o pérdidas. Se debe considerar la **responsabilidad legal** del desarrollador y del operador del sistema.

La **seguridad de datos** también es crucial. Las leyes sobre **seguridad informática** pueden imponer requisitos para proteger los datos del acceso no autorizado y las brechas de seguridad.

1.14.7.2 REGULACIÓN AMBIENTAL

El impacto ambiental de los sistemas acuapónicos debe cumplir con las normativas de **protección ambiental**. Esto puede incluir regulaciones sobre el uso de recursos hídricos y el manejo de desechos.

1.14.8 CUMPLIMIENTO NORMATIVO Y CERTIFICACIONES

1.14.8.1 CERTIFICACIONES DE CALIDAD

Obtener certificaciones de calidad como la **ISO 9001** para el sistema de gestión de calidad del software y el sistema acuapónico puede ser beneficioso para asegurar que el proyecto cumple con estándares internacionales.

1.14.8.2 AUDITORÍAS Y CUMPLIMIENTO

Realizar auditorías periódicas para asegurar que el proyecto cumple con todas las normativas y regulaciones aplicables es esencial para mantener la conformidad legal y técnica.

2. PERSPECTIVA DEL SOFTWARE

El modelo matemático estimará las mejores condiciones de cultivos acuapónicos y con ayuda del software permitirá medir y modelar el proceso de crecimiento y asimilación de nutrientes en lechugas. Se describen aspectos como la perspectiva del producto, funciones, características de usuarios, restricciones, suposiciones y evolución prevista.

El producto final de este proyecto consistirá en un modelo matemático para obtener la mejor producción posible de lechugas por medio de la asimilación de nutrientes empleando también herramientas de software funcional para el registro, visualización y gestión de este.

El software permitirá medir y capturar datos de variables ambientales y fisiológicas de las plantas a través de la interconexión con dispositivos de hardware. Asimismo, contará con funcionalidades para la trazabilidad y estimación de variables críticas de crecimiento, la generación de alertas, informes y la visualización de resultados de los modelos matemáticos determinados. El software se desarrollará siguiendo estándares de software libre y calidad, de manera que sea funcional, escalable, seguro y permita dar soporte al estudio comparativo de crecimiento entre dos variedades de lechuga en el Laboratorio de Estudios en Sistemas de Tratamiento de Aguas y Modelamiento (LESTOMA).

El Modelo matemático tiene como función estimar cuales son las mejores condiciones para la planta y de este modo obtener una mejor producción y el software será de código abierto que permita el registro, visualización, gestión y modelado matemático del proceso de crecimiento y asimilación de nutrientes de lechugas en sistemas acuapónicos cerrados de recirculación de agua.

2.1 COMPORTAMIENTO DE LOS USUARIO

2.1.1 INVESTIGADORES AGRONÓMICOS Y USUARIOS

Tendrá acceso a toda la información capturada y podrá realizar análisis. Sus funciones son las siguientes:

Iniciar sesión: El usuario puede iniciar sesión en el sistema proporcionando su nombre de usuario y contraseña.

Recuperar contraseña: El usuario puede recuperar su contraseña si la olvida. Para ello, debe proporcionar su nombre de usuario y correo electrónico. El sistema enviará un correo electrónico con un enlace para restablecer la contraseña.

Administración de actividades: El usuario puede crear, ver, modificar y deshabilitar actividades en el sistema. Las actividades son tareas o eventos que se llevan a cabo en el sistema.

Administración de módulos: El usuario puede crear, ver, modificar y deshabilitar módulos en el sistema. Los módulos son conjuntos de funcionalidades que se agrupan para facilitar su uso.

Reportes: El usuario puede visualizar y generar reportes en formato PDF. Los reportes son documentos que proporcionan información sobre el sistema.

Barra superior: La barra superior contiene los siguientes elementos: - Un botón para cerrar sesión Un enlace para cambiar la contraseña

Visualización: Tendrá la capacidad de visualizar los datos capturados por el sistema.

2.1.2 ADMINISTRADOR

El usuario es aquel que accede al sistema e interactúa con él. Sus funciones son las siguientes:

Iniciar sesión: El usuario puede iniciar sesión en el sistema proporcionando su nombre de usuario y contraseña.

Recuperar contraseña: El usuario puede recuperar su contraseña si la olvida. Para ello, debe proporcionar su nombre de usuario y correo electrónico. El sistema enviará un correo electrónico con un enlace para restablecer la contraseña.

Administración de actividades: El usuario puede crear, ver, modificar y deshabilitar actividades en el sistema. Las actividades son tareas o eventos que se llevan a cabo en el sistema.

Administración de módulos: El usuario puede crear, ver, modificar y deshabilitar módulos en el sistema. Los módulos son conjuntos de funcionalidades que se agrupan para facilitar su uso.

Reportes: El usuario puede visualizar y generar reportes en formato PDF. Los reportes son documentos que proporcionan información sobre el sistema.

Barra superior: La barra superior contiene los siguientes elementos:

Un botón para cerrar sesión Un enlace para cambiar la contraseña

Visualización: Tendrá la capacidad de visualizar los datos capturados por el sistema.

Modificación: Podrá modificar los módulos.

Calibración: Tendrá acceso a los sensores para calibrarlos.

Base de datos: Tendrá acceso a los datos almacenados para la verificación de estos.

2.2 RESTRICCIONES

2.2.1 RESTRICCIONES DE TIEMPO

El proyecto deberá ser desarrollado y entregado dentro del tiempo establecido para el trabajo de grado de los estudiantes involucrados.

2.2.2 RESTRICCIONES DE ALCANCE

El modelado matemático del proceso de crecimiento y asimilación de nutrientes de lechugas en sistemas acuapónicos, acorde con los objetivos planteados. No incluirá funcionalidades ajenas a este propósito.

2.2.3 RESTRICCIONES TECNOLÓGICAS

El software deberá ser desarrollado como una aplicación de código abierto que permita la interconexión con dispositivos de hardware para la captura de datos. Estará limitado por las capacidades y restricciones de la infraestructura tecnológica disponible en el laboratorio.

2.2.4 RESTRICCIONES DE RECURSOS

El proyecto se limitará a los recursos disponibles en el laboratorio LESTOMA y a los aportados por los estudiantes y asesores involucrados. No podrá exceder el presupuesto asignado.

2.2.5 RESTRICCIONES LEGALES/ÉTICAS

El desarrollo del modelo matemático y estudio deberán ajustarse a la normatividad legal y ética aplicable a este tipo de proyectos.

3. IMPORTANCIA DEL MODELO EN 3D Y ASPECTOS CLAVES EN EL PROYECTO

En el contexto del desarrollo y validación de modelos matemáticos para mejorar la productividad y gestión del cultivo de lechugas en un sistema acuapónico, la decisión de crear un modelo en 3D utilizando Blender se ha fundamentado en la necesidad de una visualización integral y detallada del sistema. Blender, como herramienta de modelado 3D, proporciona una representación gráfica avanzada que facilita una comprensión más clara de la interacción entre los diferentes componentes del sistema acuapónico. A continuación, se detalla la importancia de este enfoque y la relevancia de los aspectos clave incluidos en el modelo:

Ilustración 3 Animacion Lestoma

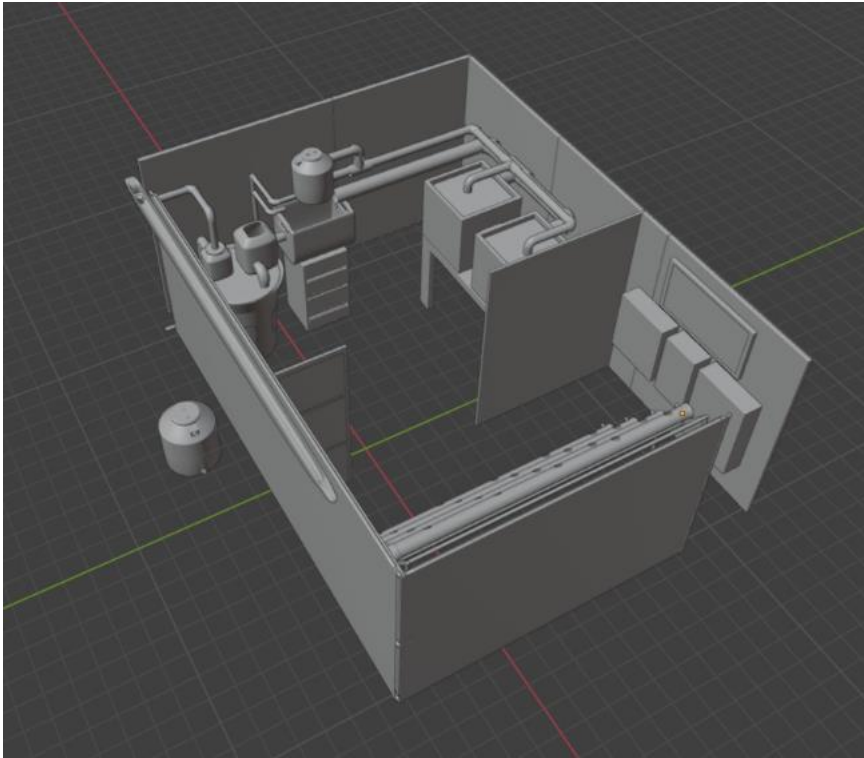
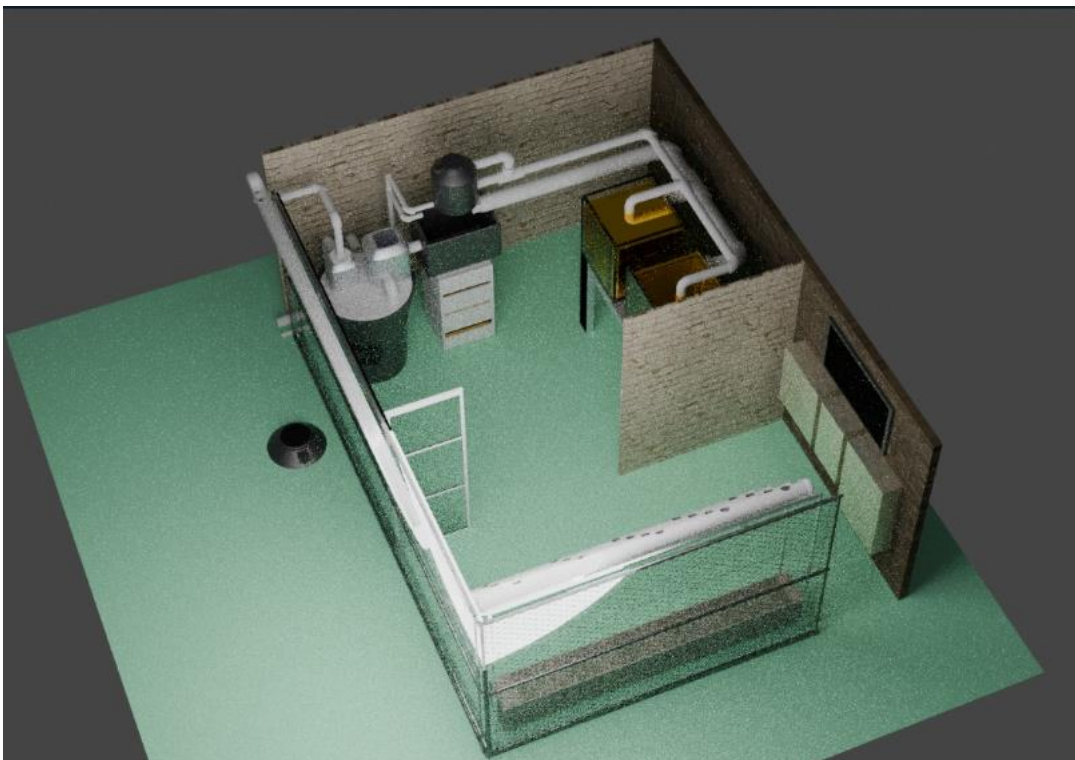


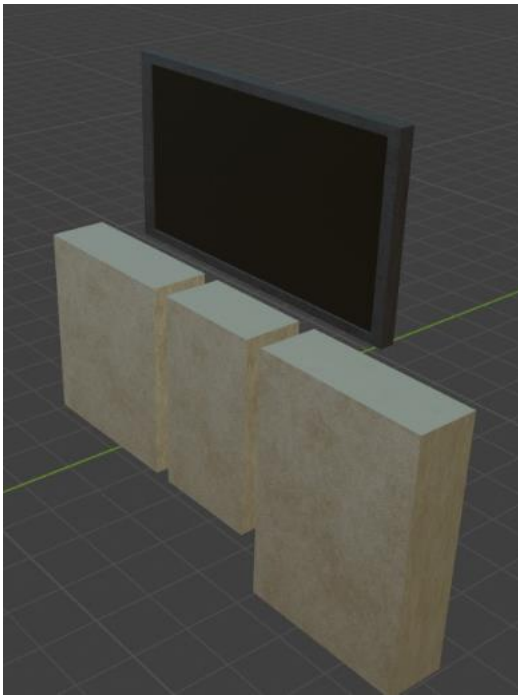
Ilustración 4 Render



3.1 ELECTRICIDAD

Un modelo en 3D permite una visualización precisa de las áreas donde se logean los datos de entrada y salida, así como la ubicación de las máquinas y equipos eléctricos. Esto es esencial para planificar y gestionar eficazmente el suministro de energía, evitando posibles sobrecargas y optimizando el uso de recursos eléctricos.

Ilustración 5 Electricidad



3.2 HIDROPONÍA

La representación de los sistemas hidropónicos en el modelo 3D ayuda a entender la disposición y el flujo de nutrientes en el cultivo de lechugas. La visualización de los sistemas e cultivo y sus interacciones con el medio ambiente facilita la identificación de posibles mejoras en el diseño y la implementación de técnicas más eficientes.

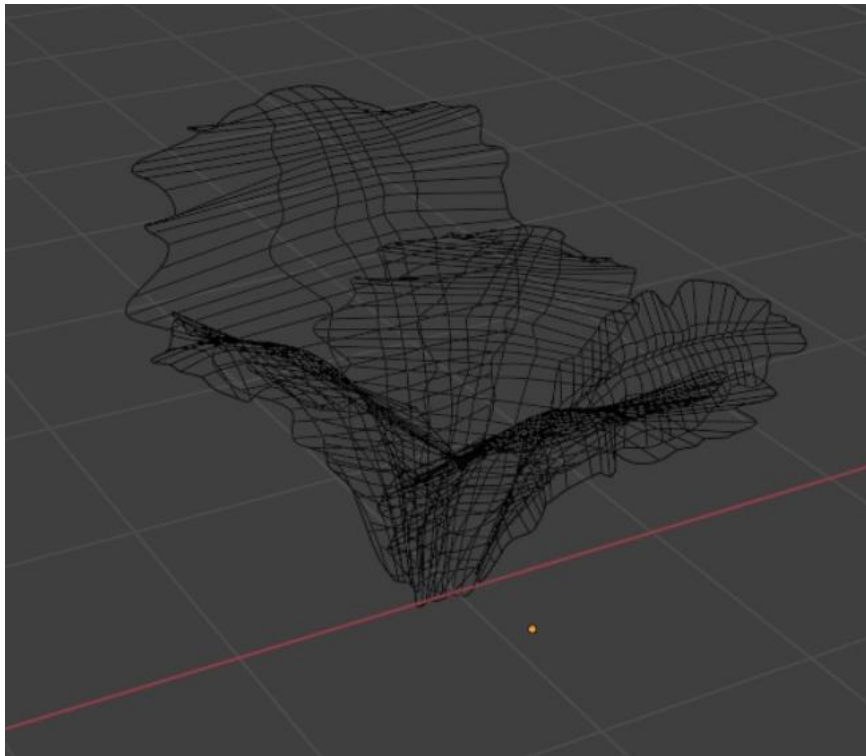
Ilustración 6 Canales



Ilustración 7 Lechuga



Ilustración 8 Mockup Lechuga



3.3 TANQUES DE PECES

La integración de los tanques de peces en el modelo permite una evaluación más completa de cómo el sistema acuapónico maneja los desechos y los nutrientes. La representación 3D facilita la optimización del tamaño y la disposición de estos tanques para mejorar la salud de los peces y la eficiencia del sistema.

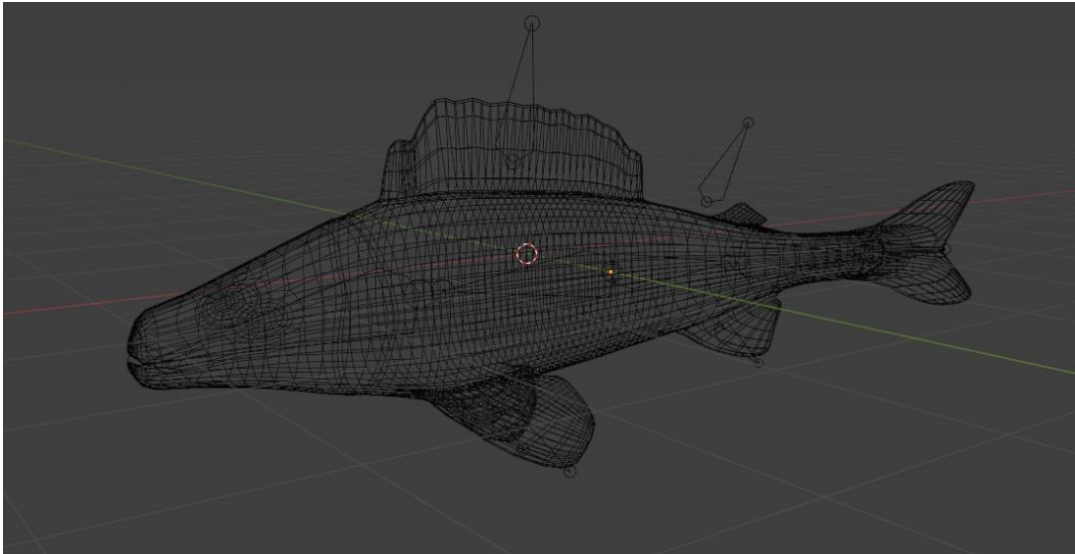
Ilustración 9 Pecera



Ilustración 10 Pez



Ilustración 11 Mockup pez



3.4 LOMBRICULTIVO

Incluir el lombricultivo en el modelo 3D ayuda a visualizar la interacción entre el compostaje y el sistema acuapónico. Esto es fundamental para integrar eficientemente el proceso de producción de abono orgánico y mejorar la fertilización del cultivo.

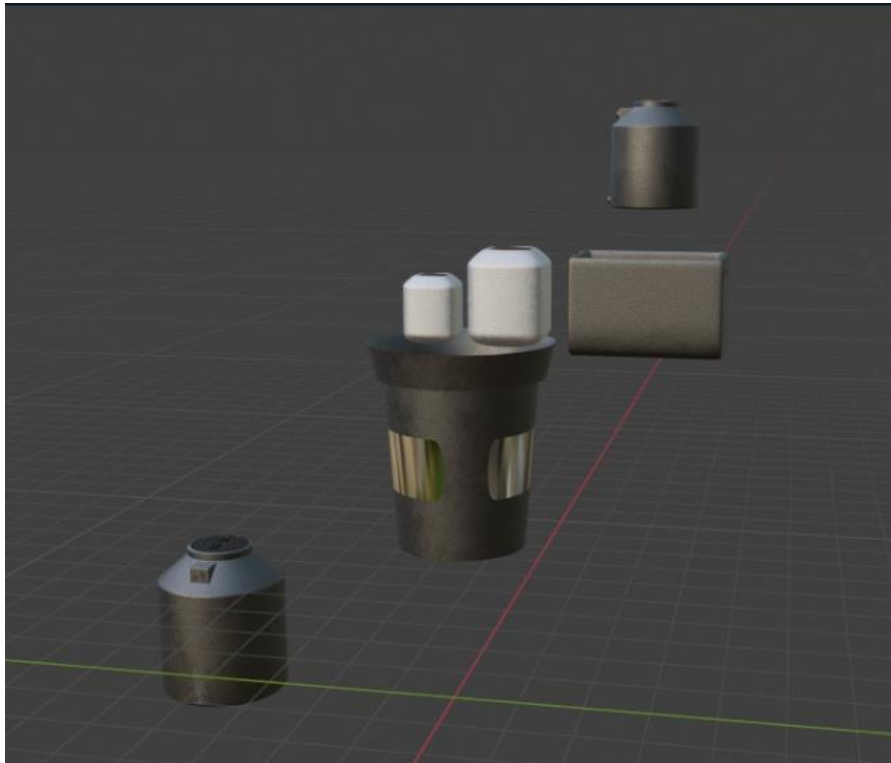
Ilustración 12 Lombricultivo



3.5 TANQUES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS

La representación de los tanques de tratamiento de aguas en 3D permite una mejor planificación del manejo y la calidad del agua. Se pueden simular diferentes escenarios para optimizar el proceso de filtración y garantizar la sostenibilidad del sistema.

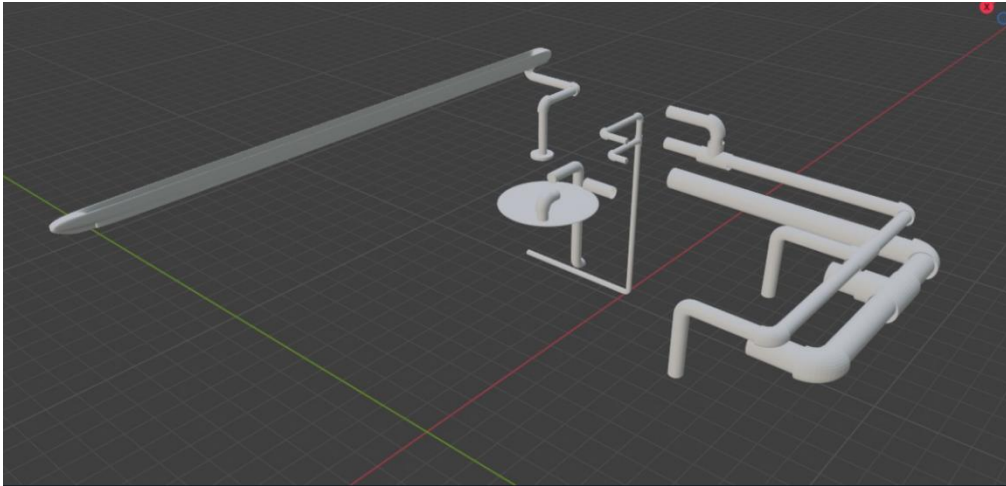
Ilustración 13 Tanques



3.6 CANALETA PARA RECICLAR AGUAS LLUVIAS

Incluir la canaleta para el reciclaje de aguas lluvias en el modelo facilita el diseño de un sistema eficiente de recolección y reutilización del agua, reduciendo costos y promoviendo prácticas sostenibles.

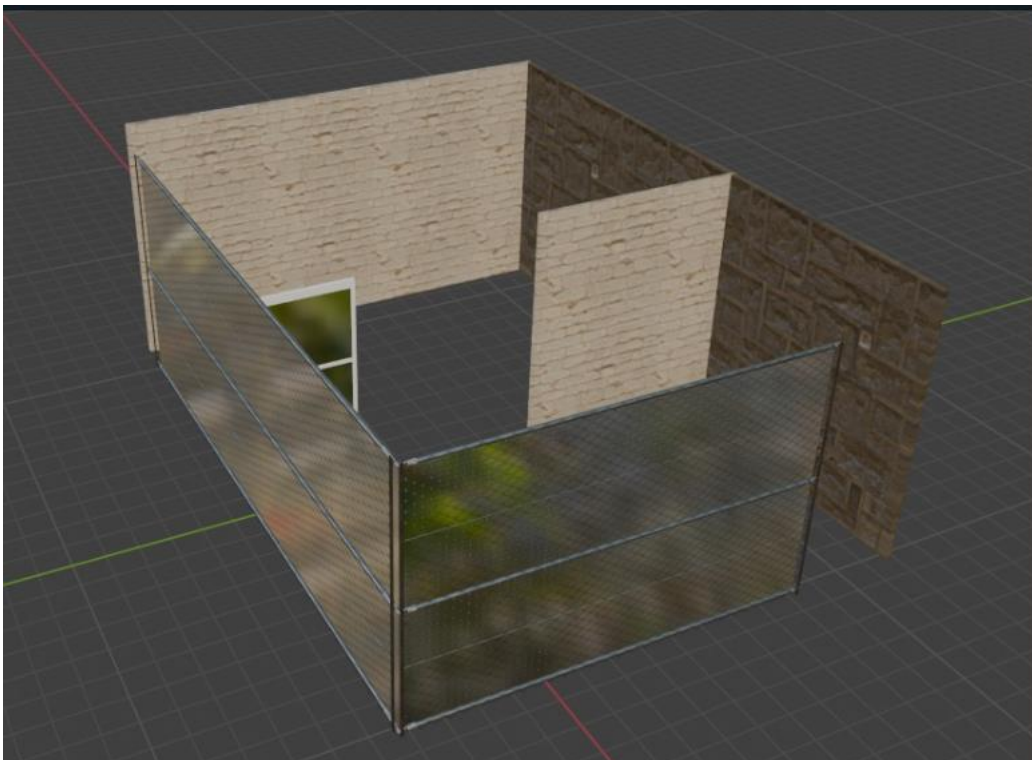
Ilustración 14 canales



3.7 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

La visualización del tanque de almacenamiento de agua es crucial para asegurar que haya suficiente capacidad para las necesidades del sistema. El modelo en 3D permite una planificación detallada del almacenamiento y distribución del agua, esencial para mantener la estabilidad y el rendimiento del cultivo.

Ilustración 15 Ambiente



4. ECONOMÍA PARA EL PROYECTO DE CULTIVO ACUAPÓNICO

El desarrollo y la implementación de un sistema acuapónico para el cultivo de lechugas implican diversos aspectos económicos que deben ser cuidadosamente planificados y evaluados para asegurar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto. A continuación, se presenta un modelo de precios y economía que aborda los aspectos clave, incluyendo la creación del software, distribución, mantenimiento, espacio, rentabilidad y otros factores económicos.

4.1 CREACIÓN DEL SOFTWARE

4.1.1 COSTOS DE DESARROLLO:

Desarrollo y Diseño: Los costos iniciales incluyen el diseño y desarrollo del software, incluyendo la integración de modelos matemáticos y herramientas de análisis en tiempo real. Se estima que este proceso puede requerir una inversión significativa en recursos humanos (desarrolladores, diseñadores) y tecnología.

Licencias y Herramientas: Dependiendo de las herramientas y plataformas utilizadas (como Blender para modelado 3D y software de análisis), pueden surgir costos adicionales por licencias y suscripciones.

Pruebas y Validación: Incluye los costos de realizar pruebas exhaustivas y validaciones para asegurar la precisión y funcionalidad del software.

Estimación de Costos Iniciales:

- Desarrollo de Software: \$50,000 - \$100,000
- Licencias y Herramientas: \$5,000 - \$15,000
- Pruebas y Validación: \$10,000 - \$20,000

4.2 DISTRIBUCIÓN

4.2.1 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN:

Instalación y Configuración: Costos asociados a la instalación del sistema en el sitio real, incluyendo la configuración del hardware y software necesario.

Capacitación: Inversión en la formación del personal para el uso eficiente del software y el sistema acuapónico.

Estimación de Costos de Distribución:

- Instalación y Configuración: \$10,000 - \$20,000
- Capacitación: \$5,000 - \$10,000

4.3 MANTENIMIENTO

4.3.1 COSTOS OPERATIVOS:

Soporte Técnico: Incluye costos recurrentes de soporte técnico y mantenimiento del software.

Actualizaciones y Mejoras: Inversión en actualizaciones periódicas y mejoras del sistema para asegurar su compatibilidad y funcionalidad a largo plazo.

Estimación de Costos de Mantenimiento Anual:

- Soporte Técnico: \$10,000 - \$15,000
- Actualizaciones y Mejoras: \$5,000 - \$10,000

4.4 ESPACIO

4.4.1 COSTOS DE INFRAESTRUCTURA:

Instalación de Equipos: Costos asociados a la instalación de tanques, sistemas de hidroponía, equipos eléctricos, etc.

Espacio Físico: Alquiler o compra del espacio necesario para operar el sistema acuapónico.

Estimación de Costos de Espacio:

- Instalación de Equipos: \$20,000 - \$40,000
- Alquiler/Compra de Espacio: \$15,000 - \$30,000 anuales

4.5 RENTABILIDAD

4.5.1 INGRESOS PROYECTADOS:

Ventas de Lechugas: Basado en la producción y venta de lechugas cultivadas. La rentabilidad dependerá del precio de venta y del volumen producido.

Ahorro en Recursos: Consideración de ahorros en agua y nutrientes gracias a la eficiencia del sistema acuapónico.

Estimación de Ingresos Anuales:

- Ventas de Lechugas: \$100,000 - \$200,000
- Ahorro en Recursos: \$5,000 - \$10,000

4.5.2 ANÁLISIS DE RENTABILIDAD:

Punto de Equilibrio: Se estima alcanzar el punto de equilibrio (donde los ingresos cubren los costos) en 1-2 años, dependiendo de la escala del proyecto y la eficiencia en la producción y venta.

Retorno de Inversión (ROI): Evaluación de la ROI para medir el rendimiento económico del proyecto.

4.6 SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA

4.6.1 ASPECTOS CLAVE:

Eficiencia de Recursos: El sistema acuapónico es intrínsecamente eficiente en el uso de agua y nutrientes, lo que contribuye a la sostenibilidad económica y ambiental.

Optimización de Costos: La integración del software y los modelos matemáticos permite una optimización continua del sistema, reduciendo costos operativos y mejorando la rentabilidad.

4.6.2 ESTRATEGIAS DE SOSTENIBILIDAD:

Innovación Continua: Inversión en I+D para mejorar el sistema y mantener la competitividad.

Diversificación: Consideración de diversificación en la producción o servicios adicionales para aumentar las fuentes de ingresos y reducir riesgos financieros.

Tabla 2 Costos

Categoría	Detalle	Costo Estimado (USD)
1. Desarrollo del Software		
- Desarrollo y Diseño	Desarrollo del software y modelado 3D	\$50,000 - \$100,000
- Licencias y Herramientas	Licencias de herramientas y plataformas	\$5,000 - \$15,000
- Pruebas y Validación	Pruebas y validación del software	\$10,000 - \$20,000
Subtotal Desarrollo del Software		\$65,000 - \$135,000
2. Distribución		
- Instalación y Configuración	Instalación de hardware y software	\$10,000 - \$20,000
- Capacitación	Formación del personal en el uso del sistema	\$5,000 - \$10,000
Subtotal Distribución		\$15,000 - \$30,000
3. Mantenimiento		
- Soporte Técnico	Soporte técnico continuo	\$10,000 - \$15,000 anuales
- Actualizaciones y Mejoras	Actualizaciones y mejoras del software	\$5,000 - \$10,000 anuales
Subtotal Mantenimiento Anual		\$15,000 - \$25,000
4. Espacio		
- Instalación de Equipos	Equipos para el sistema acuapónico	\$20,000 - \$40,000

- Alquiler/Compra de Espacio	Espacio físico para operar el sistema	\$15,000 - \$30,000 anuales
Subtotal Espacio		\$35,000 - \$70,000
5. Operaciones		
- Costos de Agua y Nutrientes	Agua, nutrientes y otros insumos	\$10,000 - \$20,000 anuales
- Mano de Obra	Salarios del personal operativo	\$25,000 - \$50,000 anuales
Subtotal Operaciones Anual		\$35,000 - \$70,000
6. Ingresos Projectados		
- Ventas de Lechugas	Ingresos por venta de lechugas cultivadas	\$100,000 - \$200,000 anuales
- Ahorro en Recursos	Ahorro en agua y nutrientes	\$5,000 - \$10,000 anuales
Subtotal Ingresos Anuales		\$105,000 - \$210,000
7. Otros Costos y Contingencias		
- Costos Adicionales	Imprevistos, emergencias, etc.	\$10,000 - \$15,000
Subtotal Otros Costos		\$10,000 - \$15,000
TOTAL COSTOS INICIALES	(Desarrollo, Distribución, Espacio, y Otros)	\$125,000 - \$250,000
TOTAL COSTOS ANUALES	(Mantenimiento, Operaciones)	\$50,000 - \$95,000
TOTAL INGRESOS ANUALES	(Ventas y Ahorro en Recursos)	\$105,000 - \$210,000
PUNTO DE EQUILIBRIO	Costos Iniciales / (Ingresos Anuales - Costos Anuales)	Aproximadamente 1-2 años

Modelo de Negocios para el Proyecto de Cultivo Acuapónico

El modelo de negocios para un proyecto de cultivo acuapónico debe definir claramente cómo se generarán ingresos, qué recursos serán necesarios, y cómo se ofrecerá valor a los clientes. A continuación, se presenta un modelo de negocios estructurado para el proyecto, abordando los aspectos clave como la propuesta de valor, segmento de clientes, canales de distribución, estructura de costos, fuentes de ingresos y estrategias de sostenibilidad.

4.7 PROPUESTA DE VALOR

Cultivo Eficiente y Sostenible: Ofrecer lechugas frescas y de alta calidad cultivadas en un sistema acuapónico que maximiza la eficiencia en el uso del agua y nutrientes.

Innovación en Gestión: Implementar un software avanzado para el control y monitoreo en tiempo real, optimizando la producción y la gestión del cultivo.

Sostenibilidad Ambiental: Proveer una alternativa ecológica al cultivo tradicional, reduciendo el impacto ambiental y promoviendo prácticas sostenibles.

4.8 SEGMENTO DE CLIENTES

4.8.1 SEGMENTOS PRIMARIOS

Mercado de Restaurantes y Restaurantes de Alta Cocina: Interés en productos frescos, orgánicos y de alta calidad.

Supermercados y Minoristas: Necesidad de productos frescos y de alta rotación para atraer clientes preocupados por la sostenibilidad y la calidad.

Consumidores Directos: Hogares interesados en productos frescos y sostenibles, así como en la compra directa de lechugas.

4.8.2 SEGMENTOS SECUNDARIOS

Instituciones Educativas y de Investigación: Interés en sistemas acuapónicos para educación y investigación sobre agricultura sostenible.

Organizaciones Ambientales: Buscan colaborar en proyectos que promuevan la sostenibilidad y la reducción del impacto ambiental.

4.9 CANALES DE DISTRIBUCIÓN

4.9.1 CANALES PRIMARIOS

Ventas Directas: A través de un mercado local o en línea, ofreciendo lechugas frescas directamente a los consumidores.

Distribución a Restaurantes y Supermercados: Establecer acuerdos de suministro con restaurantes y tiendas que valoren productos frescos y sostenibles.

4.9.2 CANALES SECUNDARIOS

Ferias y Eventos Locales: Participar en eventos para promocionar el cultivo acuapónico y atraer nuevos clientes.

Colaboraciones y Alianzas: Asociarse con organizaciones locales y ambientales para ampliar la red de distribución y visibilidad.

4.10 RELACIÓN CON EL CLIENTE

Servicio Personalizado: Ofrecer atención personalizada a clientes grandes como restaurantes y supermercados para adaptarse a sus necesidades específicas.

Educación y Transparencia: Proporcionar información sobre el proceso acuapónico y los beneficios del cultivo sostenible a través de canales de comunicación y eventos.

Soporte y Atención al Cliente: Implementar un servicio de atención al cliente eficiente para resolver dudas y problemas rápidamente.

4.11 ESTRUCTURA DE COSTOS

4.11.1 COSTOS CLAVES

Desarrollo del Software: Incluye diseño, desarrollo, licencias y pruebas.

Equipos e Infraestructura: Costos de instalación y mantenimiento de tanques, sistemas hidropónicos, y equipos eléctricos.

Operaciones Diarias: Costos de agua, nutrientes, mano de obra y mantenimiento del sistema.

Distribución y Logística: Gastos asociados a la entrega de productos a clientes y minoristas.

4.11.2 COSTOS FIJOS Y VARIABLES

Costos Fijos: Desarrollo del software, instalación de equipos, alquiler de espacio.

Costos Variables: Costos operativos diarios, insumos, y distribución de productos.

4.12 FUENTES DE INGRESOS

4.12.1 PRINCIPALES FUENTES DE INGRESOS

Venta de Lechugas: Ingresos generados por la venta de lechugas frescas a restaurantes, supermercados y consumidores directos.

Servicios de Suscripción: Ofrecer suscripciones para entregas regulares de productos frescos a clientes residenciales o comerciales.

Consultoría y Formación: Servicios adicionales como consultoría en sistemas acuapónicos y formación para otras organizaciones.

4.12.2 OPORTUNIDADES ADICIONALES

Ventas de Productos Complementarios: Ofrecer productos relacionados, como nutrientes orgánicos o sistemas acuapónicos para el hogar.

Licencias de Software: Potencial para licenciar el software desarrollado a otros cultivadores o empresas en el sector acuapónico.

4.13 ESTRATEGIAS DE SOSTENIBILIDAD

4.13.1 ASPECTOS CLAVE

Eficiencia de Recursos: Utilizar recursos de manera eficiente para minimizar costos y maximizar el impacto positivo en el medio ambiente.

Innovación Continua: Invertir en investigación y desarrollo para mejorar continuamente el sistema y mantener la competitividad.

Educación y Sensibilización: Promover la educación sobre agricultura sostenible y el impacto ambiental positivo del cultivo acuapónico.

4.13.2 PLAN DE ACCIÓN

Implementar Mejores Prácticas: Adoptar prácticas sostenibles en todas las operaciones y procesos.

Monitoreo y Evaluación: Realizar evaluaciones periódicas del sistema para identificar áreas de mejora y asegurar la sostenibilidad a largo plazo.

Colaboraciones Estratégicas: Formar alianzas con organizaciones ambientales y educativas para fortalecer el enfoque sostenible del proyecto.

5. ENTREVISTAS PARA CONOCER LA OPINIÓN DE LOS USUARIOS DEL SOFTWARE

En el contexto del proyecto "Lechugas Bajo la Lupa: Modelos Matemáticos e Inteligencia Artificial para un Cultivo Ideal", donde se busca desarrollar y validar modelos matemáticos utilizando herramientas de software inteligente para mejorar la productividad del cultivo de lechugas, la importancia de obtener la opinión de los usuarios del software no puede subestimarse. La caracterización del crecimiento y la asimilación de nutrientes mediante herramientas avanzadas de software es esencial para optimizar la productividad y gestión del cultivo. En este marco, realizar entrevistas con los usuarios del software es una estrategia crucial para garantizar que el sistema desarrollado cumpla con sus objetivos y satisfaga las necesidades de los usuarios finales. A continuación, se explora la relevancia de este enfoque en detalle.

5.1 COMPRENSIÓN PROFUNDA DE LA EXPERIENCIA DEL USUARIO

5.1.1 CAPTURA DE INFORMACIÓN DIRECTA

Las entrevistas proporcionan una forma directa de capturar la experiencia real de los usuarios con el software. A través de conversaciones estructuradas y detalladas, se obtiene información valiosa sobre cómo los usuarios interactúan con el sistema, qué aspectos encuentran útiles y cuáles presentan dificultades. Esta información es vital para entender si el

software está cumpliendo su propósito de mejorar la gestión y productividad del cultivo de lechugas.

5.1.2 IDENTIFICACIÓN DE FORTALEZAS Y DEBILIDADES

Entender lo que funciona bien y lo que no, desde la perspectiva del usuario, permite identificar tanto las fortalezas como las debilidades del software. Las entrevistas ayudan a detectar problemas que no fueron evidentes durante las fases de desarrollo y pruebas internas, y a valorar qué características del software realmente aportan valor en la práctica.

5.2 OPTIMIZACIÓN DEL SOFTWARE BASADA EN RETROALIMENTACIÓN REAL

5.2.1 AJUSTES Y MEJORAS

La retroalimentación obtenida a través de entrevistas es fundamental para realizar ajustes y mejoras en el software. Si los usuarios encuentran que ciertas funcionalidades son complicadas o poco intuitivas, el equipo de desarrollo puede trabajar en simplificarlas o reestructurarlas. Esto asegura que el software no solo sea técnicamente robusto, sino también fácil de usar y adaptado a las necesidades específicas de los usuarios.

5.2.2 INNOVACIÓN CONTINUA

Las entrevistas pueden revelar nuevas necesidades o desafíos que los usuarios enfrentan en su gestión diaria del cultivo. Esta información es esencial para guiar el proceso de innovación continua, permitiendo al equipo de desarrollo integrar nuevas características o realizar mejoras que mantengan al software alineado con las tendencias y necesidades emergentes en el cultivo acuapónico.

5.3 CONSTRUCCIÓN DE RELACIONES SÓLIDAS CON LOS USUARIOS

5.3.1 COMPROMISO Y SATISFACCIÓN DEL USUARIO

Realizar entrevistas muestra a los usuarios que sus opiniones son valoradas y que el equipo de desarrollo está comprometido con su satisfacción. Esta relación de confianza puede llevar a una mayor lealtad de los usuarios y a una disposición más positiva hacia el software.

Además, un usuario satisfecho es más propenso a recomendar el software a otros potenciales usuarios, lo que puede ayudar en la promoción y expansión del sistema.

5.3.2 RESOLUCIÓN PROACTIVA DE PROBLEMAS

Las entrevistas permiten abordar problemas de manera proactiva antes de que se conviertan en mayores inconvenientes. La identificación temprana de problemas a través de la retroalimentación de los usuarios permite al equipo de soporte y desarrollo intervenir de manera rápida y efectiva, evitando que los problemas persistan y afecten la experiencia del usuario.

5.4 ASEGURAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL SOFTWARE

5.4.1 VALIDACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS

Dado que el proyecto se centra en la caracterización del crecimiento y asimilación de nutrientes mediante modelos matemáticos, es crucial validar estos modelos en condiciones reales. Las entrevistas con usuarios proporcionan una visión sobre la precisión y aplicabilidad de estos modelos en la práctica. Si los usuarios encuentran discrepancias entre las predicciones del software y los resultados reales, se pueden hacer ajustes necesarios para mejorar la precisión de los modelos.

5.4.2 EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA PRODUCTIVIDAD

La efectividad del software en la mejora de la productividad del cultivo de lechugas debe ser evaluada a través de los resultados reales obtenidos por los usuarios. Las entrevistas proporcionan datos sobre cómo el software influye en la gestión del cultivo, incluyendo cualquier mejora en la eficiencia de los recursos, la calidad del cultivo y la rentabilidad general. Esta evaluación es crucial para medir el éxito del software y justificar su implementación a gran escala.

6. ROL DE MAXQDA EN LA INVESTIGACIÓN

6.1 GESTIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS CUALITATIVOS

MAXQDA permite organizar y analizar datos cualitativos de manera eficiente. En el contexto del proyecto, se utilizan para codificar y clasificar datos obtenidos de observaciones de campo, entrevistas con expertos en cultivo y registros de experimentos. La capacidad de MAXQDA para manejar grandes volúmenes de datos cualitativos facilita la identificación de patrones y tendencias que pueden ser esenciales para el desarrollo de modelos matemáticos precisos.

6.2 INTEGRACIÓN DE DATOS MULTIFUENTE

El software permite la integración de datos de diversas fuentes, como resultados de encuestas, notas de campo y registros fotográficos de las lechugas en diferentes etapas de crecimiento. Esta integración es vital para construir un panorama completo del cultivo, desde las condiciones ambientales hasta las respuestas específicas de las plantas a los nutrientes.

6.3 ANÁLISIS DE TEXTOS Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

MAXQDA facilita el análisis de literatura técnica y científica relacionada con el cultivo de lechugas y la asimilación de nutrientes. Esto incluye la revisión de artículos, informes y manuales que proporcionan información valiosa para la formulación de modelos matemáticos precisos. La capacidad de codificación y análisis de contenido textualmente rico ayuda a extraer conocimientos clave que pueden ser incorporados en el desarrollo de los modelos.

6.4 CREACIÓN DE VISUALIZACIONES

Una de las fortalezas de MAXQDA es su capacidad para generar visualizaciones de datos que facilitan la interpretación de los resultados. Las visualizaciones como mapas conceptuales y gráficos de red son útiles para representar las relaciones entre diferentes

variables, como la interacción entre nutrientes y las condiciones ambientales. Estas representaciones visuales ayudan a identificar variables críticas y a desarrollar modelos matemáticos que reflejen con precisión las complejidades del cultivo de lechugas.

6.5 APOYO EN EL DESARROLLO DE MODELOS MATEMÁTICOS

Los datos cualitativos analizados en MAXQDA proporcionan la base para la construcción de modelos matemáticos complejos. Al integrar los hallazgos cualitativos con datos cuantitativos y simulaciones, los investigadores pueden ajustar y validar modelos matemáticos que optimizan la productividad del cultivo de lechugas. La capacidad de MAXQDA para realizar análisis temáticos y estructurales contribuye a refinar estos modelos y asegurar que sean representativos de las realidades observadas.

6.6 FACILITA EL PROCESO DE REVISIÓN Y VALIDACIÓN

MAXQDA también es útil en la revisión y validación de los modelos desarrollados. Al proporcionar herramientas para la codificación y comparación de datos, permite a los investigadores verificar la consistencia y validez de los modelos matemáticos. Esto asegura que los modelos sean robustos y reflejen con precisión los datos cualitativos y cuantitativos obtenidos durante la investigación.

7. MANEJO DE ENTREVISTAS; CREACIÓN DE CAMPOS CUALITATIVOS Y CUANTITATIVOS

En el marco del proyecto “Lechugas Bajo la Lupa: Modelos Matemáticos e Inteligencia Artificial para un Cultivo Ideal,” se llevó a cabo una serie de entrevistas con expertos y usuarios para evaluar la efectividad de MAXQDA como herramienta de análisis cualitativo. Para sistematizar la información obtenida y facilitar su análisis, se implementó una metodología combinada que incluye tanto campos cualitativos como cuantitativos, con

una escala Likert del 1 al 5. A continuación, se detalla cómo se manejaron estos aspectos en el proceso de entrevista.

7.1 DISEÑO Y APLICACIÓN DE LA ENTREVISTA

7.1.1 CREACIÓN DE CAMPOS CUANTITATIVOS:

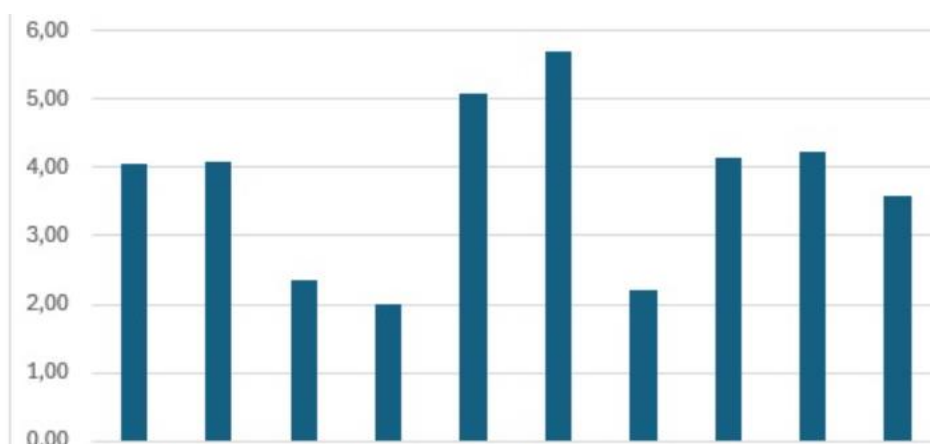
Para obtener datos cuantitativos, se diseñaron preguntas específicas evaluadas en una escala Likert del 1 al 5, donde 1 representa la respuesta más negativa y 5 la más positiva. Este enfoque permitió captar las percepciones y experiencias de los entrevistados de manera numérica y estandarizada. Las preguntas incluyeron:

- **Nombre:** (Campo cualitativo abierto para registrar la identidad del entrevistado)
- **Vínculo con la universidad:** (Campo cualitativo para registrar el rol o relación del entrevistado con la universidad)
- **Opinión sobre la interfaz (intuitiva y fácil de navegar):** Se solicitó a los entrevistados que calificaran la facilidad de uso y la intuición de la interfaz de MAXQDA.

Ilustración 16 Entrevistas

Nombre del documento	Segmento	Área	Porcentaje %
Entrevista1	Mi experiencia general con el software ha sido fantástica	57	4,07
Entrevista2	mi experiencia con el software ha sido sumamente positiva	57	4,08
Entrevista3	el software ha sido sobresaliente	33	2,36
Entrevista4	el software ha sido excelente	29	2,01
Entrevista5	Me siento muy satisfecho con su desempeño y los logros que he obtenido	71	5,08
Entrevista6	Destaco que mi experiencia general con el software ha sido realmente satisfactoria	82	5,70
Entrevista7	el software ha sido excepcional	31	2,19
Entrevista8	mi experiencia general con el software ha sido fantástica	57	4,13
Entrevista9	mi experiencia general con el software ha sido sobresaliente	60	4,22
Entrevista10	Valoro de manera muy positiva mi experiencia general	52	3,58

Ilustración 17 Evaluación coherencia



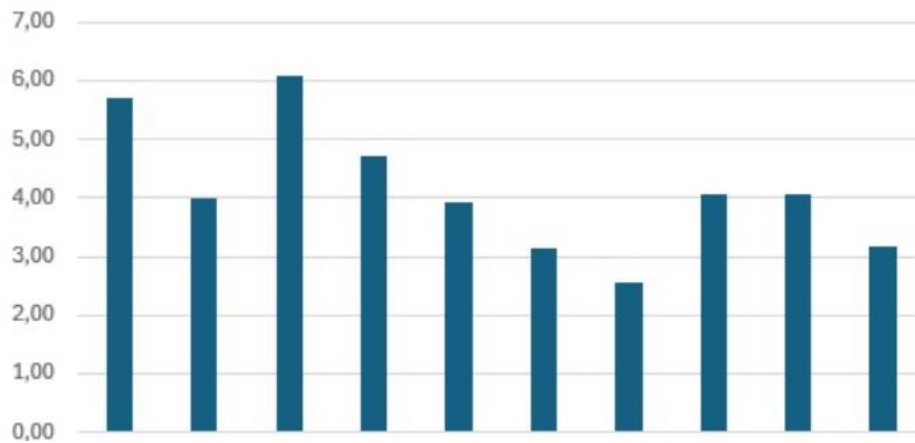
- **Evaluación de la coherencia del diseño y funcionalidad del software (¿es lógico?):**

Se pidió a los entrevistados que evaluaran si el diseño y la funcionalidad del software eran coherentes y lógicos.

Ilustración 18 Porcentajes entrevistas

Nombre del documento	Segmento	Área	Porcentaje %
Entrevista1	Puedo encontrar fácilmente todas las herramientas y la información que necesito	80	5,71
Entrevista2	la distribución y organización del software es excelente	56	4,01
Entrevista3	La distribución de las herramientas y la información facilita enormemente mi trabajo	85	6,07
Entrevista4	Valoro muy positivamente la forma en que el software está organizado	68	4,71
Entrevista5	el software está realmente bien estructurado y organiza	55	3,94
Entrevista6	la organización del software es sobresaliente	45	3,13
Entrevista7	Localizo rápidamente lo que requiero	36	2,55
Entrevista8	. Logro hallar todo lo que necesito de forma eficiente.	56	4,06
Entrevista9	Valoro muy positivamente la forma en que está estructurado	58	4,08
Entrevista10	Destaco la excelente organización del software	46	3,17

Ilustración 19 Grafica Entrevistas

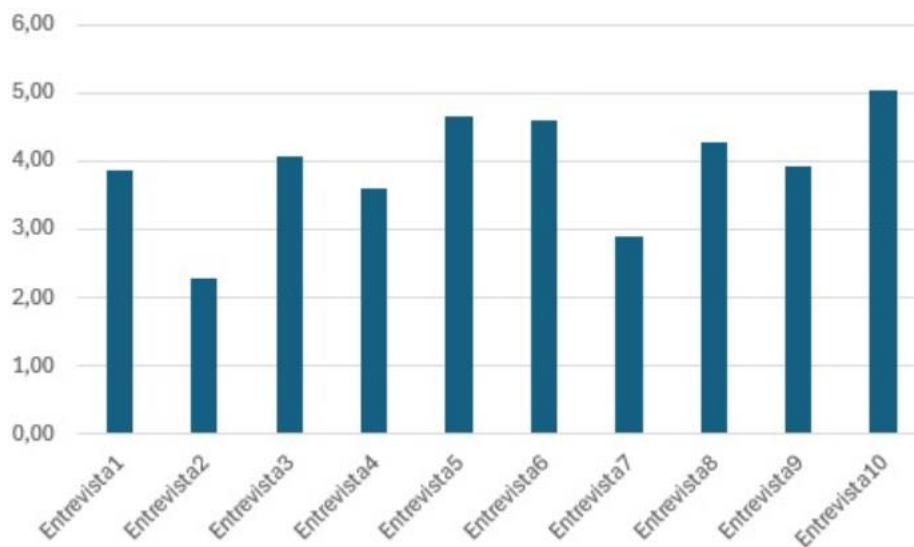


- **Facilidad de uso del software:** Se evaluó cuán sencillo fue para los usuarios utilizar el software en sus tareas.

Ilustración 20 Facilidad de uso

Nombre del documento	Segmento	Area	Porcentaje %
Entrevista1	El uso del software ha sido realmente sencillo para mí	54	3,85
Entrevista2	el software es muy fácil de usar	32	2,29
Entrevista3	No he tenido que lidiar con complicaciones o confusiones	57	4,07
Entrevista4	el uso del software ha sido muy intuitivo y sencillo	52	3,60
Entrevista5	Valoro muy positivamente lo sencillo que ha sido usar el software	65	4,65
Entrevista6	No he encontrado nada que me haya generado confusión o dificultad	66	4,59
Entrevista7	el software es realmente sencillo de usar	41	2,90
Entrevista8	el uso del software ha sido muy natural y sin contratiempos	59	4,28
Entrevista9	Me parece que el software es sumamente fácil de utilizar	56	3,94
Entrevista10	muy positivamente lo intuitivo y sencillo que resulta el uso del software	73	5,03

Ilustración 21 Grafico facilidad de uso

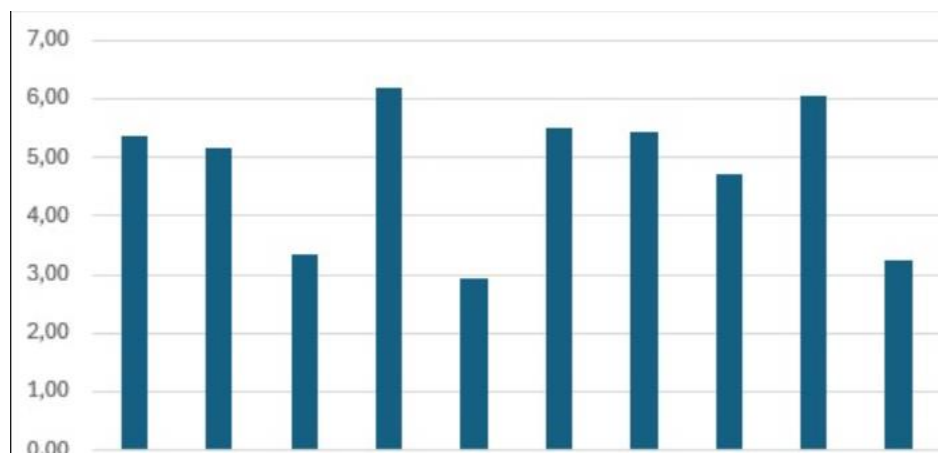


- **Distribución de herramientas en el software:** Se preguntó si los entrevistados consideraron que las herramientas del software estaban bien distribuidas.

Ilustración 22 Distribución

Nombre del documento	Segmento	Área	Porcentaje %
Entrevista1	Considero que el diseño y la funcionalidad del software son muy coherentes.	75	5,35
Entrevista2	el software tiene una excelente coherencia en su diseño y funcionalidad	72	5,15
Entrevista3	el software es muy amigable y fácil de utilizar	47	3,35
Entrevista4	el software muestra una gran coherencia entre su diseño y las funcionalidades que ofrece	89	6,17
Entrevista5	el software tiene una coherencia ejemplar	41	2,93
Entrevista6	Todas las características y herramientas parecen estar perfectamente alineadas	79	5,49
Entrevista7	e la coherencia entre el diseño y la funcionalidad del software es excelente	77	5,45
Entrevista8	Valoro muy positivamente la coherencia que observo en el software	65	4,71
Entrevista9	La disposición de las herramientas y la información me permite trabajar sin problemas	86	6,04
Entrevista10	coherencia del software es realmente destacable	47	3,24
Entrevista10	el diseño y las funcionalidades es sobresaliente	48	3,31

Ilustración 23 grafico distribucion

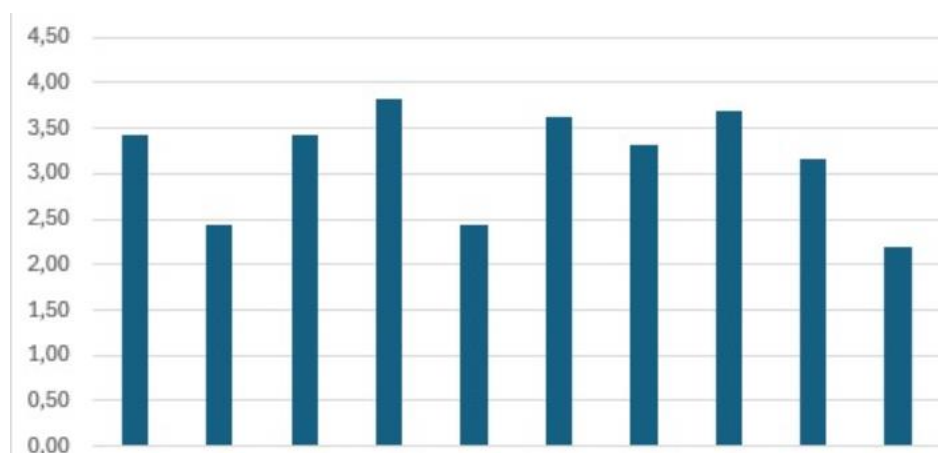


- **Sensaciones tras utilizar el software:** Se solicitó una calificación sobre cómo se sintieron los usuarios después de utilizar el software

Ilustración 24 Sensaciones

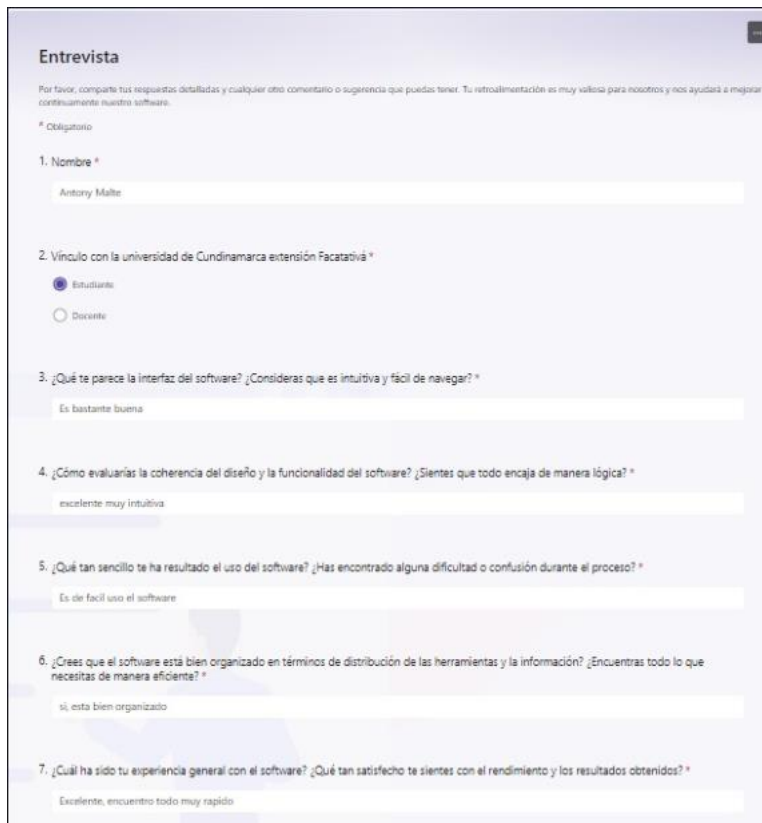
Nombre del documento	Segmento	Área	Porcentaje %
Entrevista1	La interfaz es muy intuitiva y fácil de entender	48	3,42
Entrevista2	la interfaz está muy bien diseñada	34	2,43
Entrevista3	la interfaz del software muy limpia y organizada	48	3,43
Entrevista4	Realmente disfruto de la interfaz, es muy user-friendly	55	3,81
Entrevista5	La interfaz es realmente intuitiva	34	2,43
Entrevista6	Me gusta mucho la interfaz, es muy clara y accesible	52	3,62
Entrevista7	Felicito al equipo por el diseño de la interfaz	47	3,32
Entrevista8	Considero que la interfaz del software es excelente	51	3,70
Entrevista9	Encuentro que la interfaz es muy bien pensada	45	3,16
Entrevista10	La interfaz me parece fantástica	32	2,20

Ilustración 25 Gráfico sensaciones



7.1.2 EVIDENCIAS

Ilustración 26 Evidencia



Entrevista

Por favor, comparte tus respuestas detalladas y cualquier otro comentario o sugerencia que puedas tener. Tu retroalimentación es muy valiosa para nosotros y nos ayudará a mejorar continuamente nuestro software.

* Obligatorio

1. Nombre *

Antony Malte

2. Vínculo con la universidad de Cundinamarca extensión Facatativá *

Estudiante

Docente

3. ¿Qué te parece la interfaz del software? ¿Consideras que es intuitiva y fácil de navegar? *

Es bastante buena

4. ¿Cómo evaluarías la coherencia del diseño y la funcionalidad del software? ¿Sientes que todo encaja de manera lógica? *

excelente muy intuitiva

5. ¿Qué tan sencillo te ha resultado el uso del software? ¿Has encontrado alguna dificultad o confusión durante el proceso? *

Es de fácil uso el software

6. ¿Crees que el software está bien organizado en términos de distribución de las herramientas y la información? ¿Encuentras todo lo que necesitas de manera eficiente? *

si, esta bien organizado

7. ¿Cuál ha sido tu experiencia general con el software? ¿Qué tan satisfecho te sientes con el rendimiento y los resultados obtenidos? *

Excelente, encuentro todo muy rapido

7.1.3 CREACIÓN DE CAMPOS CUALITATIVOS:

Además de las preguntas cuantitativas, se incluyeron campos cualitativos para capturar comentarios más detallados y matizados. Estos campos permitieron explorar las percepciones, sugerencias y observaciones específicas de los entrevistados:

- **Comentarios adicionales sobre la interfaz:** Espacio para que los entrevistados proporcionaran feedback detallado sobre la interfaz, más allá de la calificación numérica.
- **Observaciones sobre la coherencia y lógica del diseño:** Se registraron comentarios sobre aspectos específicos del diseño que podrían haber influido en su percepción de la lógica y coherencia del software.

- **Sugerencias para mejorar la facilidad de uso:** Los usuarios tuvieron la oportunidad de ofrecer sugerencias para mejorar la experiencia de uso del software.
- **Comentarios sobre la distribución de herramientas:** Espacio para detallar si hubo dificultades con la ubicación o acceso a herramientas dentro del software.
- **Reflexiones finales sobre la experiencia general:** Se solicitó a los entrevistados que compartieran cómo se sintieron en general tras utilizar MAXQDA, incluyendo aspectos emocionales y funcionales.

7.2 ANÁLISIS Y UTILIZACIÓN DE LOS DATOS

Una vez recopiladas las respuestas, se realizó un análisis exhaustivo de los datos tanto cuantitativos como cualitativos. Los resultados de la escala Likert proporcionaron una visión general de las percepciones sobre la interfaz, la coherencia del diseño y la facilidad de uso del software. Estas respuestas numéricas se complementaron con los comentarios cualitativos para obtener una comprensión más profunda y contextualizada de las experiencias de los usuarios.

El análisis cualitativo permitió identificar temas recurrentes y áreas específicas de mejora, mientras que los datos cuantitativos proporcionaron una medida objetiva del grado de satisfacción y funcionalidad percibida. Esta combinación de datos facilitó la identificación de patrones y tendencias que fueron fundamentales para evaluar la eficacia de MAXQDA y su capacidad para satisfacer las necesidades del proyecto.

Ilustración 27 Pregunta 3

3. ¿Qué tan intuitiva es la interfaz del software?



Ilustración 28 Pregunta 4

4. ¿Qué tan coherente es el software en términos de dis...



Ilustración 29 Pregunta 5

5. ¿Qué tan fácil es usar el software?



Ilustración 30 Pregunta 6

6. ¿Qué tan bien organizado está el software? ↗



Ilustración 31 Pregunta 7

7. ¿Qué tan rápido responde el software a tus acciones? ↗

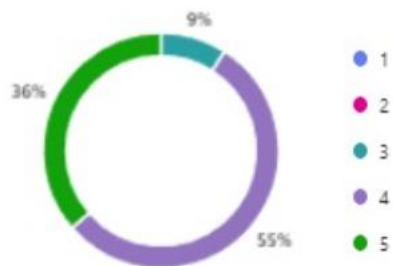
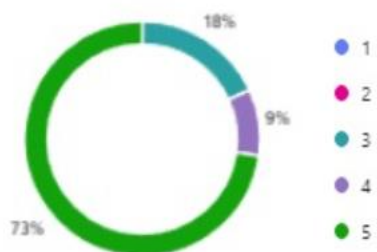


Ilustración 32 Pregunta 8

8. ¿Qué tan satisfecho estás en general con el software? ↗



9. ¿Qué tan satisfecho estás con la interfaz del software? ↗



El análisis de las entrevistas realizadas para evaluar el software MAXQDA reveló una significativa frecuencia en el uso de ciertas palabras clave, reflejando las experiencias y percepciones de los usuarios sobre la herramienta. Estas palabras resaltan aspectos clave relacionados con la funcionalidad, la usabilidad y la satisfacción general con el software.

7.3 PALABRAS CLAVE Y TEMAS RECURRENTES

7.3.1 SOFTWARE Y FUNCIONALIDAD

Las menciones recurrentes a la palabra "**software**" y "**funcionalidad**" subrayan la centralidad de la herramienta en el proceso de análisis. Los usuarios evaluaron la capacidad del software para cumplir con sus necesidades, destacando aspectos que influyen directamente en su efectividad y aplicabilidad.

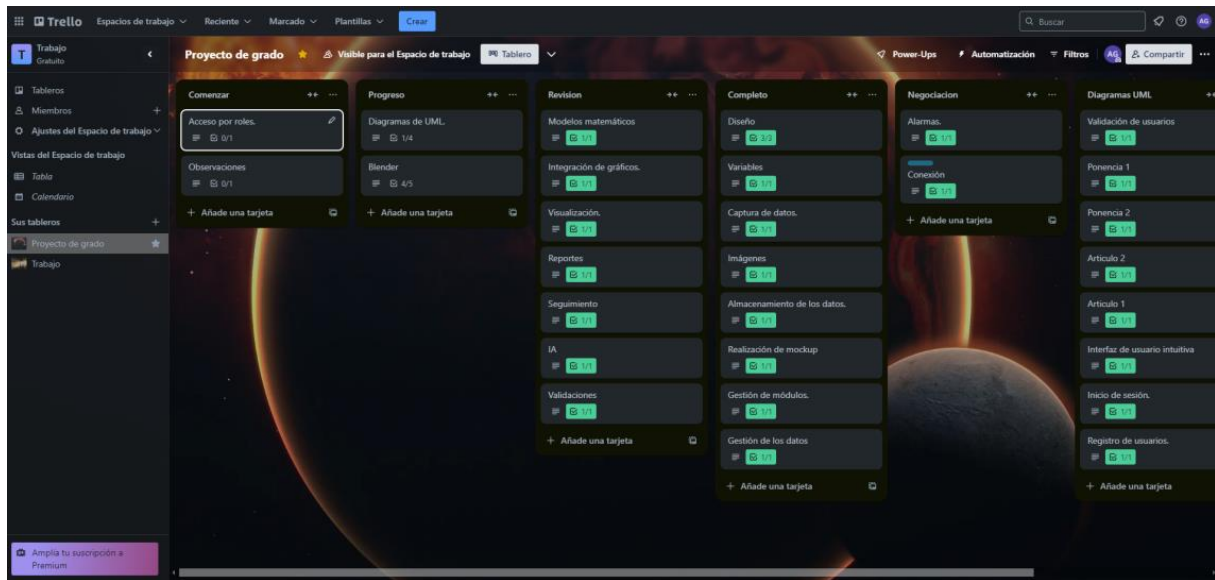
7.3.2 NAVEGAR, LÓGICO, Y DISEÑAR

La facilidad de "**navegar**" y la percepción de que el software es "**lógico**" fueron temas frecuentes. Los entrevistados apreciaron la "**coherencia**" en el diseño, lo que sugiere que un diseño intuitivo y bien estructurado facilita la "**navegación**" y contribuye a una experiencia de usuario más positiva. La habilidad del software para "**diseñar**" y "**organizar**" eficazmente las herramientas se consideró fundamental.

promueve la colaboración, ya que los miembros del equipo pueden añadir comentarios, adjuntar documentos y asignar tareas de manera eficiente.

A pesar de que Trello ofrece flexibilidad y visibilidad en el avance del proyecto, su falta de características avanzadas de gestión, como diagramas de Gantt o asignación de recursos, lo convierte en una herramienta más adecuada para proyectos de menor envergadura o con metodologías ágiles.

Ilustración 35 Trello



8.2 DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS

8.2.1 INTRODUCCIÓN

Este documento presenta una especificación de requerimientos centrada en el desarrollo de un sistema informático que caracterice el crecimiento y la asimilación de nutrientes en lechugas. La iniciativa busca optimizar la producción en sistemas acuapónicos mediante la implementación de modelos matemáticos y técnicas de inteligencia artificial (IA).

El proyecto se basa en la creación de un sistema que permitirá la simulación y análisis de datos relacionados con el cultivo de lechugas, específicamente utilizando el sistema NFT (Nutrient Film Technique) en el entorno acuapónico LESTOMA. Esta plataforma será fundamental para comprender y mejorar el rendimiento del cultivo.

8.2.2 PROPÓSITO

Este documento está dirigido al Laboratorio "LESTOMA" del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Cundinamarca, en su extensión de Facatativá. Su objetivo principal es ofrecer una descripción detallada de los requerimientos, características y funcionalidades del sistema que se desarrollará para modelar el crecimiento y la asimilación de nutrientes en lechugas.

8.2.3 ÁMBITO DEL SISTEMA

El sistema informático que se desarrollará tendrá la capacidad de integrar diferentes módulos que permitirán gestionar y analizar los datos de crecimiento y condiciones fisicoquímicas que afectan a las lechugas. Esto facilitará una organización eficaz de la información y optimizará el proceso de toma de decisiones.

8.2.4 DEFINICIONES, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

Tabla 3 Definiciones

Nombre	Descripción
LESTOMA	Laboratorio experimental de sistemas tecnológicos orientados a modelos acuapónicos.
NFT	Nutrient Film Technique, técnica utilizada en sistemas hidropónicos para el cultivo de plantas.
IA	Inteligencia Artificial, tecnologías que permiten realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana.
Requerimientos	Conjunto de especificaciones funcionales y no funcionales que el sistema debe cumplir.

8.2.5 VISIÓN GENERAL DEL DOCUMENTO

Este documento se organiza en varias secciones fundamentales. La primera sección introduce el propósito del documento y del sistema que se desarrollará, así como una descripción de los términos, acrónimos y abreviaturas utilizados a lo largo del texto.

La segunda sección ofrece una visión general detallada del sistema, destacando las funcionalidades clave que se implementarán, así como la importancia de identificar las condiciones fisicoquímicas y los requerimientos del sistema. Se abordarán las restricciones, suposiciones y dependencias necesarias para el correcto funcionamiento del sistema.

Finalmente, en la tercera sección, se especificarán de manera precisa los requerimientos que el sistema deberá cumplir, incluyendo aquellos relacionados con el modelado matemático y la implementación de técnicas de IA.

8.2.6 DESCRIPCIÓN GENERAL

El sistema informático diseñado para el Laboratorio "LESTOMA" desempeñará un papel crucial en la supervisión y gestión de los datos de crecimiento y asimilación de nutrientes en lechugas, permitiendo la obtención de modelos matemáticos efectivos.

8.2.7 PERSPECTIVA DEL PRODUCTO

El sistema informático se desarrollará con el fin de integrarse al Laboratorio "LESTOMA" de la Universidad de Cundinamarca, como un componente esencial para analizar y modelar el crecimiento de las lechugas. Este sistema facilitará la interacción con otros módulos a través de servicios que permitan recuperar información y ejecutar análisis de manera eficiente.

8.2.8 FUNCIONES DEL PRODUCTO

La función principal del sistema será gestionar y analizar los datos relacionados con el crecimiento y la asimilación de nutrientes de las lechugas, permitiendo inferir características relevantes a través de modelos matemáticos y técnicas de IA.

8.2.9 CARACTERÍSTICAS DE USUARIO

A continuación, se presentan las características de los usuarios del módulo:

1. Super administrador: El super administrador este encargado de gestionar todos los módulos e ingresar los datos correctos a el software. Sus funciones son las siguientes:
 - 1.1.Iniciar sesión: Puede iniciar sesión en el sistema.
 - 1.2.Modulo inicio: puede ver las diferentes facetas del proyecto.
 - 1.3.Modulo ia: Puede ejecutar la inteligencia artificial para identificar insectos.
 - 1.4.Modulo modelo matemático: Puede gestionar los diferentes gráficos del modelo.
 - 1.5.Modulo datos: Puede ver los datos, ingresar datos, actualizar datos, eliminar datos, filtrar datos y generar reportes.
 - 1.6.Modulo Cuestionario: Puede ingresar datos de uno en uno, masivo y imágenes.
 - 1.7.Salir: Puede salir de la sesión.
1. Operador: El operador este encargado de validar los datos del software con respecto a los cultivos.
 - 1.1.Iniciar sesión: Puede iniciar sesión en el sistema.
 - 1.2.Modulo inicio: puede ver las diferentes facetas del proyecto.
 - 1.3.Modulo ia: Puede ejecutar la inteligencia artificial para identificar insectos.
 - 1.4.Modulo modelo matemático: Puede gestionar los diferentes gráficos del modelo.
 - 1.5.Modulo datos: Puede ver los datos y generar reportes.
 - 1.6.Salir: Puede salir de la sesión.

8.2.10 RESTRICCIONES

El sistema está diseñado exclusivamente para su uso en el Laboratorio "LESTOMA" de la Universidad de Cundinamarca, en su extensión de Facatativá. La arquitectura del servidor que se utilizará para el despliegue del sistema será la siguiente:

- **Sistema operativo:** Windows 10 o Superior.
- **RAM:** 4 GB.
- **Disco duro:** 250 MB.
- **Conexión a Internet.**

Para el backend, se establecerán las siguientes restricciones: el desarrollo se llevará a cabo utilizando el lenguaje de programación C#, en combinación con el sistema de gestión de bases de datos PostgreSQL. En cuanto al frontend, se empleará el framework React y Tailwind para el diseño de las interfaces de usuario, mientras que .NET Core se utilizará para asegurar un desarrollo escalable y seguro. Para garantizar la seguridad del sistema, se implementarán certificados de seguridad a través de Node.js.

8.2.11 SUPOSICIONES Y DEPENDENCIAS

Las siguientes suposiciones y dependencias se establecen para el correcto funcionamiento del sistema:

- El servidor debe ser compatible con el lenguaje de programación C#.
- El servidor debe ser compatible con el sistema de gestión de bases de datos PostgreSQL.
- Se requerirá el uso de JSON para la manipulación de datos en las solicitudes y respuestas del sistema.

8.3 REQUISITOS ESPECÍFICOS

8.3.1 INTERFAZ DE USUARIO

La interfaz de usuario será diseñada para garantizar una experiencia óptima, utilizando un diseño web responsivo que se adapte a diferentes dispositivos y tamaños de pantalla. Se recomienda el uso de navegadores que sean compatibles con HTML5, CSS3 y JavaScript para asegurar un funcionamiento fluido y eficiente del sistema.

8.3.2 INTERFAZ DE HARDWARE

Se requiere, como mínimo, un equipo de cómputo que incluya mouse, teclado y adaptadores de red que permitan la conexión a Internet. Este hardware es fundamental para la interacción con el sistema y la visualización de datos relacionados con el crecimiento de las lechugas.

8.3.3 INTERFAZ DE SOFTWARE

No será necesaria la instalación de ningún software en el equipo de cómputo, dado que el sistema se implementará como una aplicación web. Únicamente se requiere un navegador con acceso a Internet para su correcto funcionamiento, lo que facilitará el acceso a las herramientas de análisis y modelado de datos.

8.3.4 REQUERIMIENTOS FUNCIONALES:

Tabla 4 Requerimientos funcionales

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES	
Actividad #1	RF01
Nombre de la actividad	Descripción
Iniciar sesión.	La aplicación de escritorio debe tener un acceso de los usuarios registrados.
Actividad #2	RF02
Nombre de la actividad	Descripción
Validar robot.	La aplicación debe validar si es robot
Actividad #3	RF03
Nombre de la actividad	Descripción

Modelo matemático.	Se debe manejar un modelo matemático que incluya los datos que capturen los sensores y prediga la ia.
Actividad #4	RF04
Nombre de la actividad	Descripción
IA.	La IA predice la identificación de plagas de las lechugas a partir de la toma del set de entrenamiento inicial.
Actividad #5	RF05
Nombre de la actividad	Descripción
Gestión de los datos.	Los datos ingresados se deben gestionar para verificar que la información no sea errónea.
Actividad #6	RF06
Nombre de la actividad	Descripción
Seguimiento.	Llevar el registro y trazabilidad del proceso; para cada usuario debe tener la opción de permitir digitar observaciones del proceso.
Actividad #7	RF07
Nombre de la actividad	Descripción
Analizar imagen.	El software da información relevante de los insectos encontrados.
Actividad #8	RF08
Nombre de la actividad	Descripción
Acceso por roles.	El software debe tener roles de ingreso y para cada usuario la información que le corresponda.
Actividad #9	RF09
Nombre de la actividad	Descripción
Integración de gráficos.	Se integrarán gráficas e instrumentos visuales de medida para un mejor entendimiento.
Actividad #10	RF10
Nombre de la actividad	Descripción
Imágenes.	El software debe permitir el ingreso y almacenamiento de imágenes tomadas por el usuario o el mismo.
Actividad #11	RF11
Nombre de la actividad	Descripción
Subir masivo	El aplicativo debe permitir subir información masivamente.
Actividad #12	RF12
Nombre de la actividad	Descripción
Almacenamiento de los datos.	El sistema debe tener una base de datos.
Actividad #13	RF13
Nombre de la actividad	Descripción
Reportes xlsx.	El aplicativo debe permitir generar informes en xlsx.
Actividad #14	RF14
Nombre de la actividad	Descripción

Reportes.	Generación de reportes automática y manual por días, semanas y meses, considerando todas o una solo variable.
Actividad #15	RF15
Nombre de la actividad	Descripción
Actualizar registro.	Debe permitir actualizar registros almacenados.
Actividad #16	RF16
Nombre de la actividad	Descripción
Eliminar registro.	Debe permitir eliminar registros.
Actividad #17	RF17
Nombre de la actividad	Descripción
Filtros.	Debe permitir filtrar la información para una búsqueda más asertiva.
Actividad #18	RF18
Nombre de la actividad	Descripción
Salir.	Debe permitir cerrar sesión a los usuarios.
Actividad #19	RF19
Nombre de la actividad	Descripción
Información insecto.	Debe mostrar me todos e información para tratar las posibles plagas.
Actividad #20	RF20
Nombre de la actividad	Descripción
Credenciales.	Debe permitir a el usuario ver las credenciales que está digitando.
Actividad #21	RF21
Nombre de la actividad	Descripción
Variables.	Los sensores deben capturar las diferentes variables que se van a utilizar en el modelo matemático.
Actividad #22	RF22
Nombre de la actividad	Descripción
Captura de datos.	El software debe capturar la información pertinente de los sensores (fechas, hora, lugar upa, quien siembra, cantidad de plantas, especie, peso biomasa, longitud media, sustrato inicial).
Actividad #23	RF23
Nombre de la actividad	Descripción
Conexión.	Comunicarse en dos vías mediante “tramas o *.json” con los sistemas terminales remotos (RTU’S) de LESTOMA.
Actividad #24	RF24
Nombre de la actividad	Descripción
Visualización.	El Software debe permitir visualizar las imágenes almacenadas.
Actividad #25	RF25
Nombre de la actividad	Descripción
Realización de mockup.	La realización de mockups para aproximar el diseño final del sistema.
Actividad #26	RF25

Nombre de la actividad	Descripción
Gestión de módulos.	El sistema debe permitir gestionar los módulos de ia, captura de datos, registro, comunicación con el hardware, almacenamiento, front end.
Actividad #27	RF25
Nombre de la actividad	Descripción
Realización de mockup.	La realización de mockups para aproximar el diseño final del sistema.
Actividad #28	RF25
Nombre de la actividad	Descripción
Interfaz de usuario intuitiva.	Los menús y funcionalidades deben ser claros para el usuario.
Actividad #29	RF29
Nombre de la actividad	Descripción
Validaciones.	El sistema debe hacer validación de contraseña de los usuarios.
Actividad #30	RF30
Nombre de la actividad	Descripción
Observaciones.	El sistema debe tener una serie de ayudas/observaciones para indicarle al usuario las mejores condiciones de los sistemas acuapónicos.
Actividad #31	RF31
Nombre de la actividad	Descripción
Diagramas de UML.	La realización de diagramas UML para comprender la arquitectura del sistema.

Tabla 5 Requerimientos no funcionales

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	
Actividad #32	RF32
Nombre de la actividad	Descripción
Rendimiento.	Procesar grandes volúmenes de datos de manera eficiente.
Actividad #33	RF33
Nombre de la actividad	Descripción
Asignación de tokens.	El sistema permitirá la asignación de tokens para hacer la distinción entre cada usuario.
Actividad #34	RF34
Nombre de la actividad	Descripción
Portabilidad.	El sistema debe ejecutarse en las últimas dos versiones de Windows.
Actividad #35	RF35
Nombre de la actividad	Descripción
Escalabilidad.	El sistema debe soportar un alto número de usuarios y grandes cantidades de datos.
Actividad #36	RF36
Nombre de la actividad	Descripción

Validación de usuarios.	El sistema validará el inicio de sesión con diferentes técnicas de verificación.
Actividad #37	RF37
Nombre de la actividad	Descripción
Encriptación de datos.	Se realizará la encriptación de datos con mayor relevancia.
Actividad #38	RF38
Nombre de la actividad	Descripción
Capacitación de usuarios.	Se debe hacer una capacitación de funcionamiento del sistema.
Actividad #39	RF39
Nombre de la actividad	Descripción
Verificación por correo electrónico.	Se verificará el correo de los usuarios que se registren.

Tabla 6 Requerimientos de infraestructura

REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA	
Actividad #40	RF40
Nombre de la actividad	Descripción
RTU.	La RTU debe tener una conexión bidireccional y estable para el envío de los datos.
Actividad #41	RF41
Nombre de la actividad	Descripción
Sensores.	Los sensores deben tener una calibración adecuada para la obtención de datos.
Actividad #42	RF42
Nombre de la actividad	Descripción
Alimentación.	Todo el sistema debe tener la alimentación eléctrica las 24 horas del día.
Actividad #43	RF43
Nombre de la actividad	Descripción
Dispositivo de imagen.	El sistema debe contar con un dispositivo de captura de imagen para la toma de datos.

8.3.5 REQUISITOS DE RENDIMIENTO

Es esencial minimizar la redundancia de datos en el sistema para prevenir la sobrecarga de la base de datos, lo que podría afectar negativamente el rendimiento general. Esto implica diseñar una estructura de base de datos que optimice el almacenamiento y la recuperación de información relacionada con el crecimiento y asimilación de nutrientes en lechugas.

La interfaz gráfica debe ser eficiente, ágil e intuitiva para los usuarios. Esto no solo mejorará la experiencia del usuario, sino que también minimizará los errores de interacción con el software, facilitando la correcta visualización y análisis de los datos. Un diseño claro y funcional permitirá a los usuarios acceder rápidamente a la información crítica y a las herramientas necesarias para la toma de decisiones en el cultivo.

8.3.6 RESTRICCIONES DE DISEÑO

El diseño del sistema deberá realizarse utilizando el lenguaje de modelado UML (Unified Modeling Language), que proporciona un enfoque estandarizado para el desarrollo de software. Se han desarrollado los siguientes diagramas, cada uno con su respectiva descripción, que servirán como base para la construcción del sistema:

Diagrama de entidad-relación: Este diagrama visualizará las entidades involucradas en el sistema, como las lechugas, nutrientes, condiciones ambientales y usuarios, así como las relaciones entre ellas.

Diagrama de casos de uso: Este diagrama ilustrará las diferentes interacciones que los usuarios pueden tener con el sistema, ayudando a identificar las funcionalidades necesarias y los roles de los usuarios.

Diagramas de secuencia: Estos diagramas mostrarán cómo los distintos componentes del sistema interactúan entre sí en el tiempo, proporcionando una visión clara de los procesos que se llevan a cabo durante la ejecución de las tareas.

Diagrama de actividades: Este diagrama describirá el flujo de actividades y decisiones que se realizan dentro del sistema, permitiendo entender cómo se gestionan las distintas tareas relacionadas con el cultivo de lechugas.

Diagrama de clases: Este diagrama representará las clases y objetos del sistema, junto con sus atributos y métodos, facilitando la comprensión de la estructura del software y su organización.

8.4 ESPECIFICACIÓN DEL DISEÑO

8.4.1 DIAGRAMAS DE CASOS DE USO

Los diagramas de casos de uso son herramientas visuales que proporcionan una perspectiva integral de la funcionalidad de un sistema, destacando las interacciones entre los actores (usuarios o sistemas externos) y los casos de uso que emergen dentro del mismo. Su principal objetivo es clarificar y detallar las funciones que deben ejecutarse para cumplir con los requisitos establecidos, lo que resulta esencial en la fase de análisis y diseño del sistema.

A través de estos diagramas, se identifican las capacidades necesarias para satisfacer las expectativas y necesidades de los usuarios. Cada caso de uso representa un conjunto específico de acciones que el sistema debe llevar a cabo en respuesta a una solicitud de un actor. Esto no solo permite a los desarrolladores y diseñadores comprender el alcance del sistema, sino que también facilita la comunicación con los stakeholders, garantizando que todos tengan una comprensión compartida de las funcionalidades esperadas.

Los diagramas de casos de uso son particularmente útiles en la identificación de requisitos funcionales, ya que permiten a los usuarios visualizar cómo interactuarán con el sistema. Además, sirven como base para el desarrollo de otros artefactos de diseño, como los diagramas de secuencia y de actividades, que proporcionan un nivel más detallado de la implementación de cada caso de uso.

Ilustración 36 Casos de uso RF1

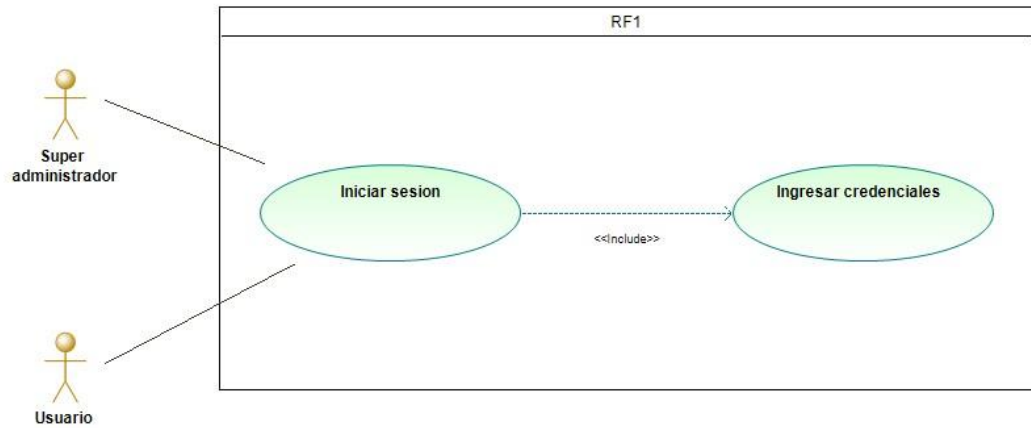


Tabla 7 Casos de uso RF1

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Super administrador, Usuario
Nombre	Iniciar sesión
Función	Permite iniciar sesión en el sistema
Descripción	El super administrador y el usuario pueden iniciar sesión ingresando su correo y contraseña.

Ilustración 37 Casos de uso RF2

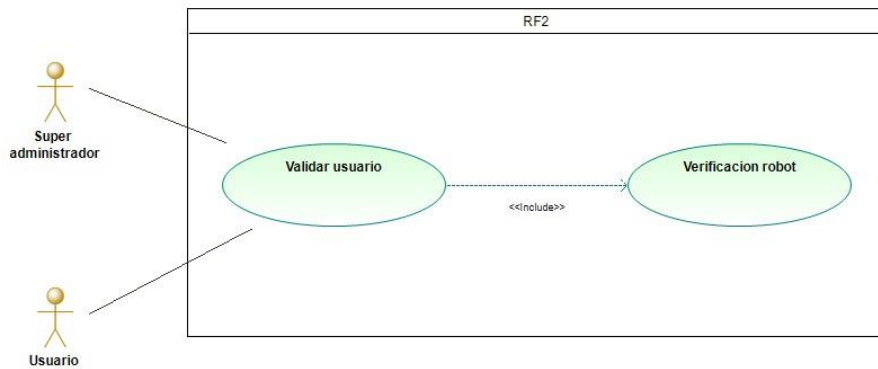


Tabla 8 Casos de uso RF2

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Validar robot
Función	Verifica si el usuario es un robot
Descripción	La aplicación debe validar que el usuario no sea un robot antes de permitir el acceso.

Ilustración 38 Casos de uso RF3

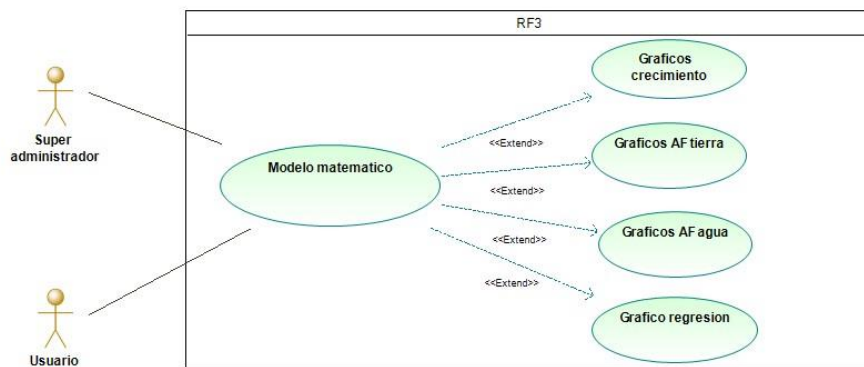


Tabla 9 Casos de uso RF3

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Sistema, Usuario
Nombre	Modelo matemático
Función	Maneja el modelo matemático para predicciones
Descripción	Se debe manejar un modelo matemático que incluya los datos capturados por los sensores y realice predicciones.

Ilustración 39 Casos de uso RF4

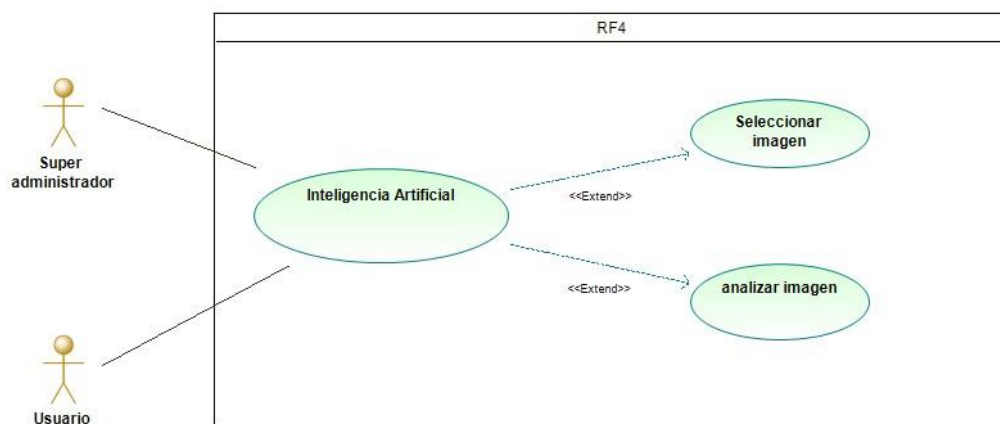


Tabla 10 Casos de uso RF4

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Sistema, Usuario
Nombre	IA
Función	Predice la identificación de plagas
Descripción	La IA predice la identificación de plagas de las lechugas a partir del set de entrenamiento inicial.

Ilustración 40 Casos de uso RF5

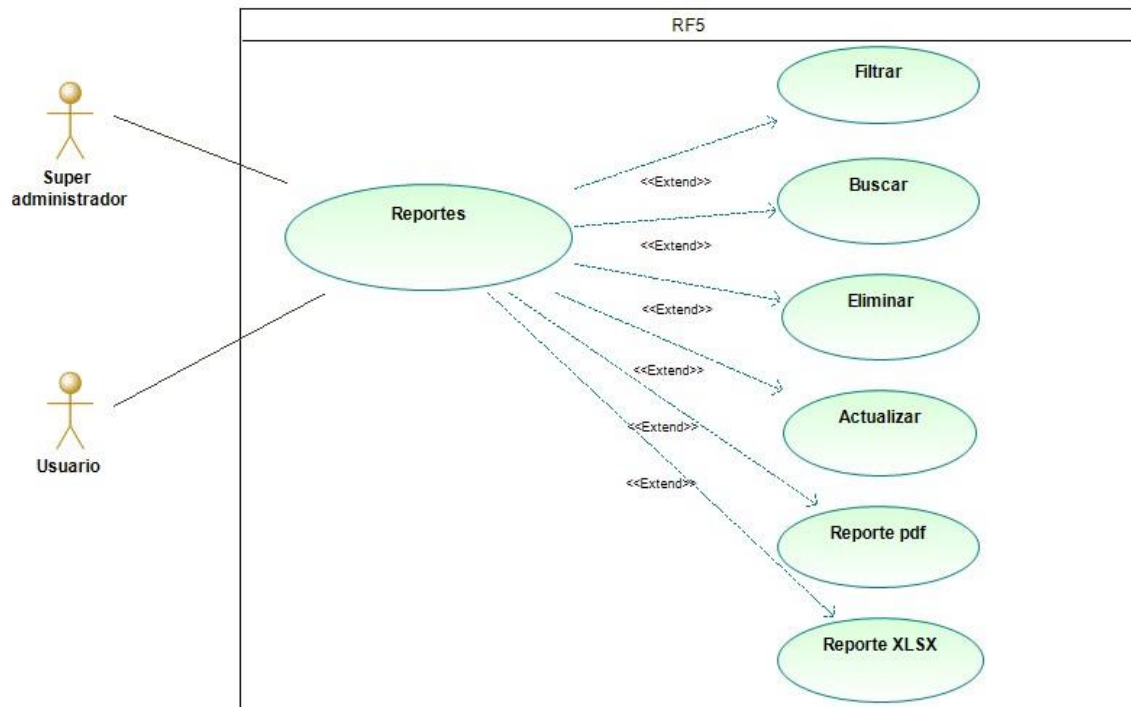


Tabla 11 Casos de uso RF5

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Gestión de los datos
Función	Verifica la validez de la información ingresada
Descripción	Los datos ingresados se deben gestionar para verificar que la información no sea errónea.

Ilustración 41 Casos de uso RF6

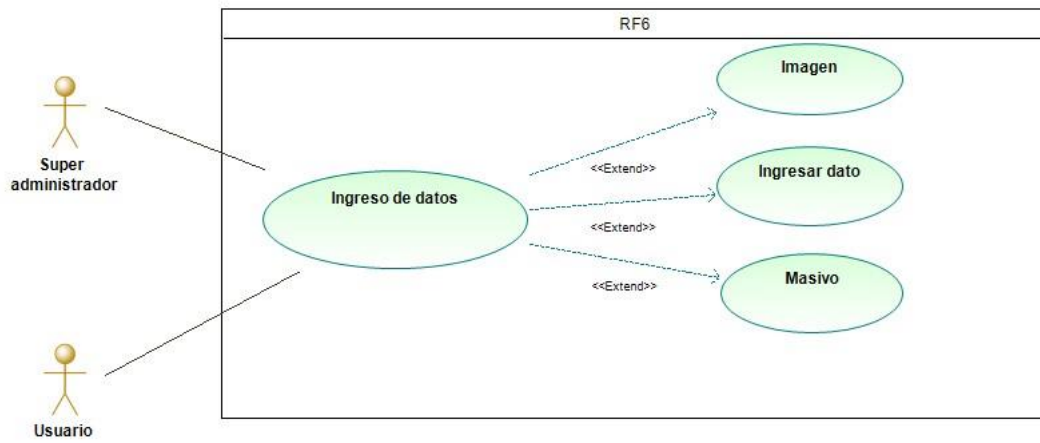


Tabla 12 Casos de uso RF6

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Seguimiento
Función	Registra y rastrea el proceso
Descripción	Llevar el registro y trazabilidad del proceso; cada usuario debe poder digitar observaciones del proceso.

Ilustración 42 Casos de uso RF7

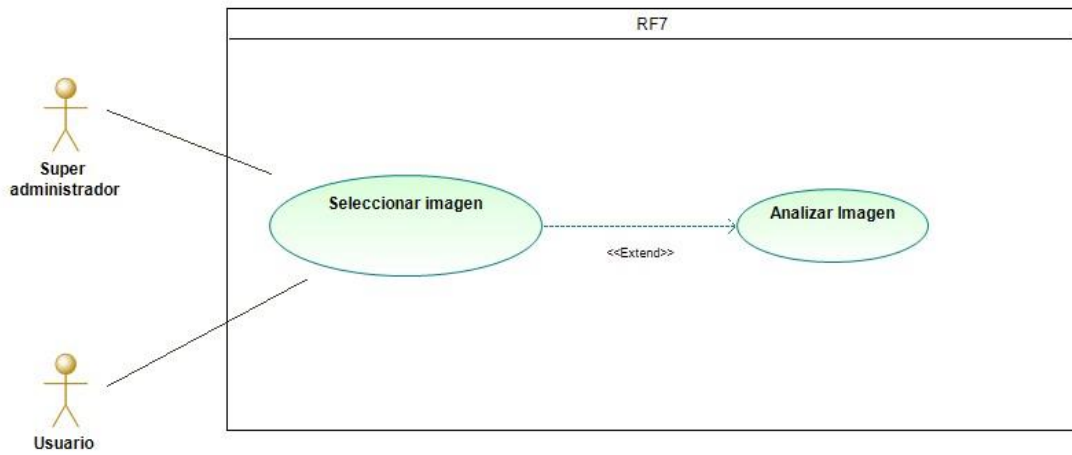


Tabla 13 Casos de uso RF7

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario, Sistema
Nombre	Analizar imagen
Función	Proporciona información sobre insectos
Descripción	El software proporciona información relevante sobre los insectos encontrados.

Ilustración 43 Casos de uso RF8

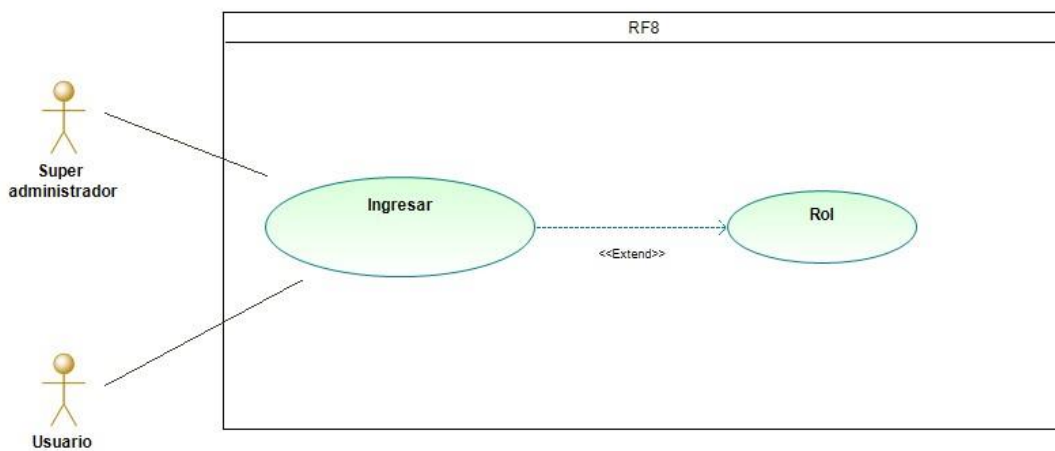


Tabla 14 Casos de uso RF8

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Super administrador, Usuario
Nombre	Acceso por roles
Función	Controla el acceso a la información
Descripción	El software debe tener roles de ingreso y mostrar solo la información correspondiente a cada usuario.

Ilustración 44 Casos de uso RF9

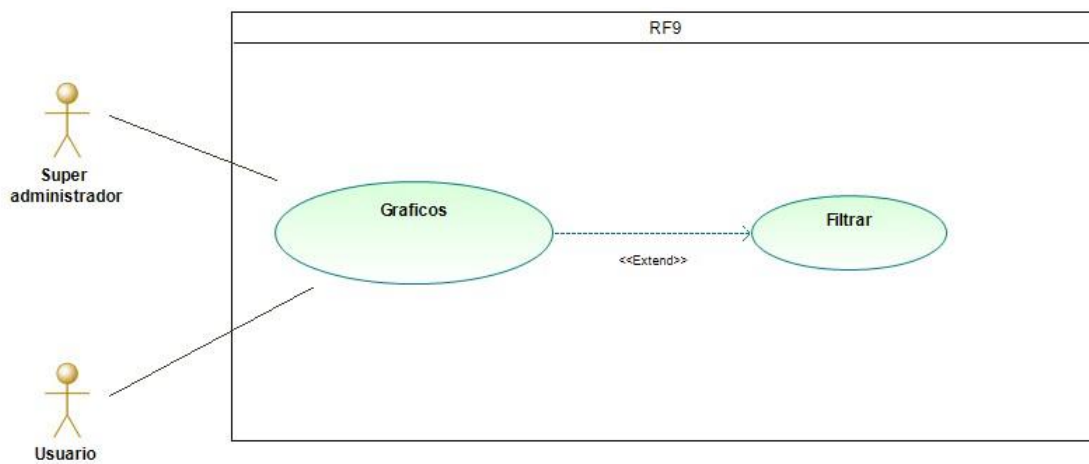


Tabla 15 Casos de uso RF9

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario, Sistema
Nombre	Integración de gráficos
Función	Mejora la visualización de los datos
Descripción	Se integrarán gráficas e instrumentos visuales para un mejor entendimiento de los datos.

Ilustración 45 Casos de uso RF10

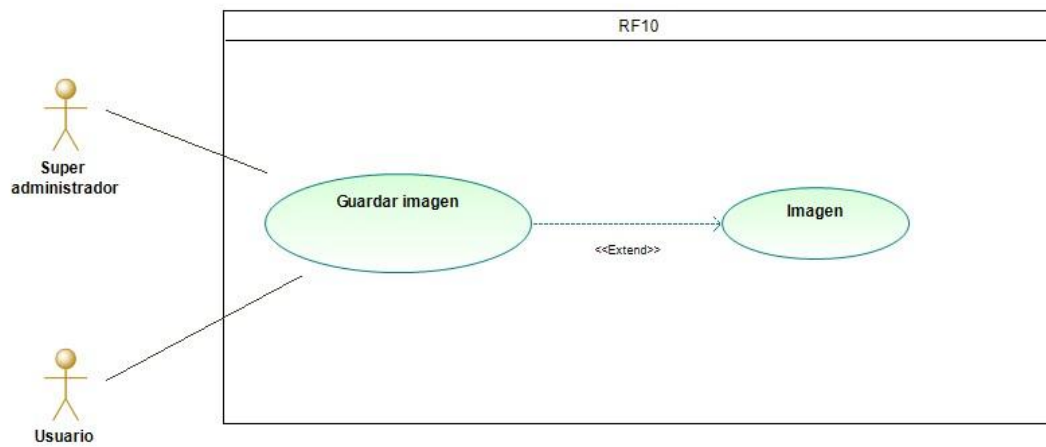


Tabla 16 Casos de uso RF10

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Imágenes
Función	Permite el ingreso y almacenamiento de imágenes
Descripción	El software debe permitir el ingreso y almacenamiento de imágenes tomadas por el usuario o el sistema.

Ilustración 46 Casos de uso RF11

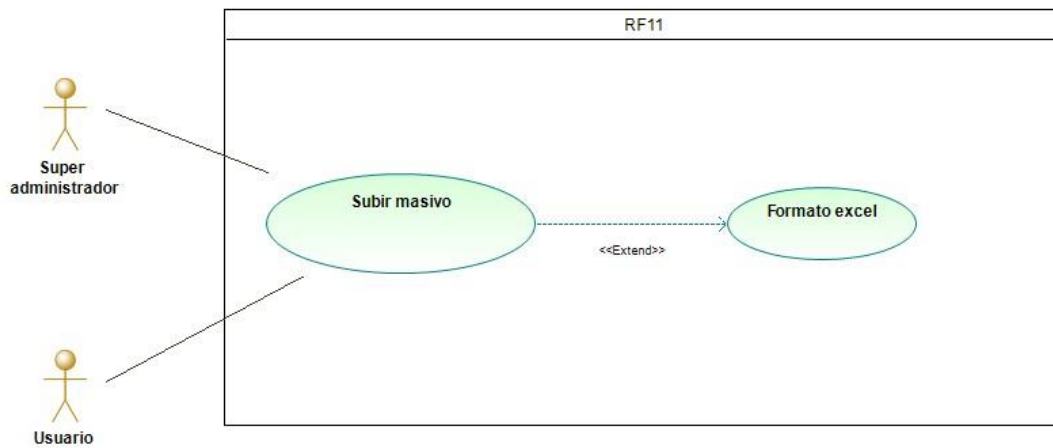


Tabla 17 Casos de uso RF11

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Subir masivo
Función	Permite la carga masiva de información
Descripción	La aplicación debe permitir subir información masivamente.

Ilustración 47 Casos de uso RF12

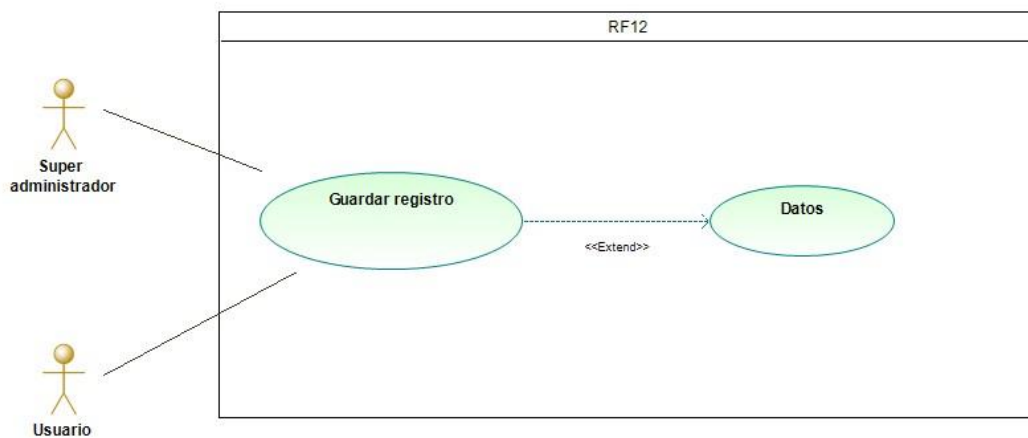


Tabla 18 Casos de uso RF12

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Sistema
Nombre	Almacenamiento de datos
Función	Garantiza la persistencia de la información
Descripción	El sistema debe tener una base de datos para el almacenamiento eficiente de la información.

Ilustración 48 Casos de uso RF13

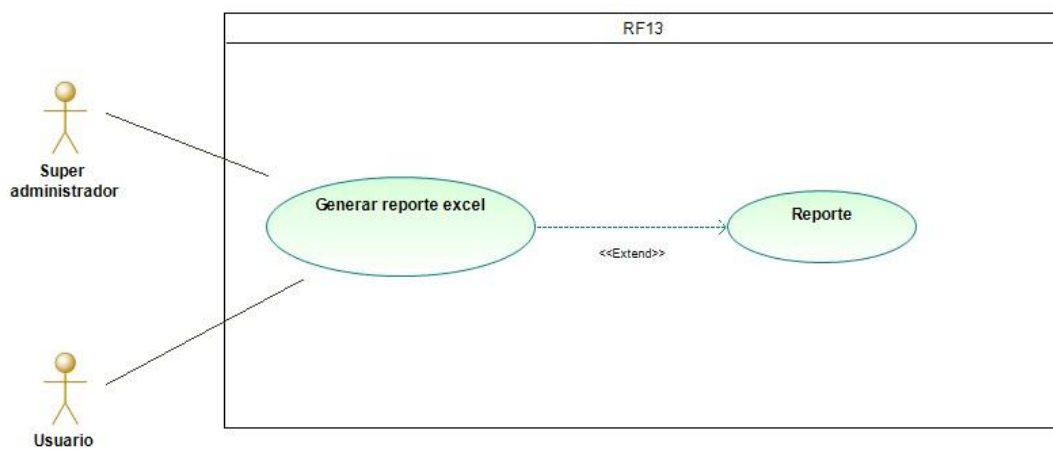


Tabla 19 Casos de uso RF13

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Reportes xlsx
Función	Genera informes en formato XLSX
Descripción	La aplicación debe permitir generar informes en formato XLSX.

Ilustración 49 Casos de uso RF14

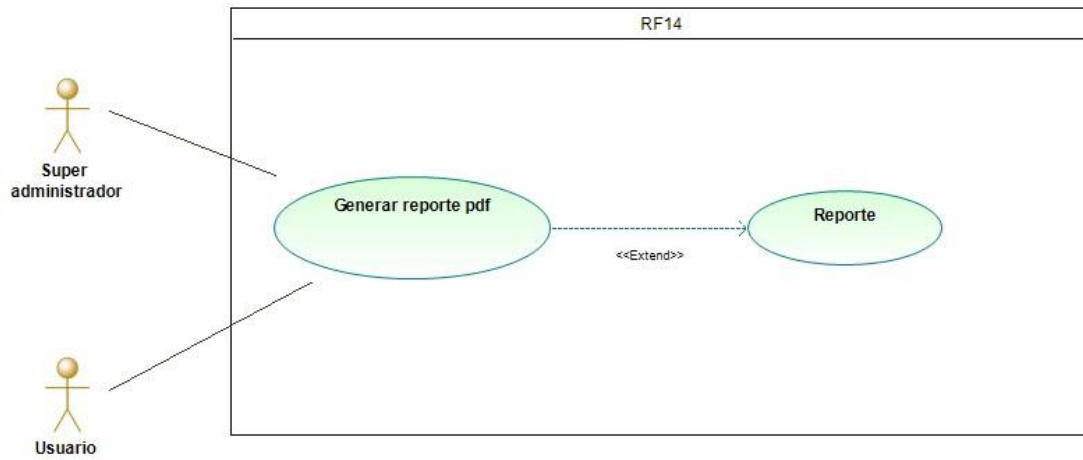


Tabla 20 Casos de uso RF14

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Reportes
Función	Generación de reportes automáticos y manuales
Descripción	Generación de reportes automáticos y manuales por días, semanas y meses, considerando una o varias variables.

Ilustración 50 Casos de uso RF15

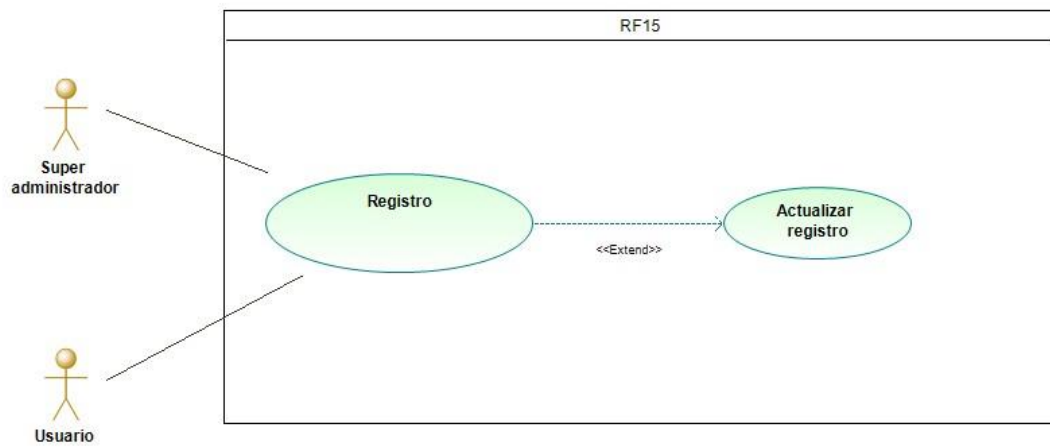


Tabla 21 Casos de uso RF15

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Actualizar registro
Función	Permite la modificación de registros
Descripción	Debe permitir actualizar los registros almacenados en la base de datos.

Ilustración 51 Casos de uso RF16

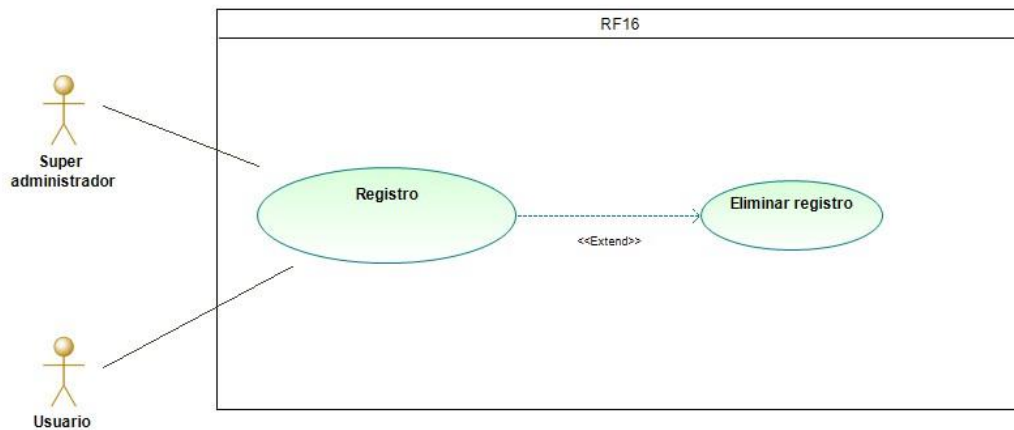


Tabla 22 Casos de uso RF16

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Eliminar registro
Función	Permite la eliminación de registros
Descripción	Debe permitir eliminar registros de la base de datos.

Ilustración 52 Casos de uso RF17

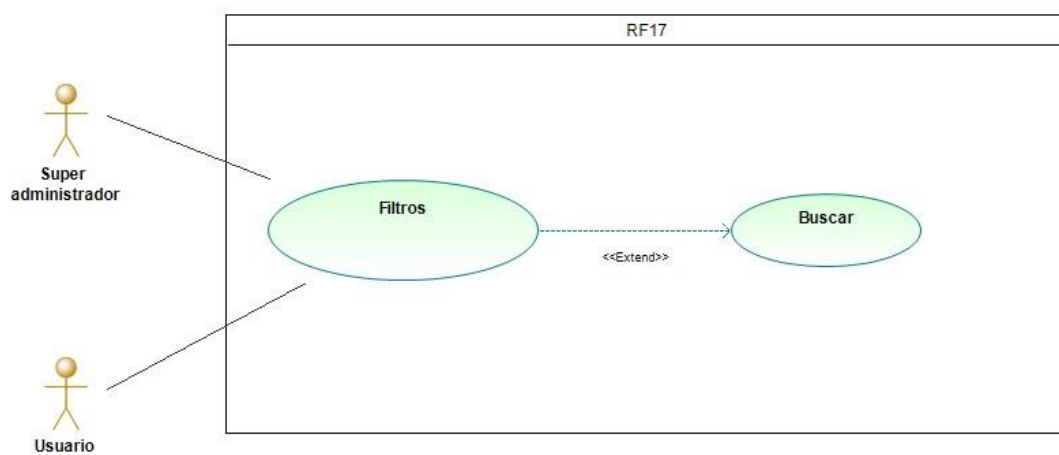


Tabla 23 Casos de uso RF17

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Filtros
Función	Facilita la búsqueda de información
Descripción	Debe permitir filtrar la información para facilitar búsquedas más asertivas.

Ilustración 53 Casos de uso RF18

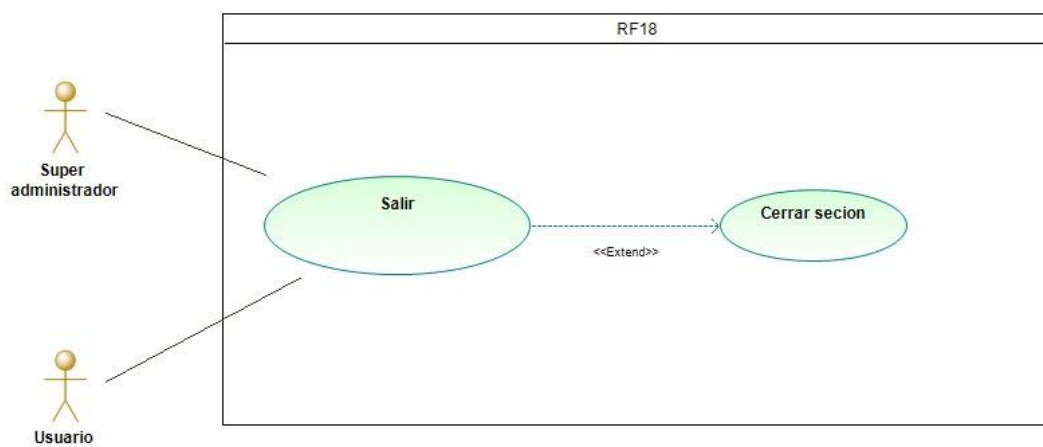


Tabla 24 Casos de uso RF18

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Salir
Función	Permite cerrar sesión
Descripción	Debe permitir a los usuarios cerrar sesión en el sistema.

Ilustración 54 Casos de uso RF19

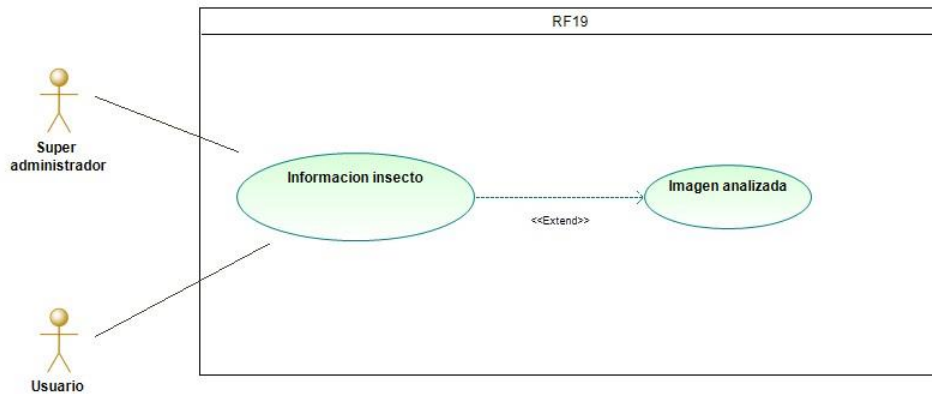


Tabla 25 Casos de uso RF19

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Información insecto
Función	Proporciona información sobre plagas
Descripción	Debe mostrar toda la información necesaria para tratar las posibles plagas en las lechugas.

Ilustración 55 Casos de uso RF20

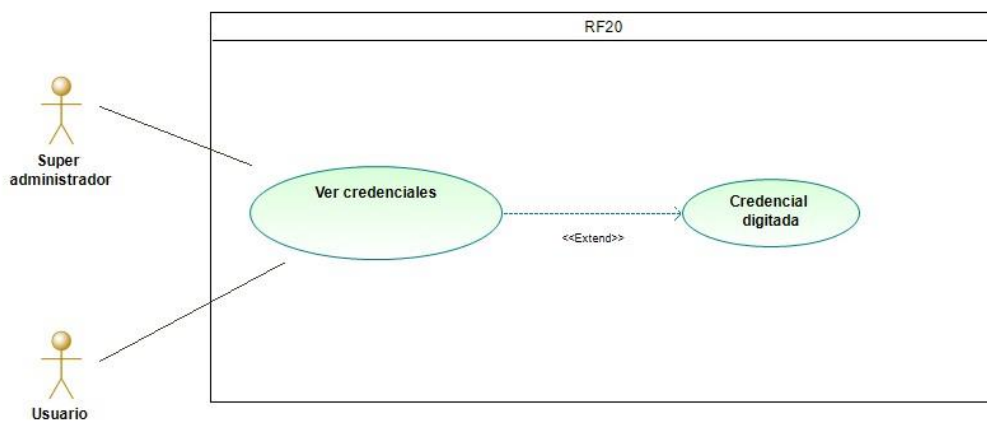


Tabla 26 Casos de uso RF20

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Credenciales
Función	Permite visualizar las credenciales ingresadas
Descripción	Debe permitir al usuario ver las credenciales que está digitando.

8.4.2 DIAGRAMAS DE SECUENCIA

Los diagramas de secuencia se centran en ilustrar la dinámica y las interacciones dentro de un sistema a lo largo del tiempo. Estos diagramas destacan las entidades involucradas, los procesos que llevan a cabo y los mensajes intercambiados entre los objetos participantes. Su propósito es mostrar la colaboración temporal entre un grupo de objetos en la aplicación, identificando las clases que componen el módulo y describiendo las invocaciones que realizan entre ellas para completar una tarea específica.

Cada diagrama de secuencia ofrece una representación visual de cómo los objetos interactúan en una secuencia particular de eventos, lo que es crucial para entender la lógica de procesamiento del sistema. Este tipo de diagrama es especialmente valioso para detectar posibles cuellos de botella en el flujo de información y para garantizar que los procesos estén debidamente sincronizados. A través de la representación gráfica de estas interacciones, los desarrolladores pueden identificar oportunidades para optimizar la eficiencia del sistema y mejorar la experiencia del usuario.

Ilustración 56 Secuencia RF1

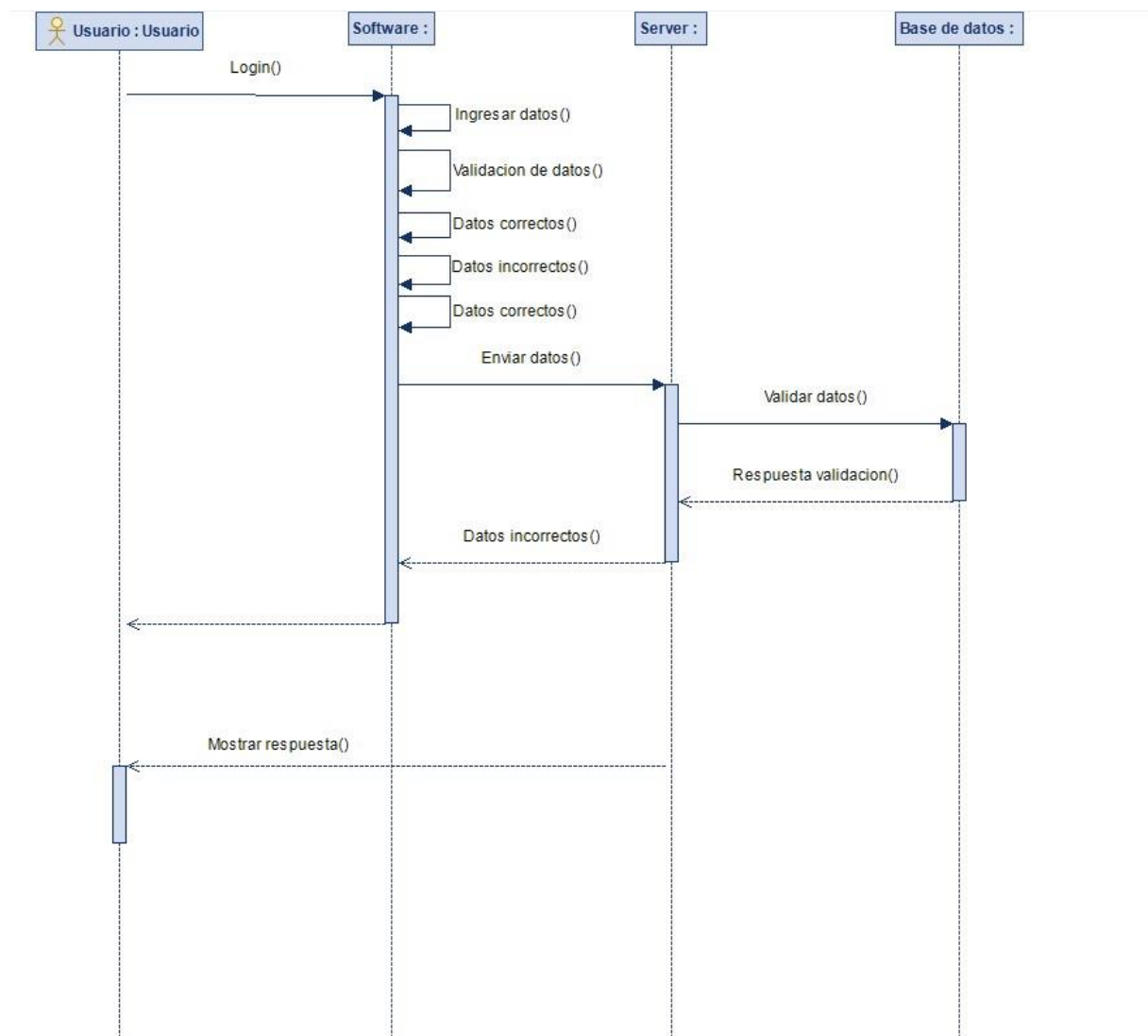


Tabla 27 Secuencia RF1

Descripción del Caso de secuencia	
Actores	Super administrador, Usuario
Nombre	Iniciar sesión
Función	Permite iniciar sesión en el sistema
Descripción	El super administrador y el usuario pueden iniciar sesión ingresando su correo y contraseña puede evidenciar las respectivas validaciones y procesos de autenticación.

Ilustración 57 Secuencia RF2

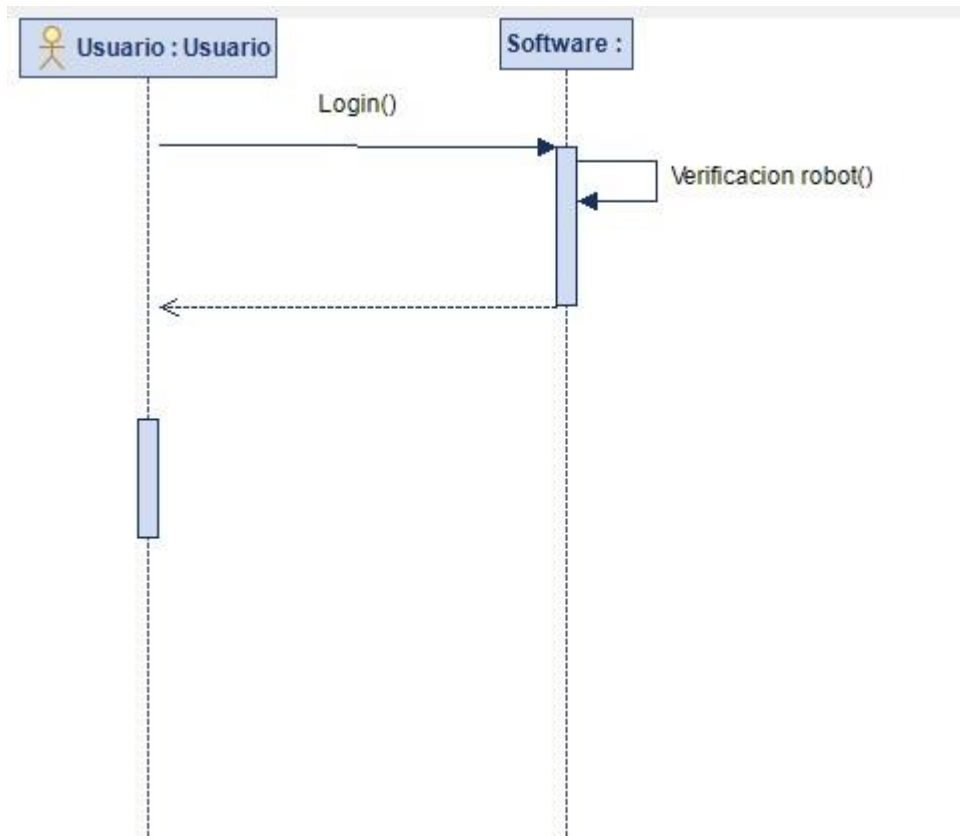


Tabla 28 Secuencia RF2

Descripción del Caso de secuencia	
Actores	Usuario
Nombre	Validar robot
Función	Verifica si el usuario es un robot
Descripción	Se evidencia la validación de robot en el login del usuario.

Ilustración 58 Secuencia RF3

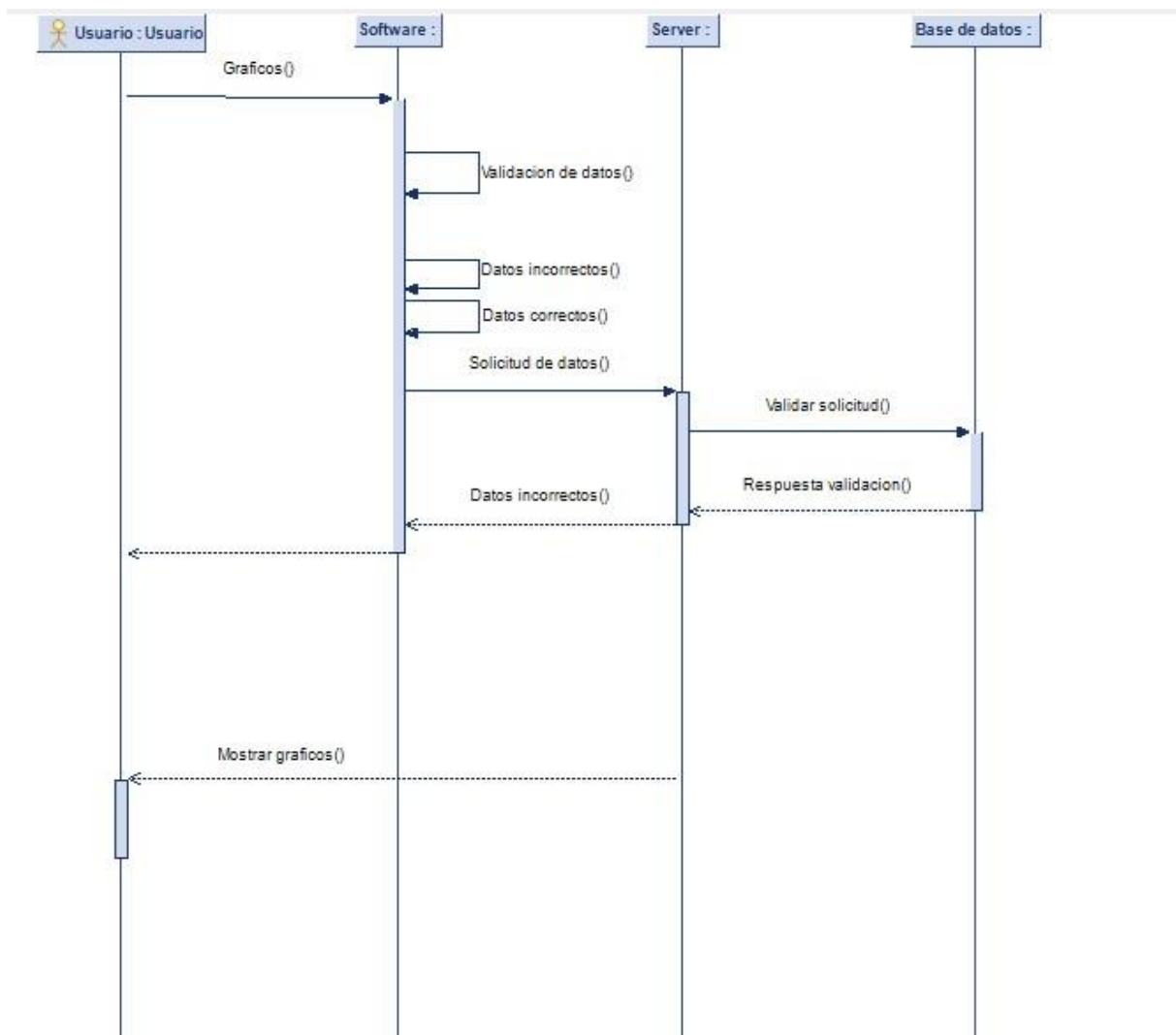


Tabla 29 Secuencia RF3

Descripción del Caso de secuencia	
Actores	Sistema, Usuario
Nombre	Modelo matemático
Función	Maneja el modelo matemático para predicciones
Descripción	Se debe manejar un modelo matemático que incluya los datos capturados por los sensores y realice predicciones. Se evidencia las diferentes capaz que debe tener el módulo para la obtención de los datos.

Ilustración 59 Secuencia RF4

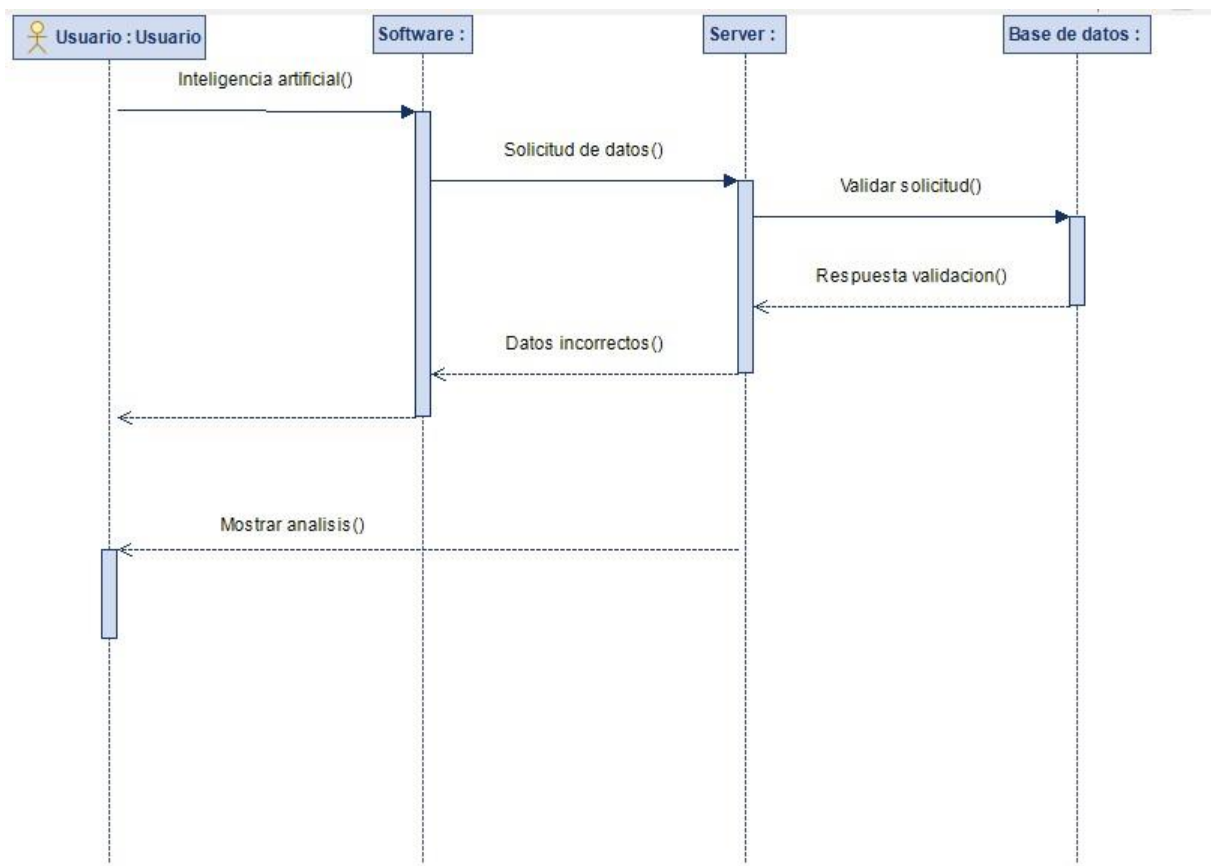


Tabla 30 Secuencia RF4

Descripción del Caso de secuencia	
Actores	Sistema, Usuario
Nombre	IA
Función	Predice la identificación de plagas
Descripción	La IA predice la identificación de plagas de las lechugas a partir del set de entrenamiento inicial. Además de consultar las imágenes de la base de datos para hacerles un análisis.

Ilustración 60 Secuencia RF5

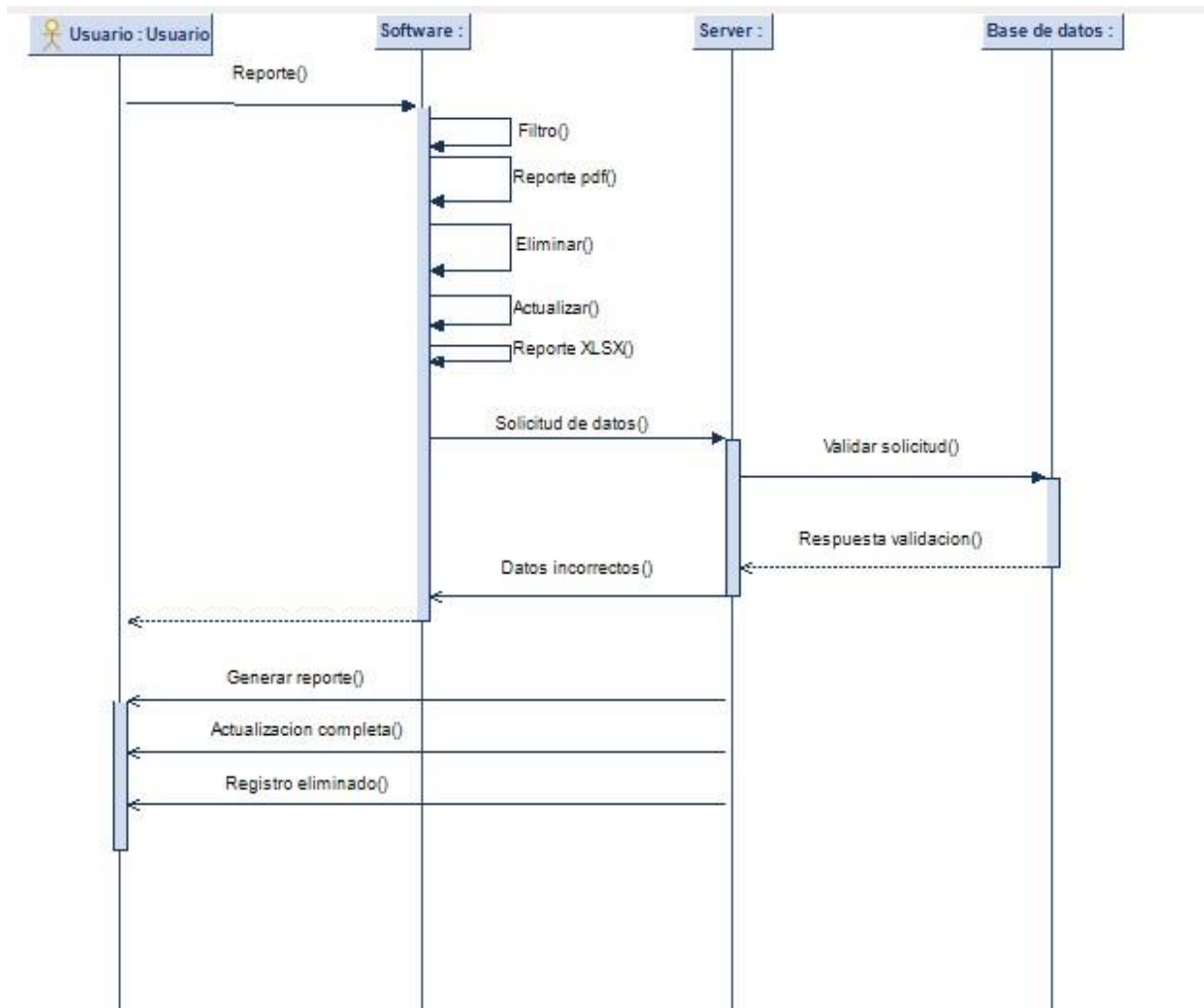


Tabla 31 Secuencia RF5

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Gestión de los datos
Función	Verifica la validez de la información ingresada
Descripción	Se puede apreciar los diferentes procesos que hace el módulo para gestionar los datos ingresados.

Ilustración 61 Secuencia RF6

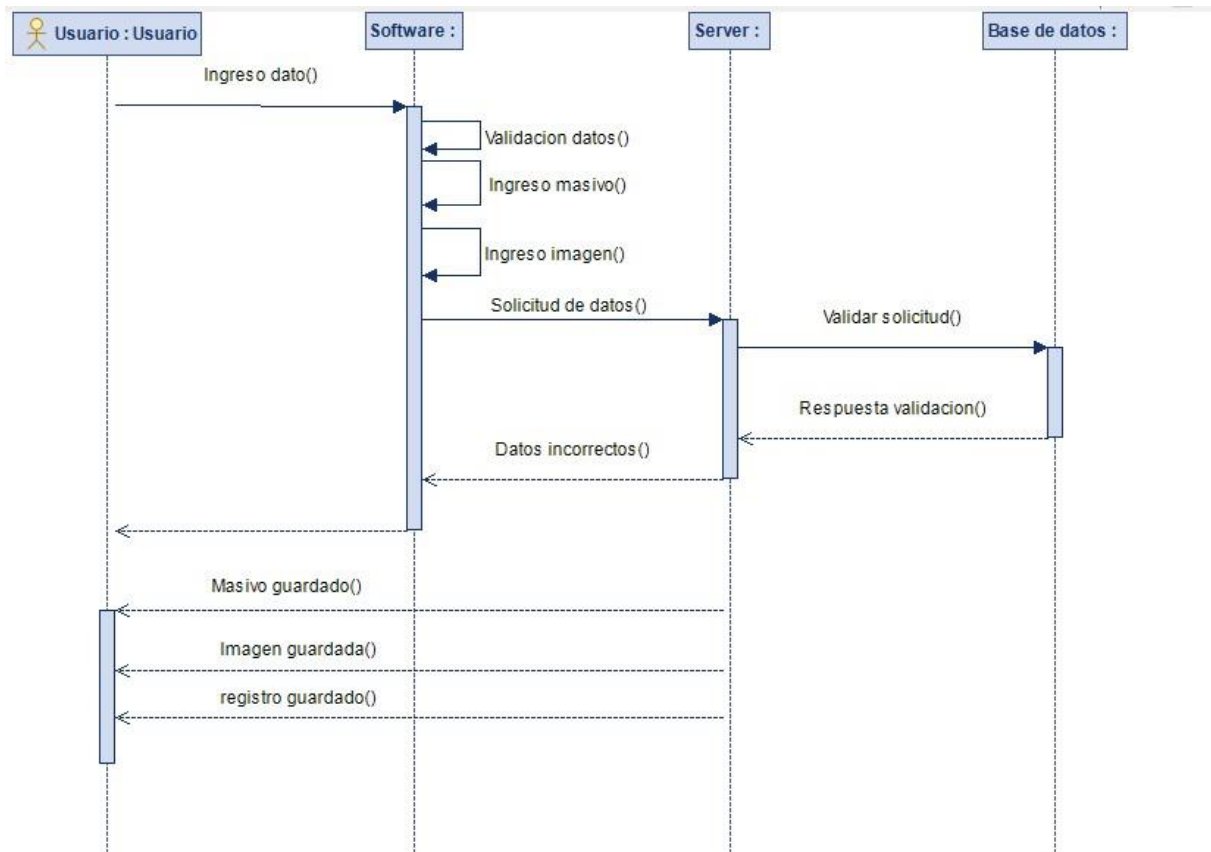


Tabla 32 Secuencia RF6

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Seguimiento
Función	Registra y rastrea el proceso
Descripción	Llevar el registro y trazabilidad del proceso; cada usuario debe poder digitar observaciones del proceso, se puede evidenciar el proceso de digitación de datos por sus diferentes capaz

Ilustración 62 Secuencia RF7

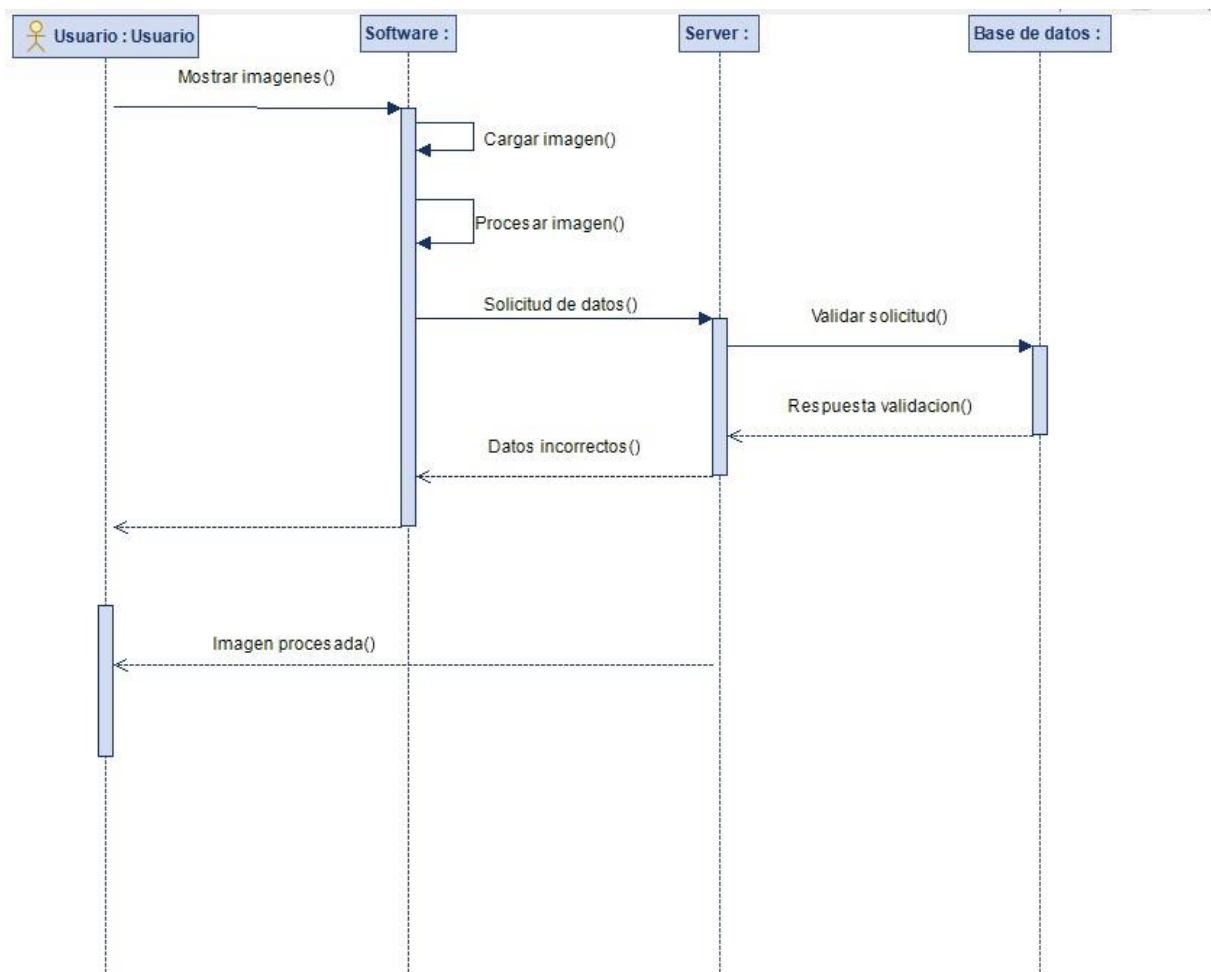


Tabla 33 Secuencia RF7

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario, Sistema
Nombre	Analizar imagen
Función	Proporciona información sobre insectos
Descripción	El software permite analizar la imagen almacenada y evidenciamos el proceso por sus diferentes capas.

Ilustración 63 Secuencia RF8

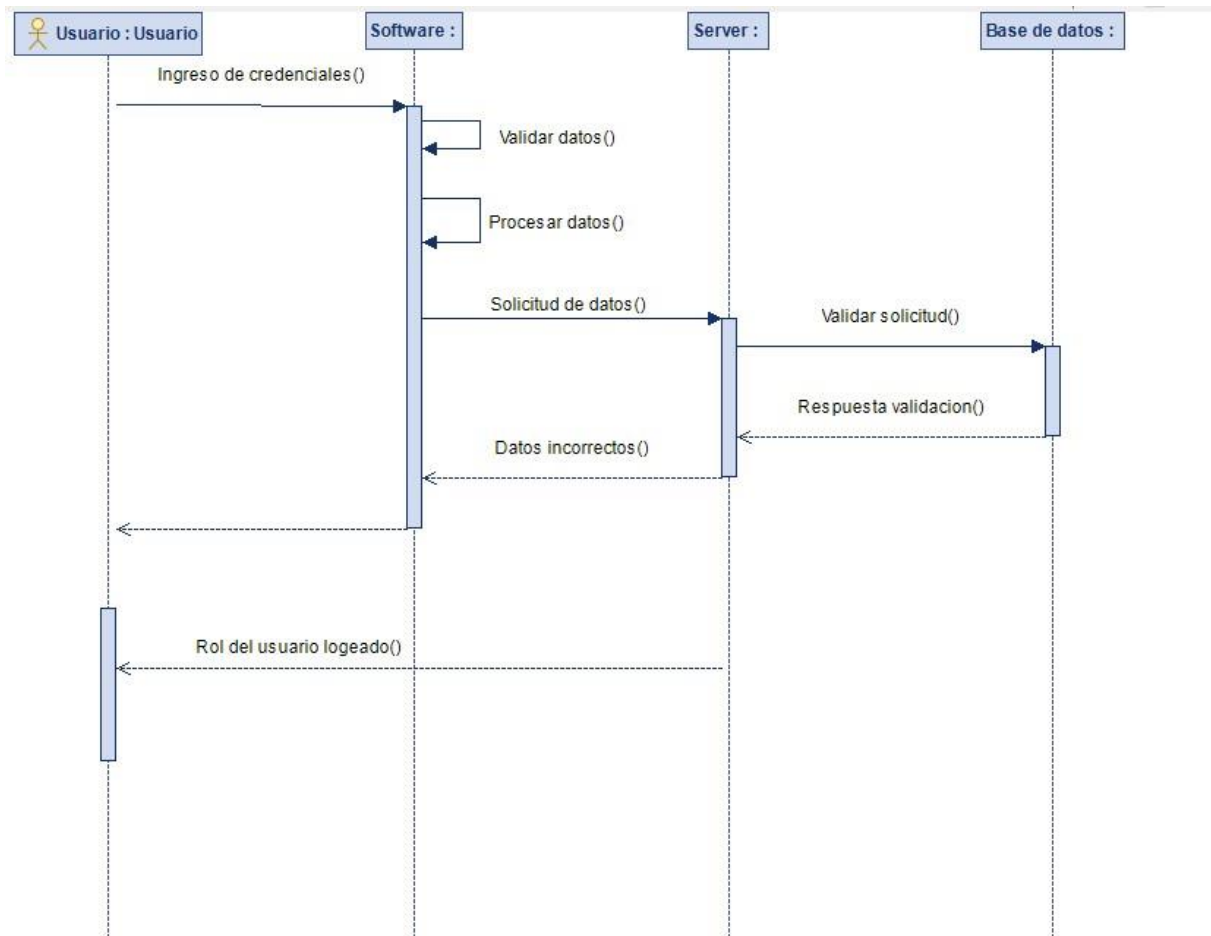


Tabla 34 Secuencia RF8

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Super administrador, Usuario
Nombre	Acceso por roles
Función	Controla el acceso a la información
Descripción	El software debe tener roles de ingreso y mostrar solo la información correspondiente a cada usuario. Podemos evidenciar el proceso que se presenta en las diferentes capas para obtener el rol del usuario.

Ilustración 64 Secuencia RF9

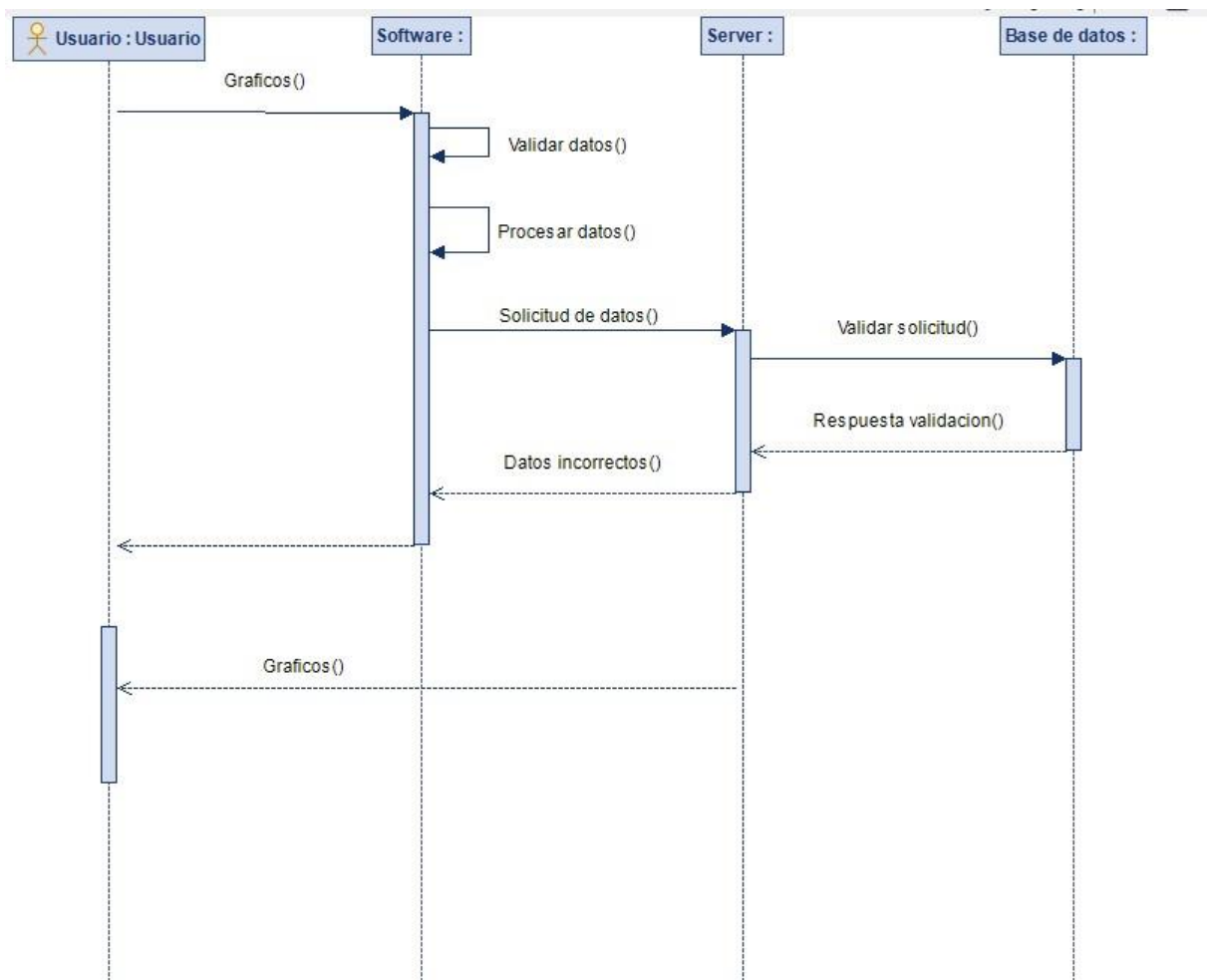


Tabla 35 Secuencia RF9

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario, Sistema
Nombre	Integración de gráficos
Función	Mejora la visualización de los datos
Descripción	Para la obtención de los gráficos, las solicitudes y obtención de los datos se ve reflejado en varias capas de la arquitectura.

Ilustración 65Secuencia RF10

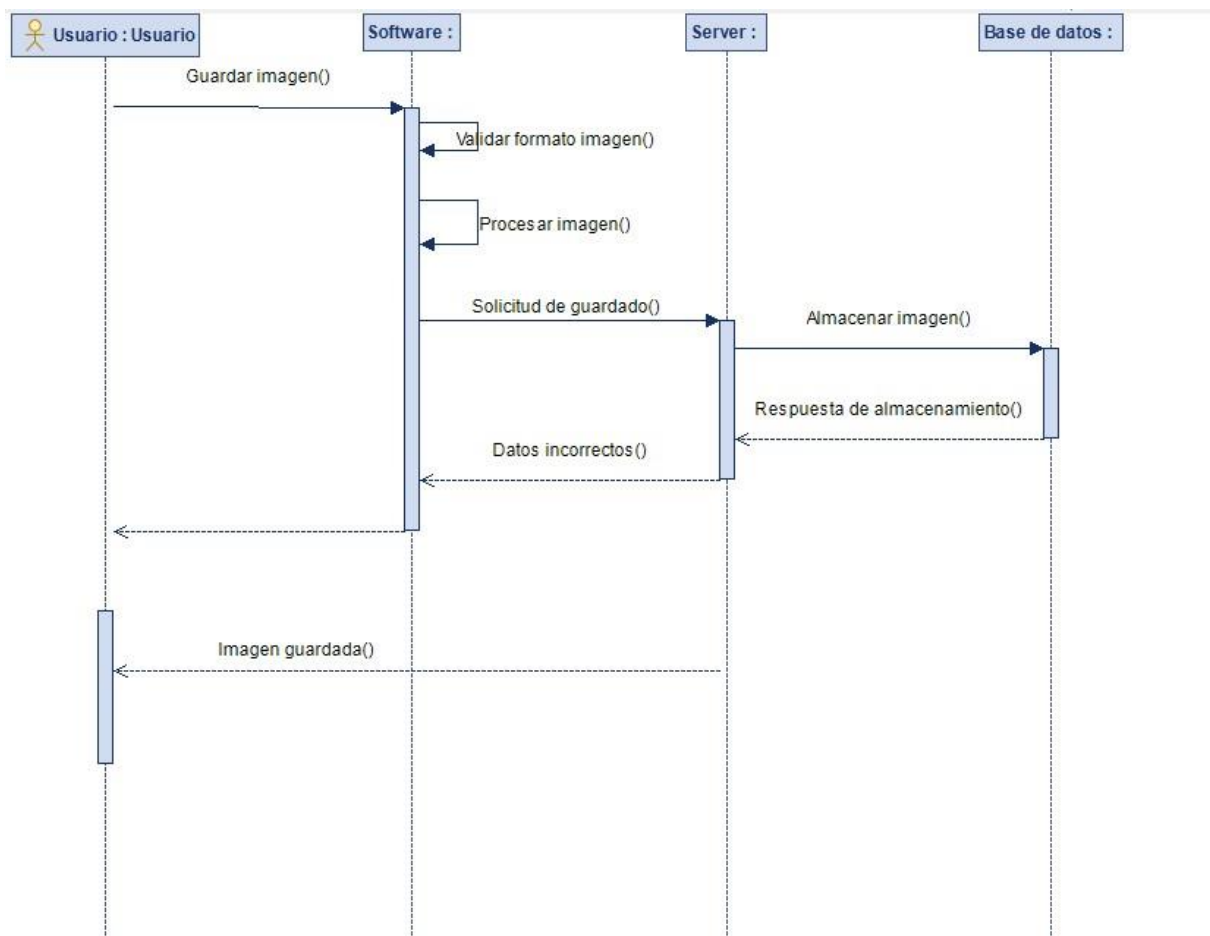


Tabla 36Secuencia RF10

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Imágenes
Función	Permite el ingreso y almacenamiento de imágenes
Descripción	El software debe permitir el ingreso y almacenamiento de imágenes tomadas por el usuario o el sistema, podemos evidenciar las diferentes capas por la que pasa las imágenes que se almacenan.

Ilustración 66Secuencia RF11

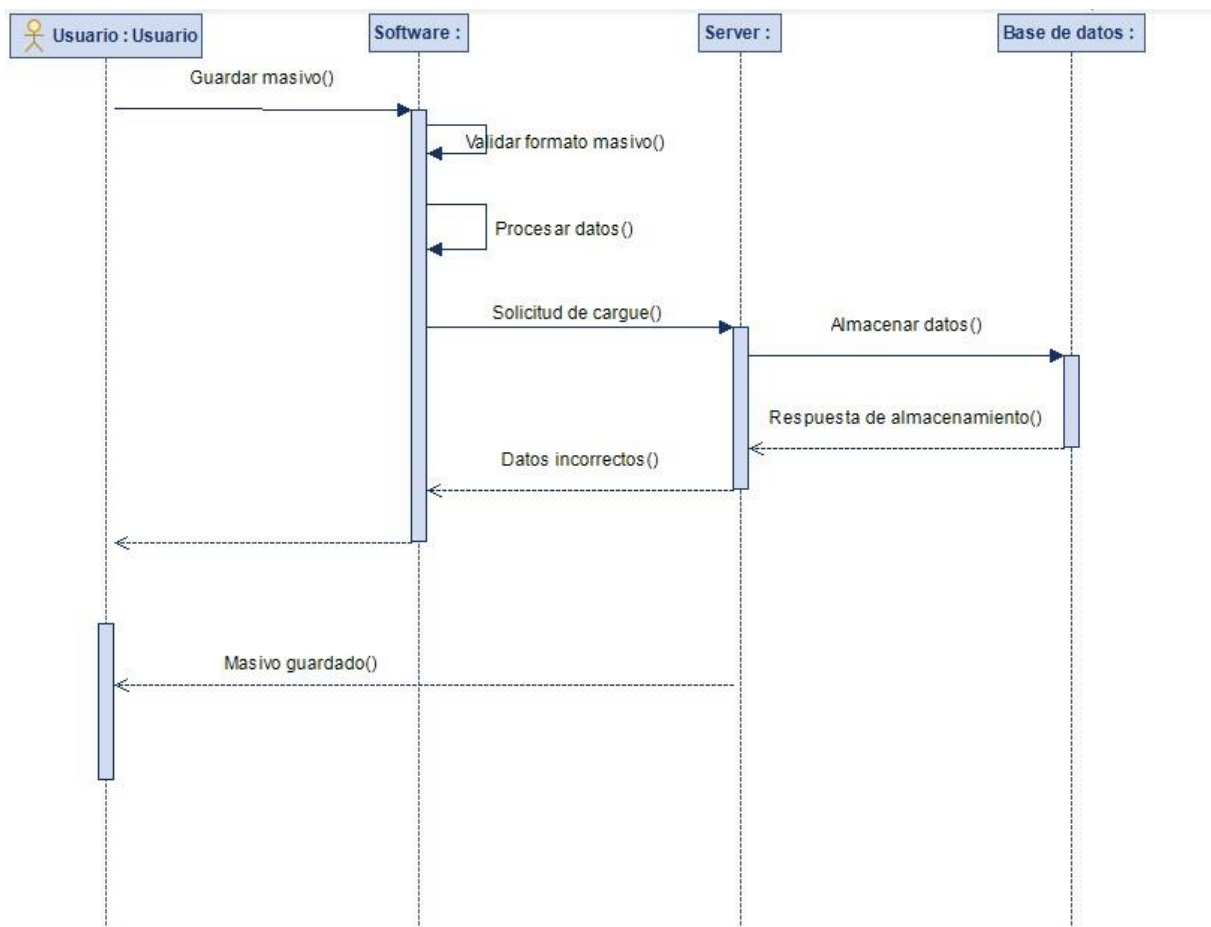


Tabla 37Secuencia RF11

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Subir masivo
Función	Permite la carga masiva de información
Descripción	La aplicación debe permitir subir información masivamente.

Ilustración 67 Secuencia RF12

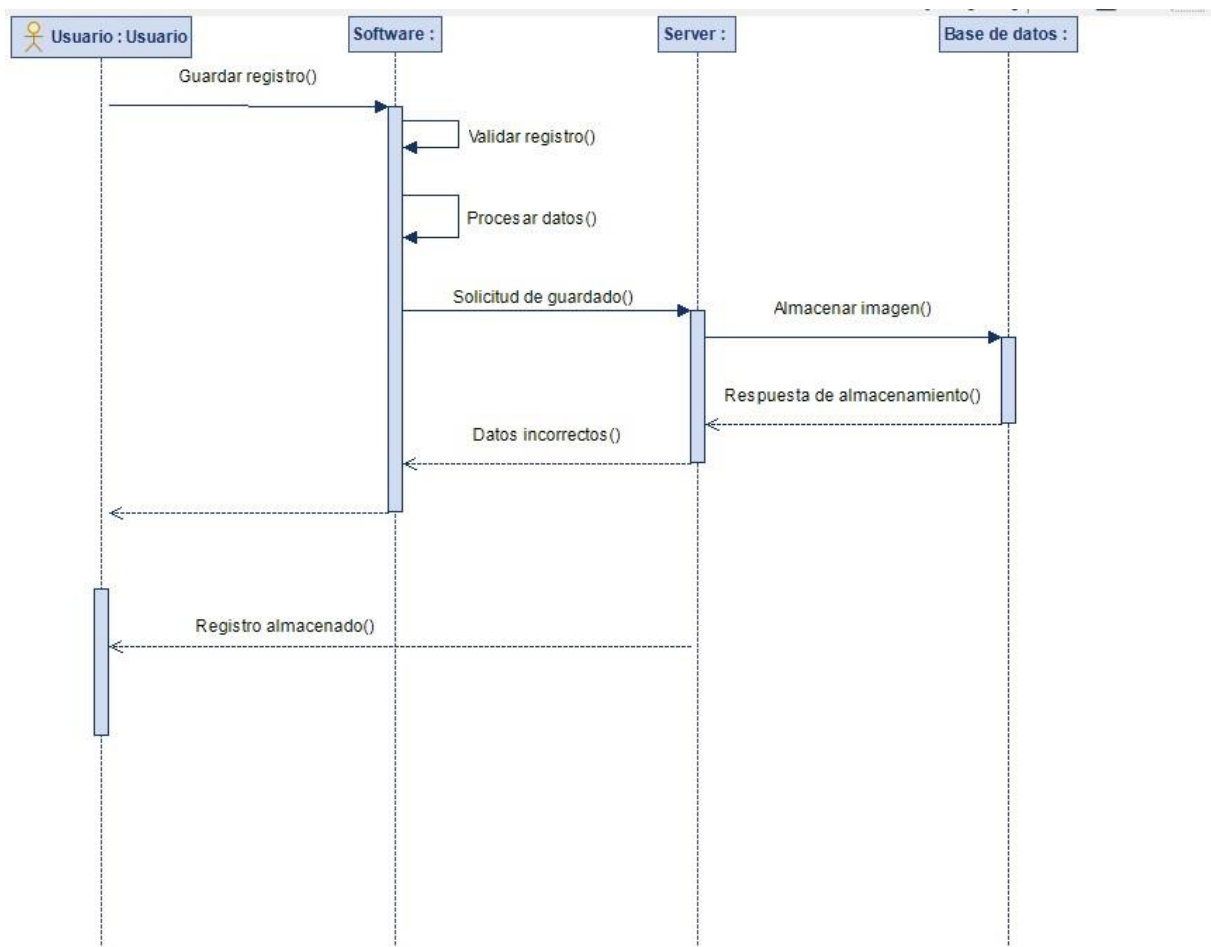


Tabla 38 Secuencia RF12

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Sistema
Nombre	Almacenamiento de datos
Función	Garantiza la persistencia de la información
Descripción	El sistema envía una confirmación al usuario o sistema cliente de que la información ha sido almacenada exitosamente.

Ilustración 68Secuencia RF13

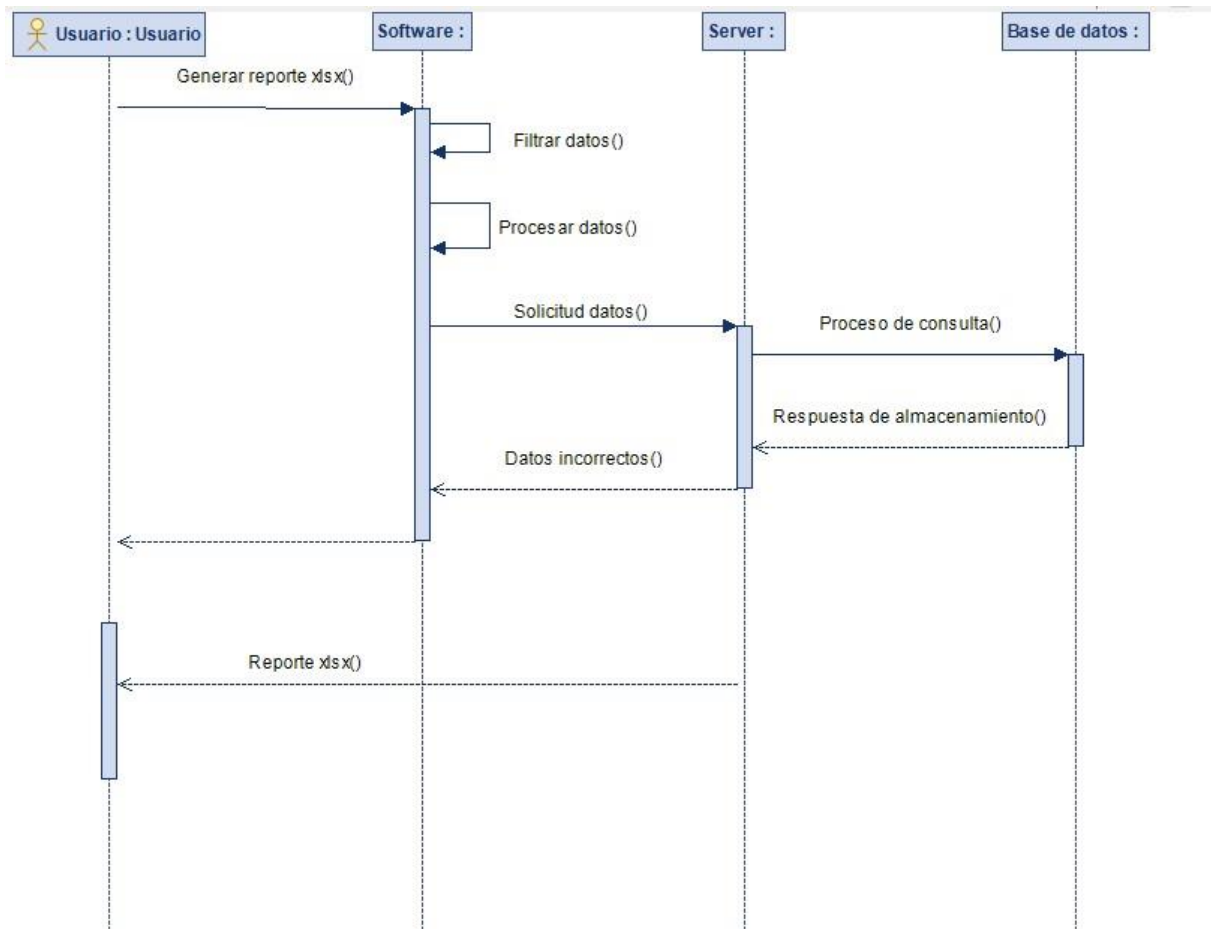


Tabla 39Secuencia RF13

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Reportes xlsx
Función	Genera informes en formato XLSX
Descripción	El sistema debe ofrecer la funcionalidad de crear y descargar reportes en formato XLSX. El usuario podrá elegir los datos que desea incluir en el informe mediante filtros o parámetros establecidos dentro de la aplicación

Ilustración 69 Secuencia RF14

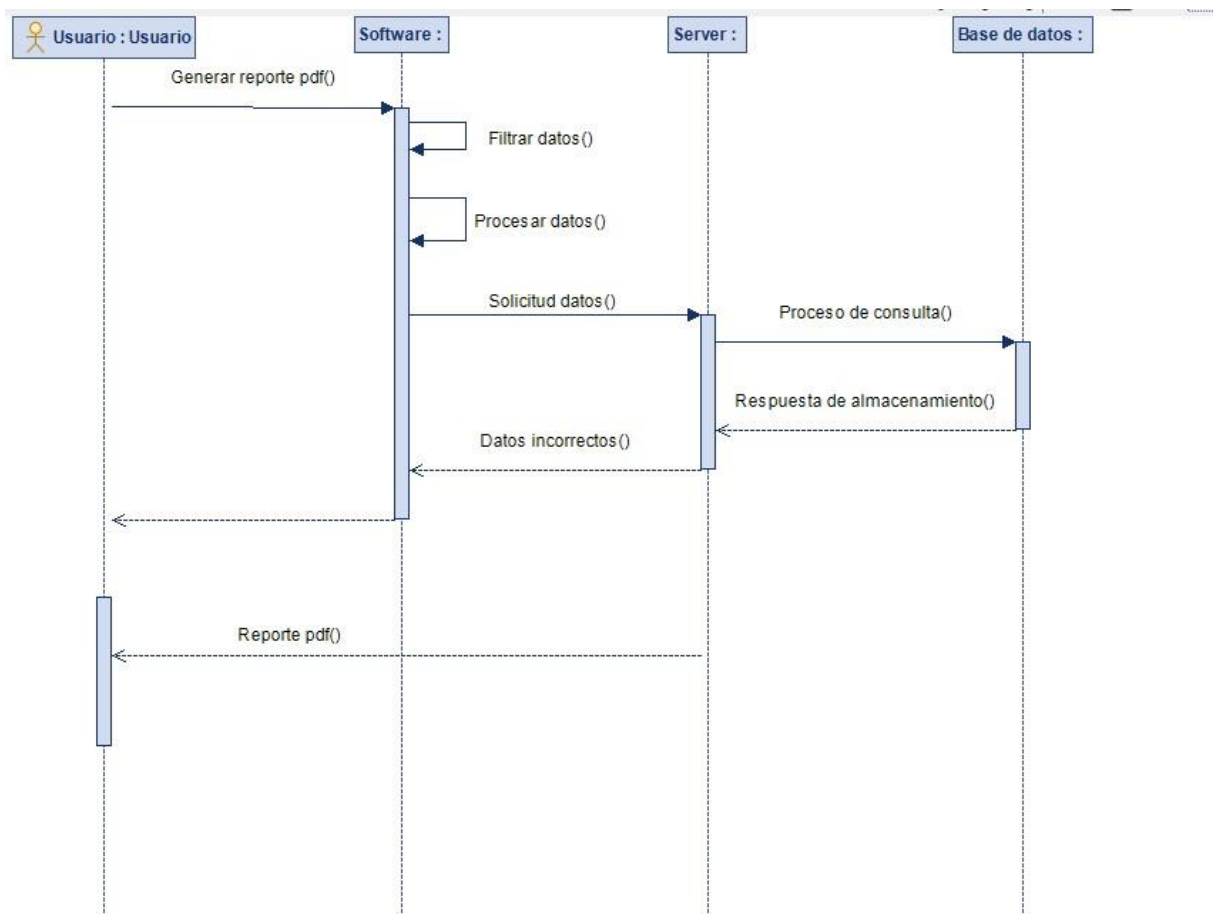


Tabla 40 Secuencia RF14

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Reportes
Función	Generación de reportes automáticos y manuales
Descripción	El sistema debe contar con la funcionalidad de generar reportes de manera automática y manual según las necesidades del usuario. Los reportes automáticos se generan en intervalos predefinidos (diario, semanal, mensual).

Ilustración 70Secuencia RF15

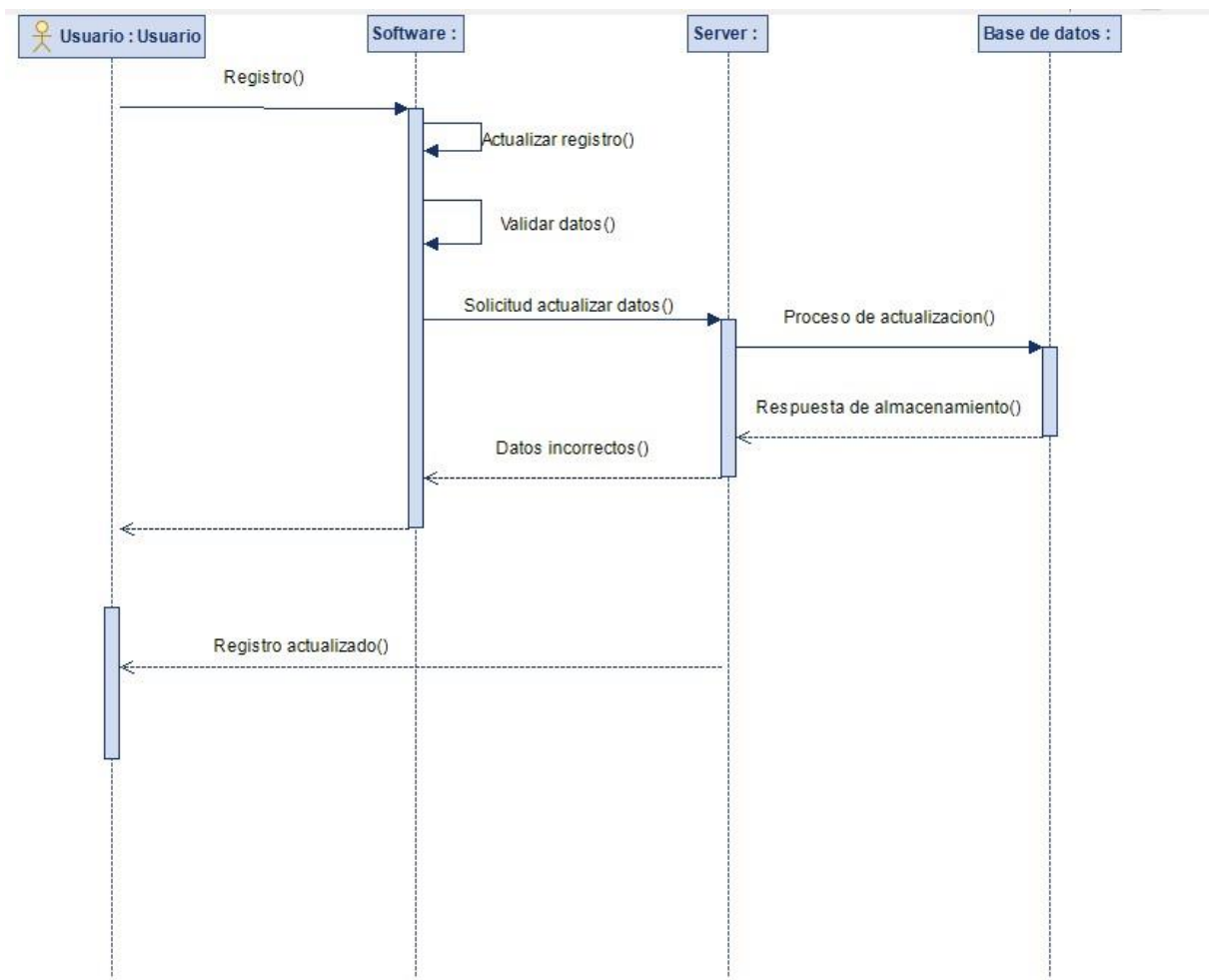


Tabla 41Secuencia RF15

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Actualizar registro
Función	Permite la modificación de registros Esto incluye la selección del registro que se desea actualizar, la edición de los campos permitidos y la validación de los datos ingresados. Tras la actualización, la información debe ser almacenada nuevamente en la base de datos y reflejada en la aplicación.
Descripción	

Ilustración 71 Secuencia RF16

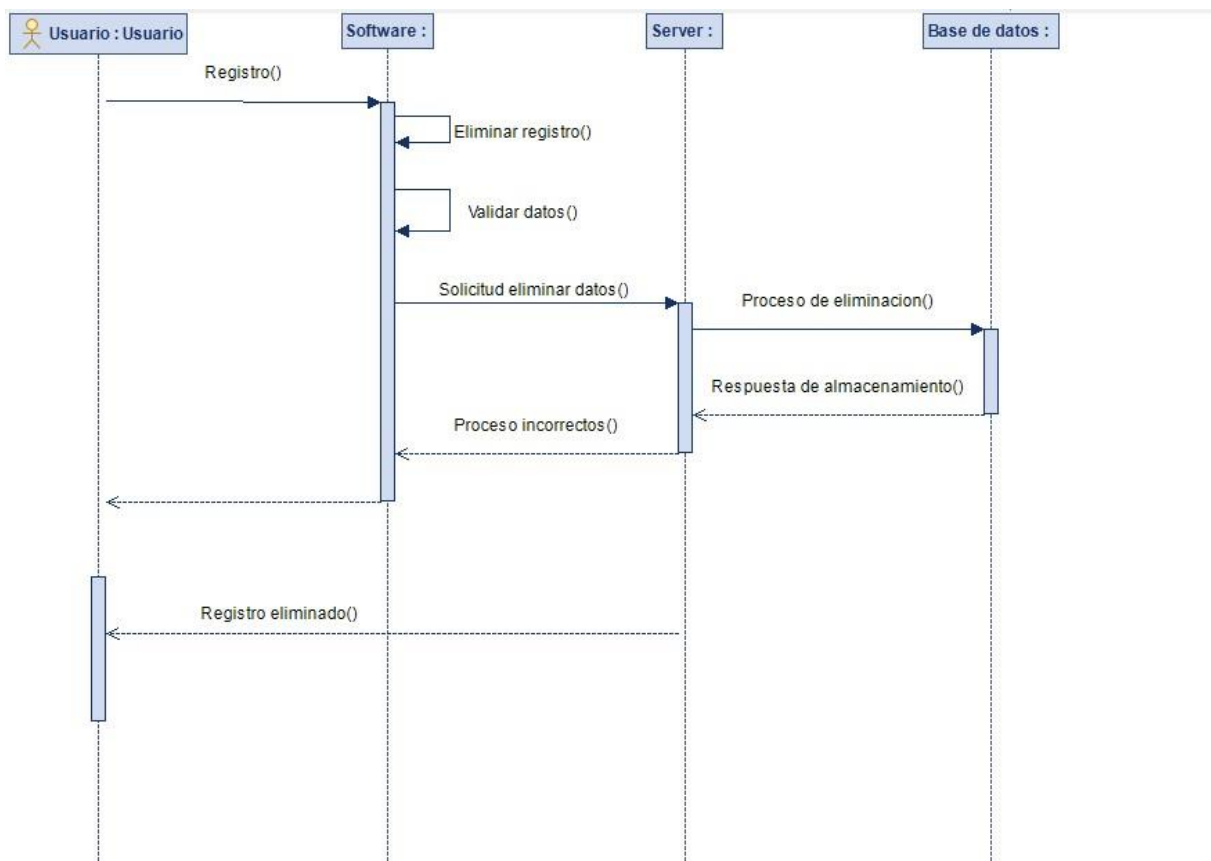


Tabla 42 Secuencia RF16

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Eliminar registro
Función	Permite la eliminación de registros
Descripción	Debe permitir eliminar registros de la base de datos, podemos evidenciar los diferentes métodos que hace por diversas capas la petición.

Ilustración 72Secuencia RF17

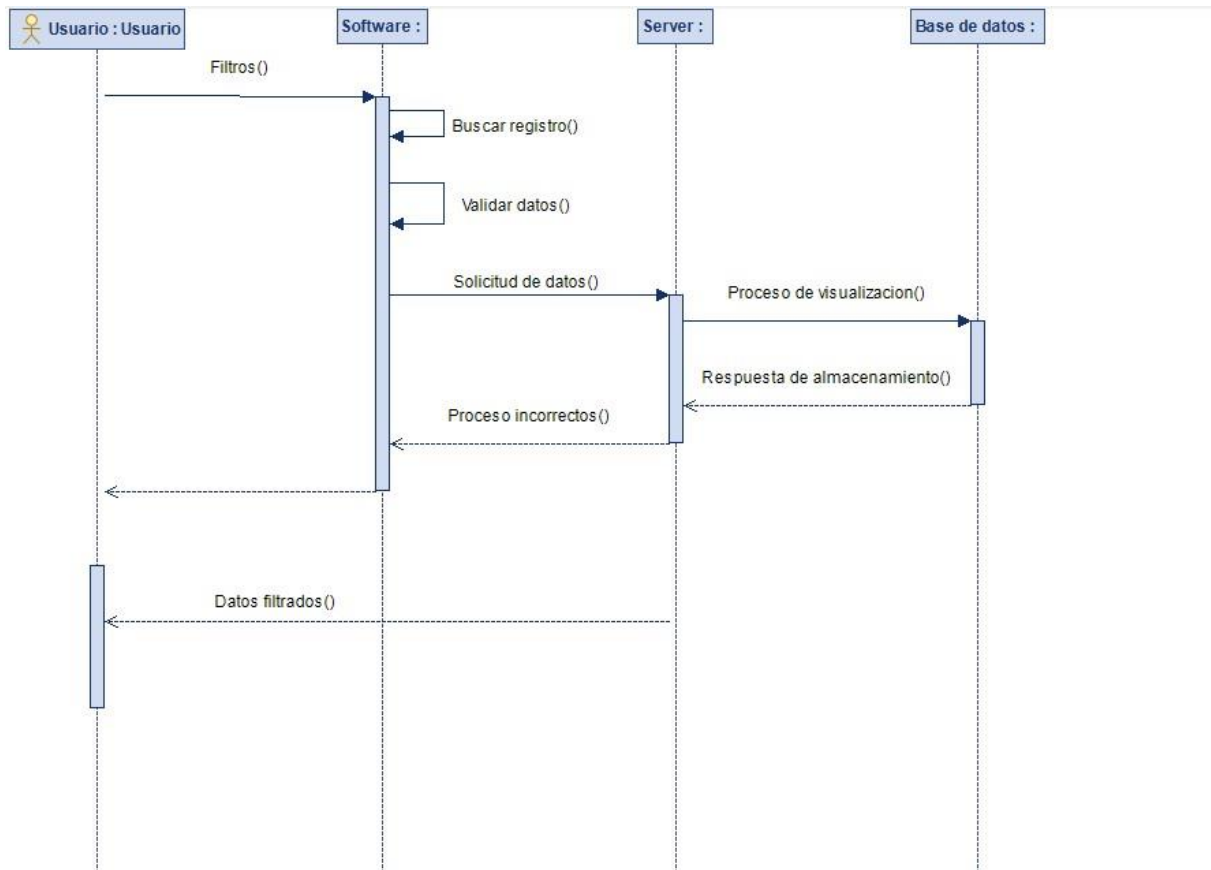


Tabla 43Secuencia RF17

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Filtros
Función	Facilita la búsqueda de información Debe permitir filtrar la información para facilitar búsquedas más asertivas. Evidenciamos el proceso de filtrado por las capas de la arquitectura.
Descripción	

Ilustración 73 Secuencia RF18

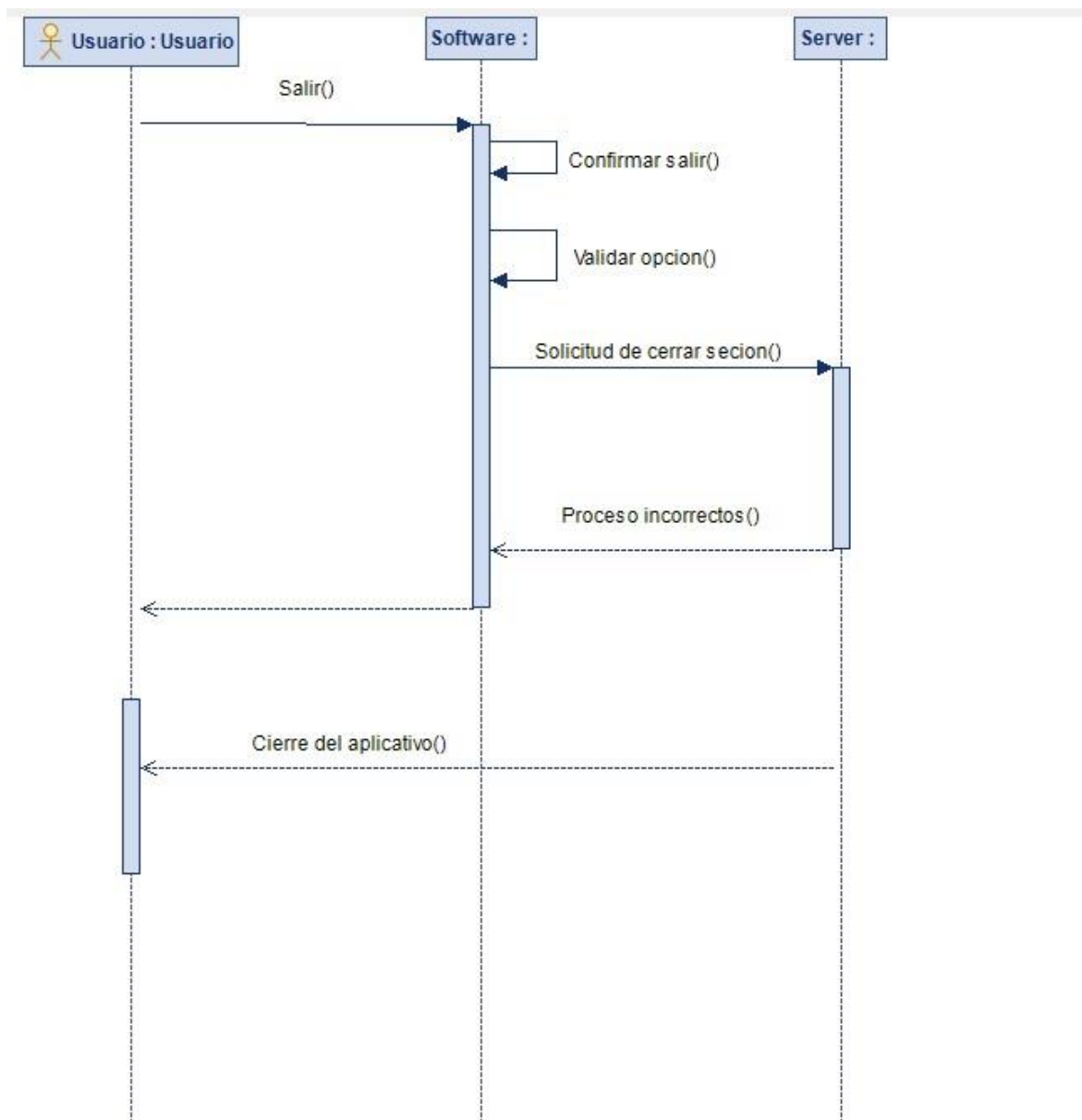


Tabla 44 Secuencia RF18

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Salir
Función	Permite cerrar sesión
Descripción	Debe permitir a los usuarios cerrar sesión en el sistema y el proceso se ejecuta en dos capas de la arquitectura.

Ilustración 74Secuencia RF19

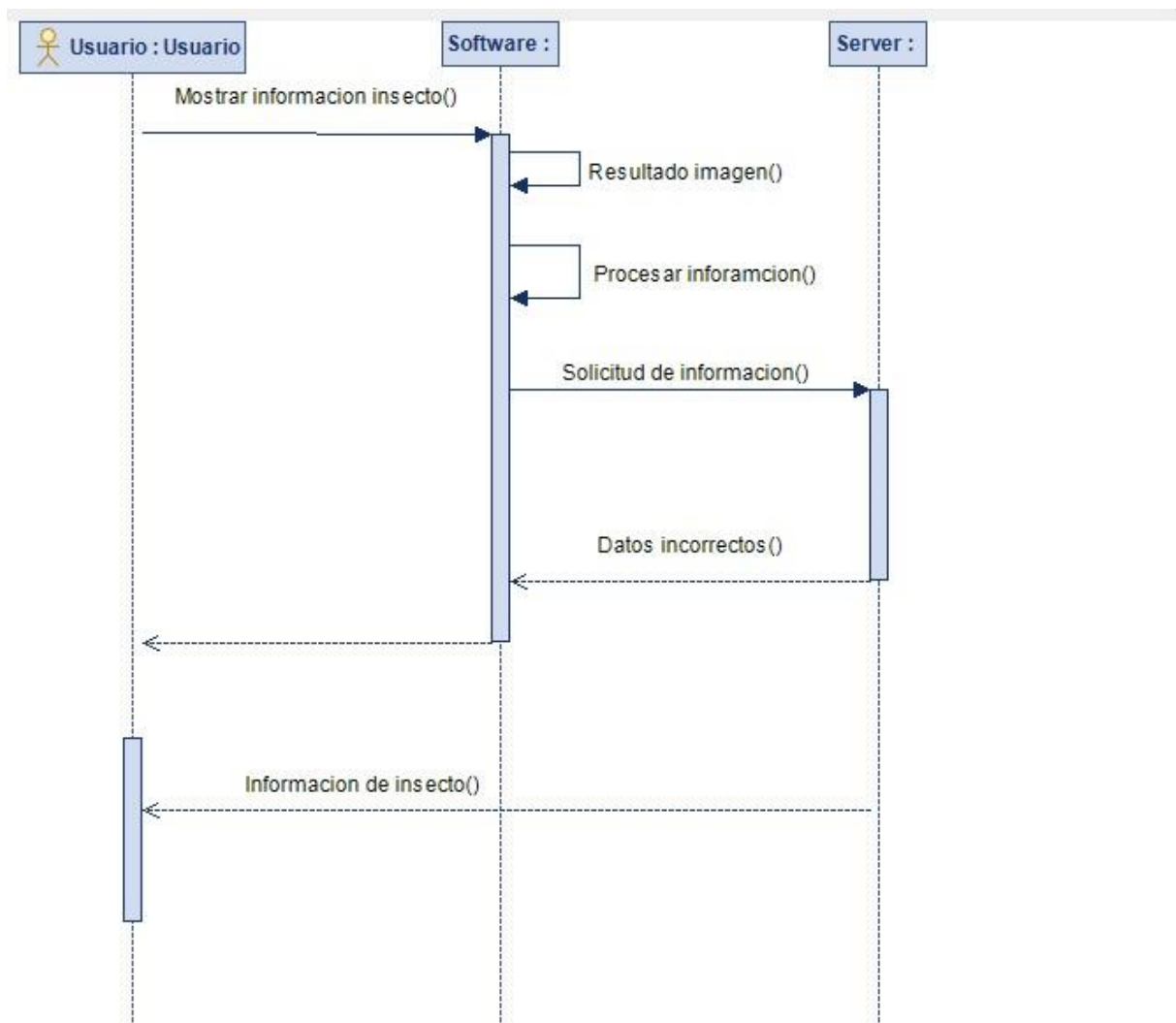


Tabla 45Secuencia RF19

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Información insecto
Función	Proporciona información sobre plagas Debe mostrar toda la información necesaria para tratar las posibles plagas en las lechugas. Esto incluye detalles como descripción del insecto, características, daños que pueden causar, métodos de prevención y control, así como recomendaciones de tratamiento.
Descripción	

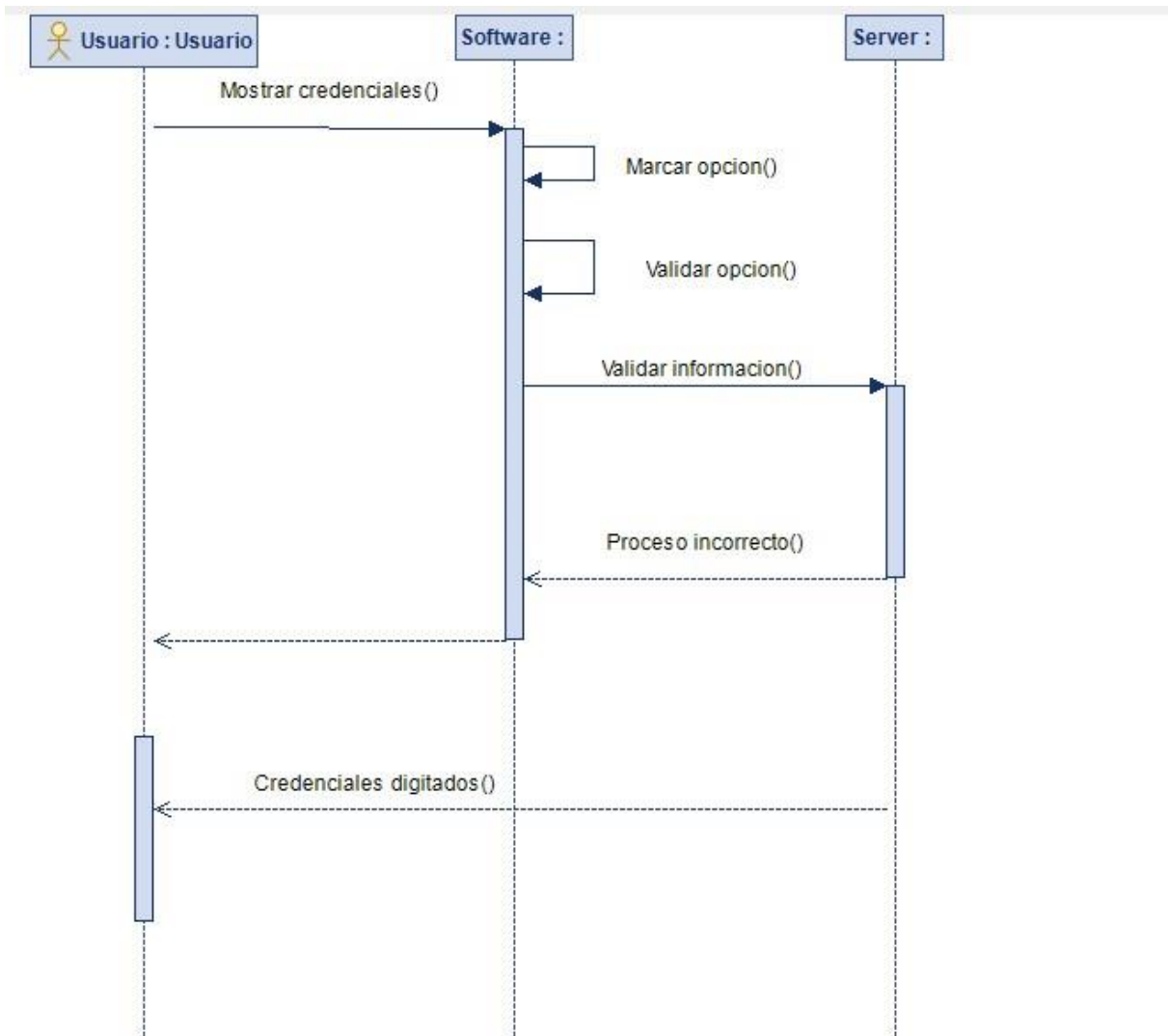


Tabla 46 Secuencia RF20

Descripción del Caso de Uso	
Actores	Usuario
Nombre	Credenciales
Función	Permite visualizar las credenciales ingresadas
Descripción	Debe permitir al usuario ver las credenciales que está digitando. Por medio de dos capas se ejecuta el proceso.

8.4.3. DIAGRAMAS DE ACTIVIDADES

Los diagramas de actividades son utilizados para representar el flujo de trabajo desde un punto de inicio hasta un punto final, proporcionando una visualización clara de las

diferentes rutas y decisiones que pueden tomarse en cada etapa del proceso. Estos diagramas detallan las acciones que un usuario debe llevar a cabo para cumplir con los requisitos del sistema, así como las condiciones bajo las cuales se producen estas acciones.

El objetivo principal de los diagramas de actividades es describir un camino que el usuario debe seguir para completar con éxito un proceso determinado. Al hacerlo, permiten identificar las alternativas posibles y los puntos de decisión que pueden afectar el resultado del flujo de trabajo. Esta representación gráfica es invaluable para la identificación de procesos redundantes o ineficientes y para la mejora continua del sistema. Al mapear las actividades de manera visual, los desarrolladores pueden facilitar la comprensión de los flujos de trabajo y, a su vez, mejorar la capacitación de los usuarios finales.

Ilustración 76 Actividad RF1

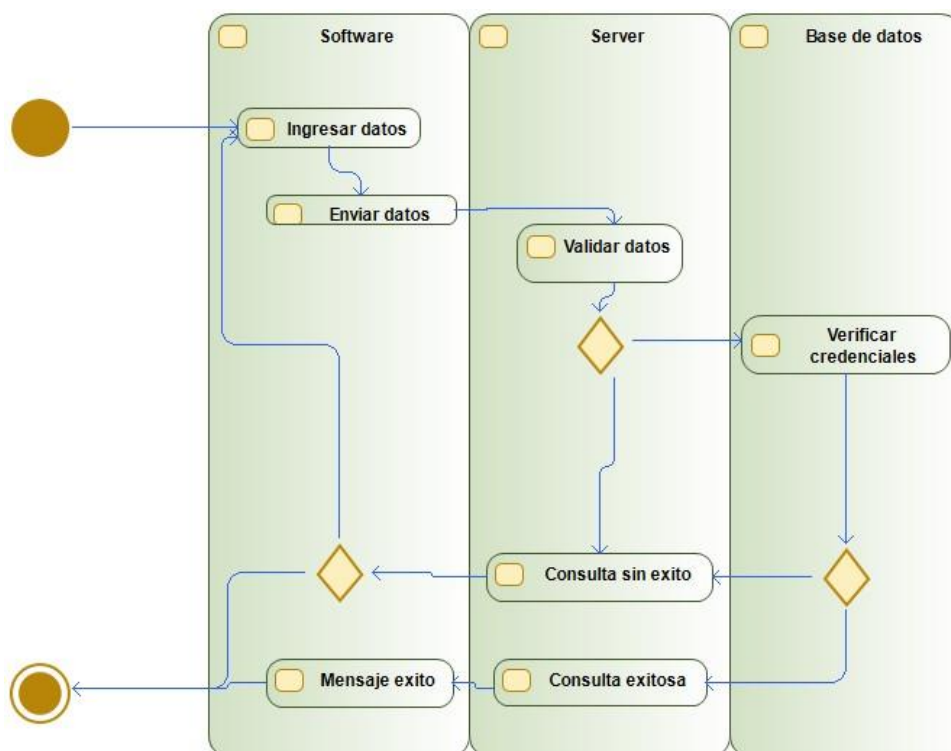


Tabla 47 Actividad RF1

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Super administrador, Usuario
Función	Permite iniciar sesión en el sistema

Descripción

El super administrador y el usuario pueden llevar a cabo la administración de sus sesiones, ingresando su correo y contraseña. La interacción se evidencia a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend), con validaciones adecuadas en cada capa.

Ilustración 77 Actividad RF2

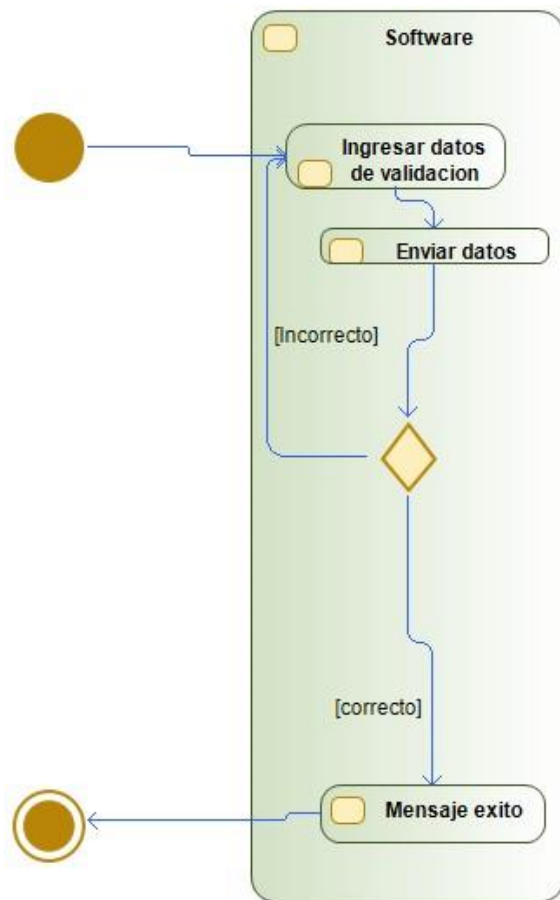


Tabla 48 Actividad RF2

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Permite validar si el usuario es un robot

Descripción

La aplicación verifica si el usuario es un robot antes de permitir el acceso, evidenciando la interacción en la base de datos y en el sistema (Backend) con validaciones en el Frontend.

Ilustración 78 Actividad RF3

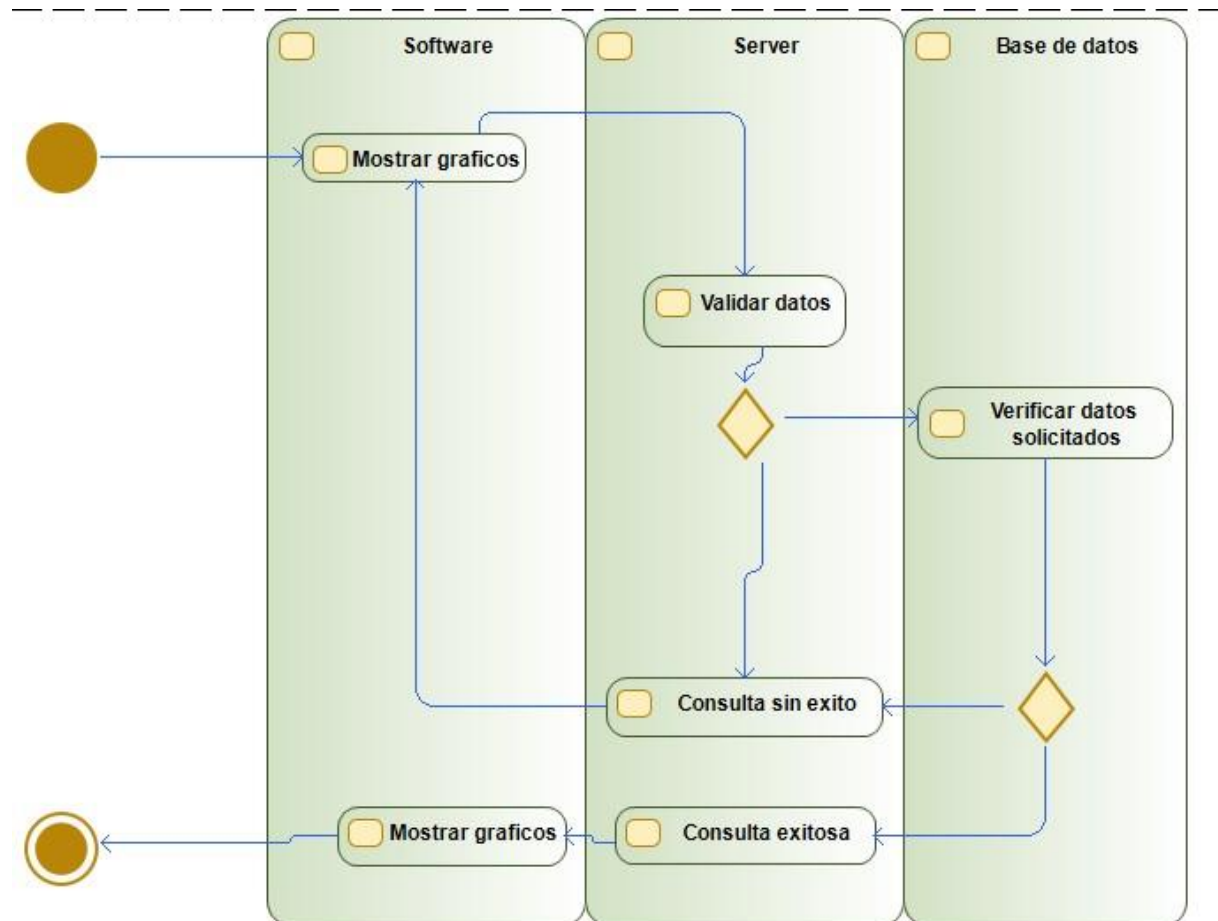


Tabla 49 Actividad RF3

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Sistema, Usuario
Función	Maneja el modelo matemático para predicciones

Descripción

Se implementa un modelo matemático que incluye datos capturados por sensores, evidenciando el proceso a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend). Las interacciones y validaciones son clave en cada capa del sistema.

Ilustración 79 Actividad RF4

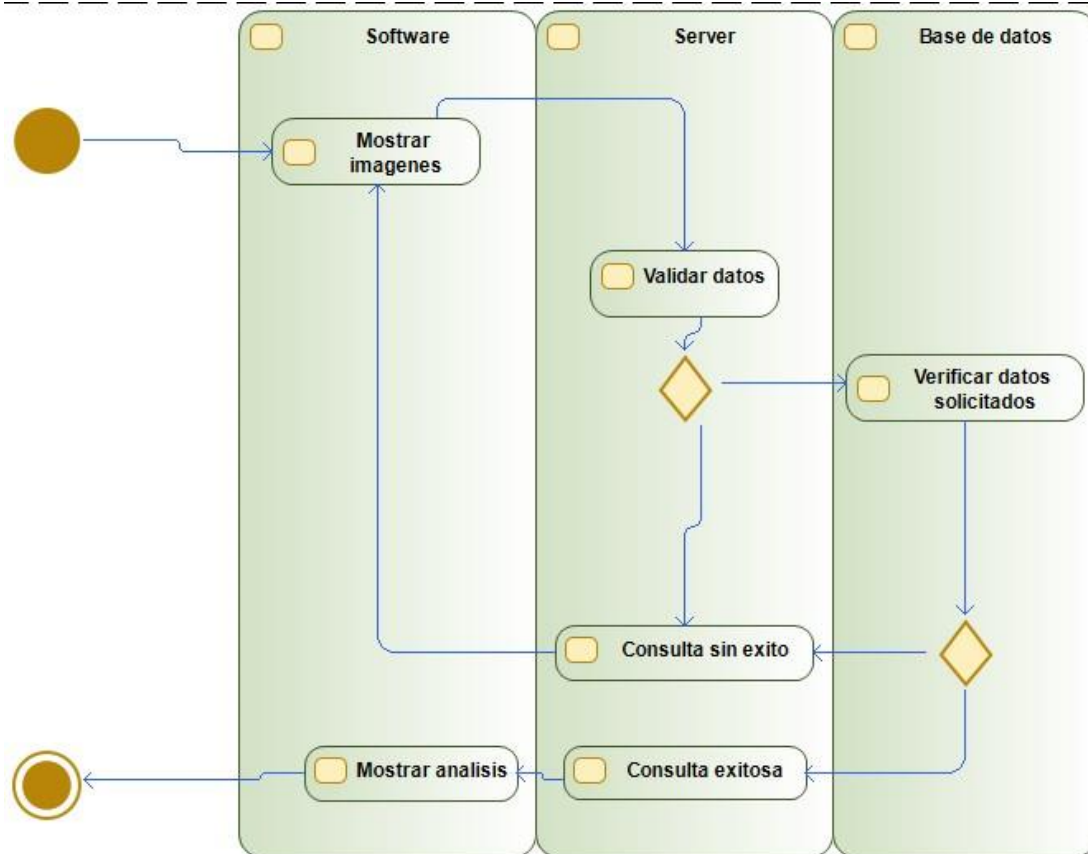


Tabla 50 Actividad RF4

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Sistema, Usuario
Función	Predice la identificación de plagas

Descripción

La IA predice la identificación de plagas a partir del set de entrenamiento inicial. Esta función se evidencia en la base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con validaciones correspondientes en cada capa.

Ilustración 80 Actividad RF5

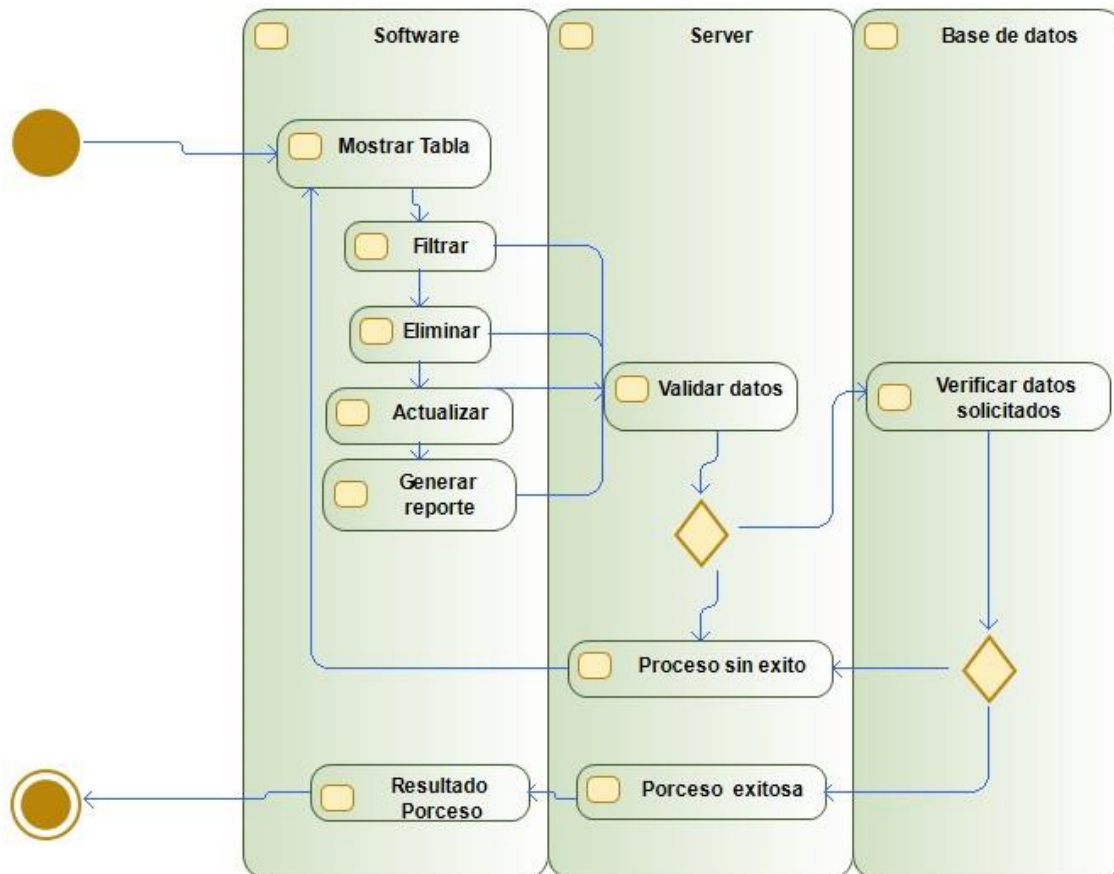


Tabla 51 Actividad RF5

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Verifica la validez de la información ingresada
Descripción	La gestión de datos se encarga de verificar que la información no sea errónea, evidenciando la interacción en la base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con las validaciones necesarias.

Ilustración 81 Actividad RF6

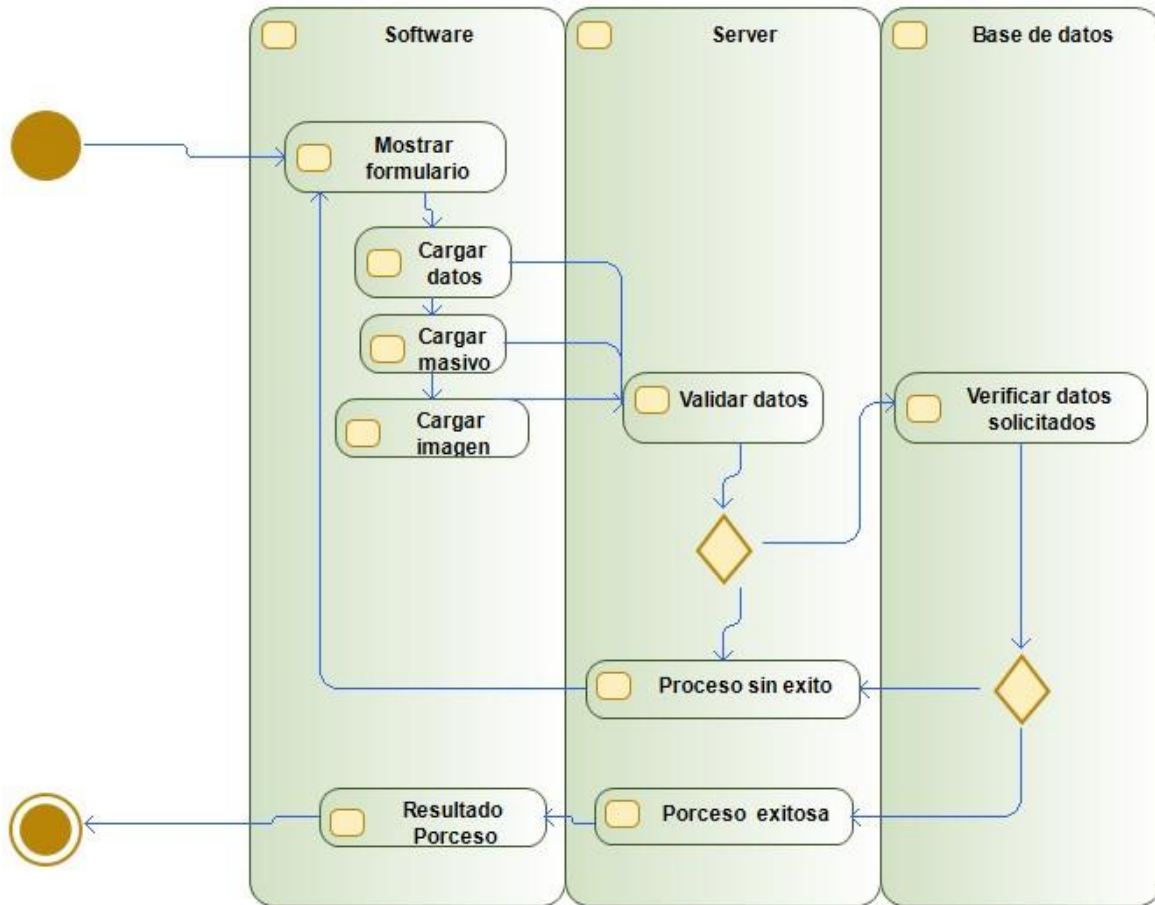


Tabla 52 Actividad RF6

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Registra y rastrea el proceso
Descripción	Permite llevar el registro y trazabilidad del proceso, con la opción de digitar observaciones. Se evidencian las interacciones a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con validaciones adecuadas.

Ilustración 82 Actividad RF7

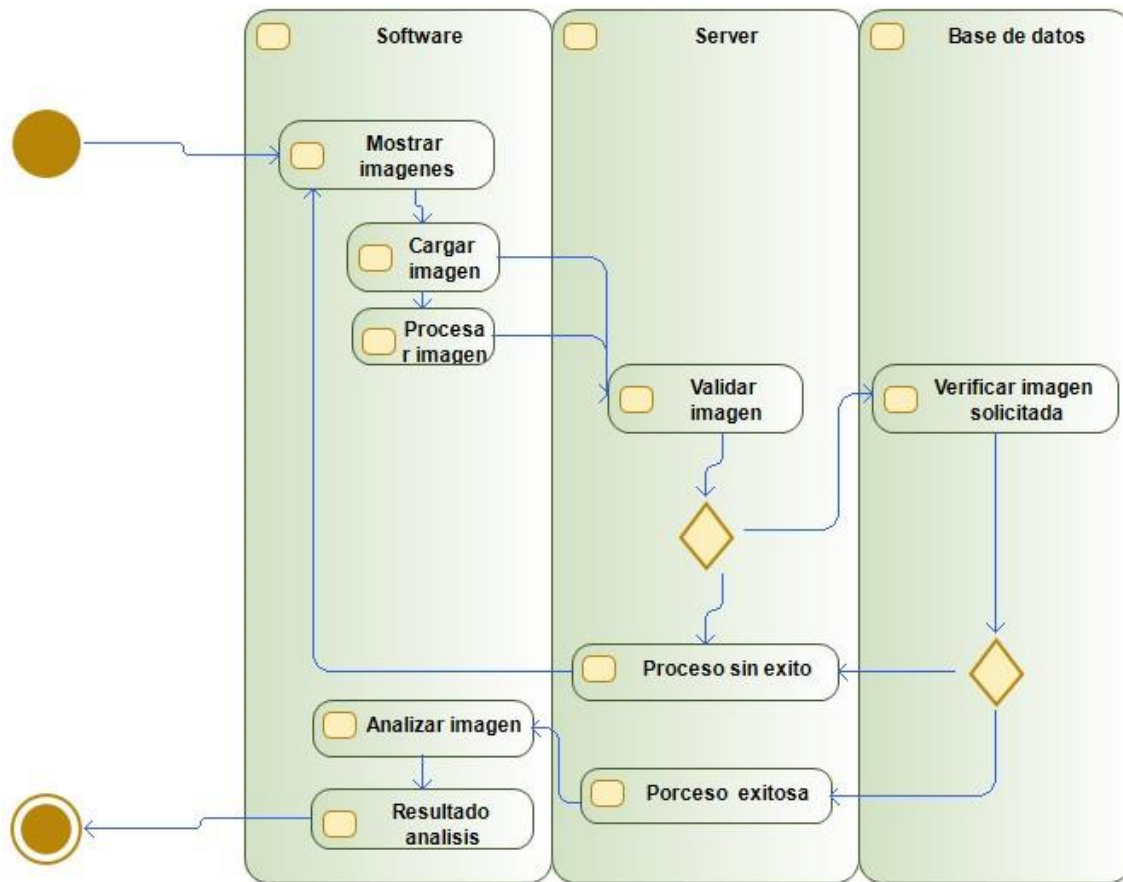


Tabla 53 Actividad RF7

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario, Sistema
Función	Proporciona información sobre insectos
Descripción	El software analiza las imágenes y proporciona información relevante sobre los insectos encontrados, evidenciando la interacción a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con validaciones necesarias.

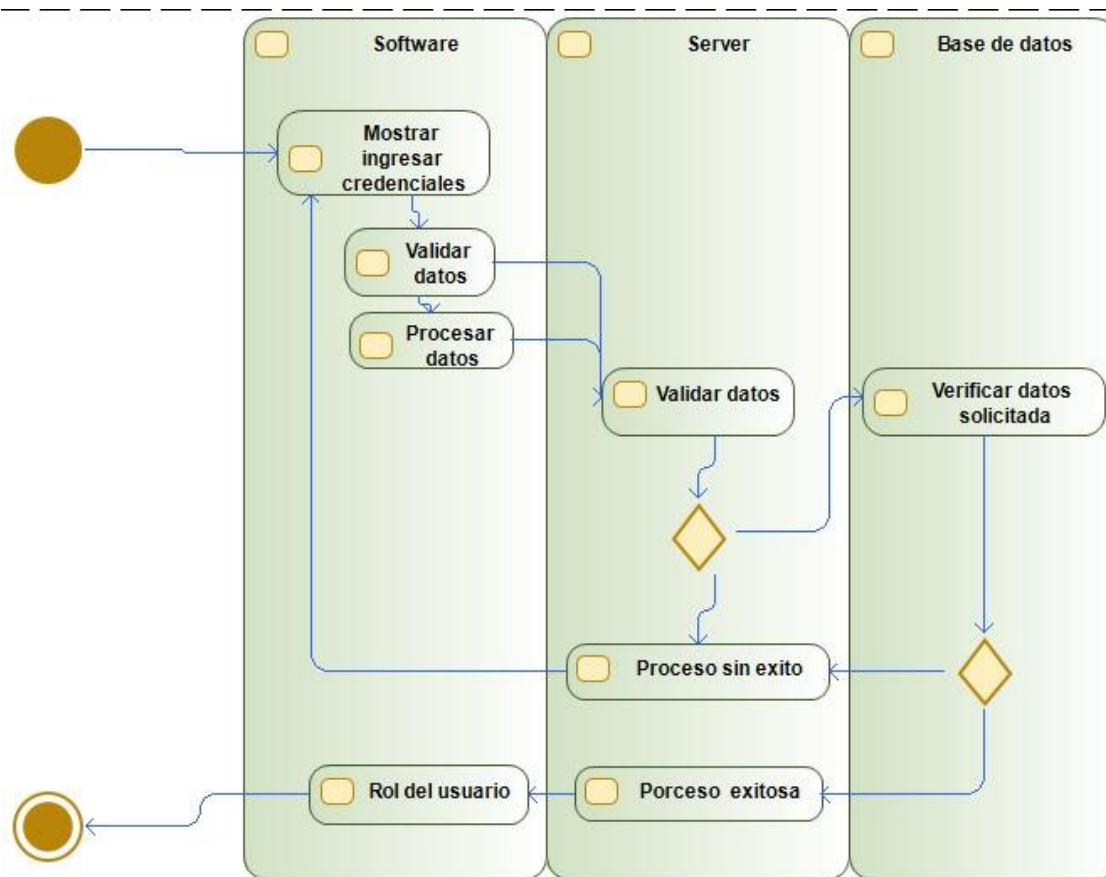


Tabla 54 Actividad RF8

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Super administrador, Usuario
Función	Controla el acceso a la información
Descripción	El software gestiona los roles de ingreso y la visualización de información correspondiente a cada usuario. Las interacciones se evidencian a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con validaciones pertinentes.

Ilustración 84 Actividad RF9

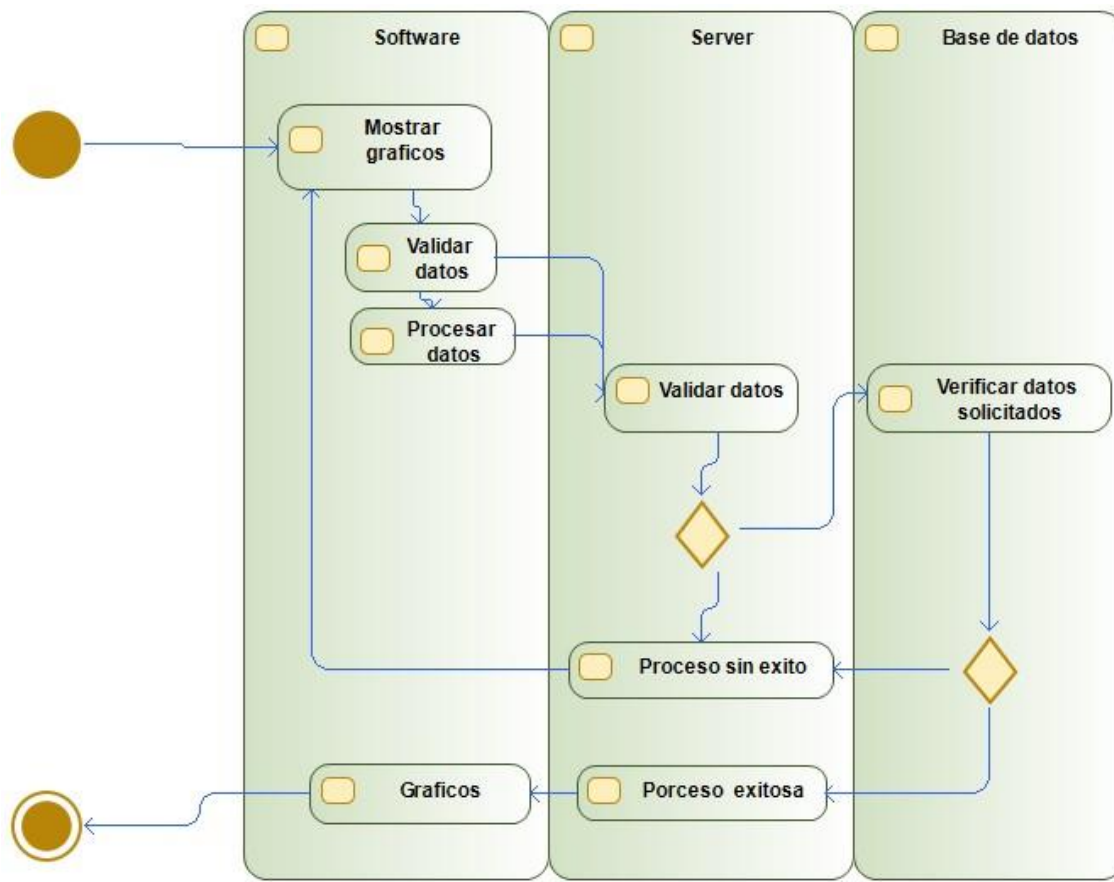


Tabla 55 Actividad RF9

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario, Sistema
Función	Mejora la visualización de los datos
Descripción	La integración de gráficas permite una mejor comprensión de la información. Se evidencia la interacción a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con validaciones adecuadas.

Ilustración 85 Actividad RF10

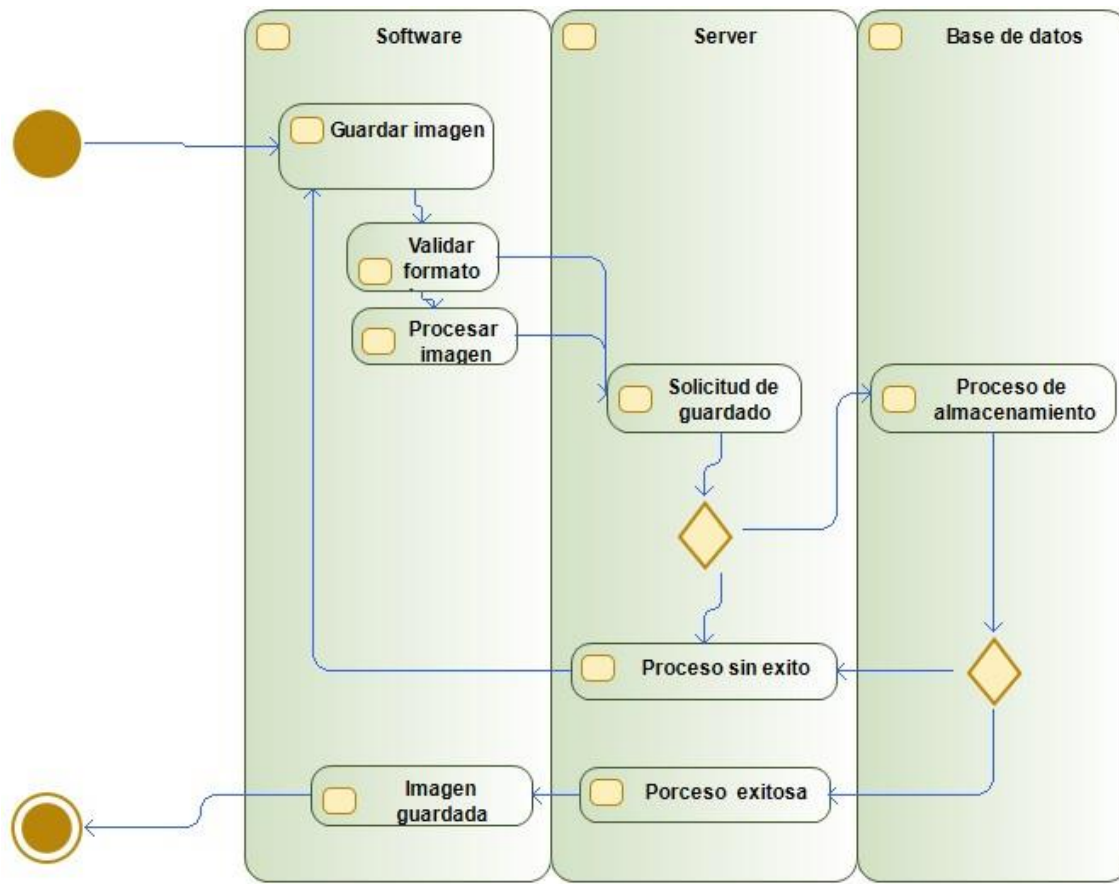


Tabla 56 Actividad RF10

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Permite el ingreso y almacenamiento de imágenes
Descripción	El software permite ingresar y almacenar imágenes, evidenciando las interacciones a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con las validaciones pertinentes.

Ilustración 86 Actividad RF11

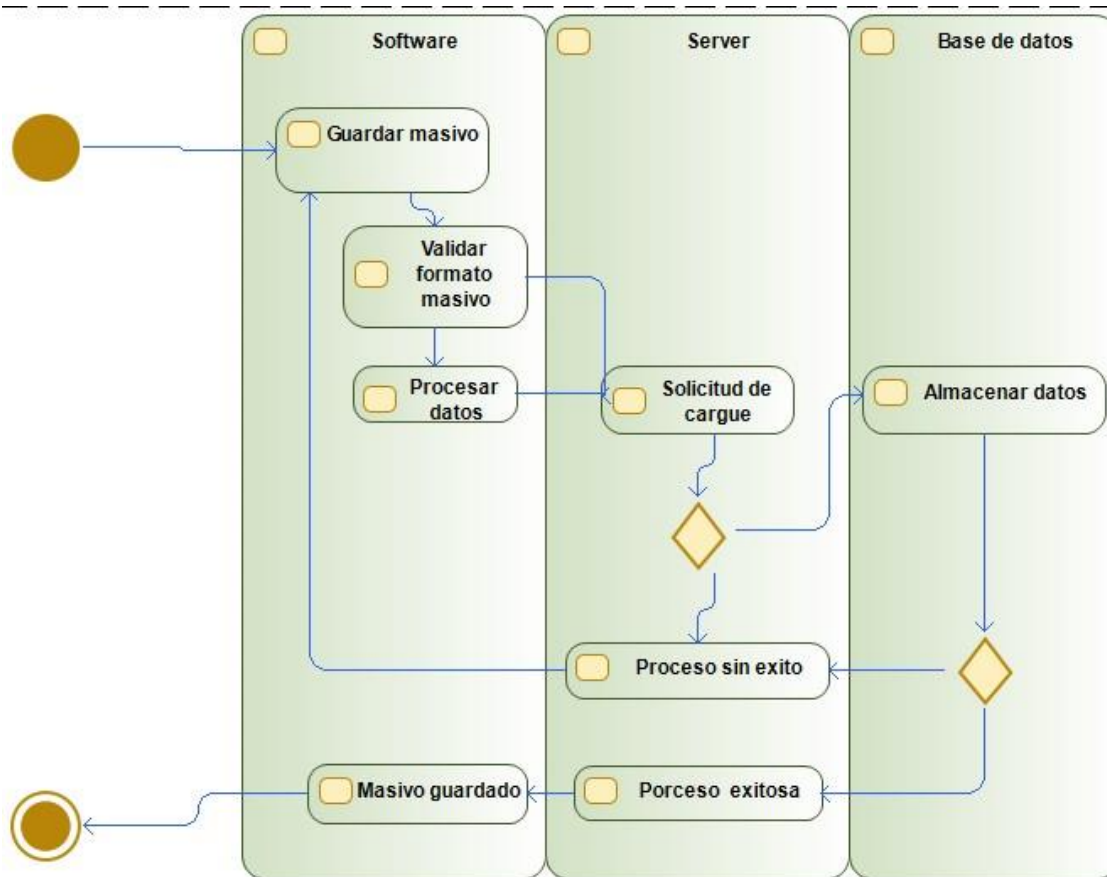


Tabla 57 Actividad RF11

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Permite la carga masiva de información
Descripción	La aplicación debe permitir subir información masivamente, con interacciones evidenciadas a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend). Las validaciones son esenciales en cada capa.

Ilustración 87 Actividad RF12

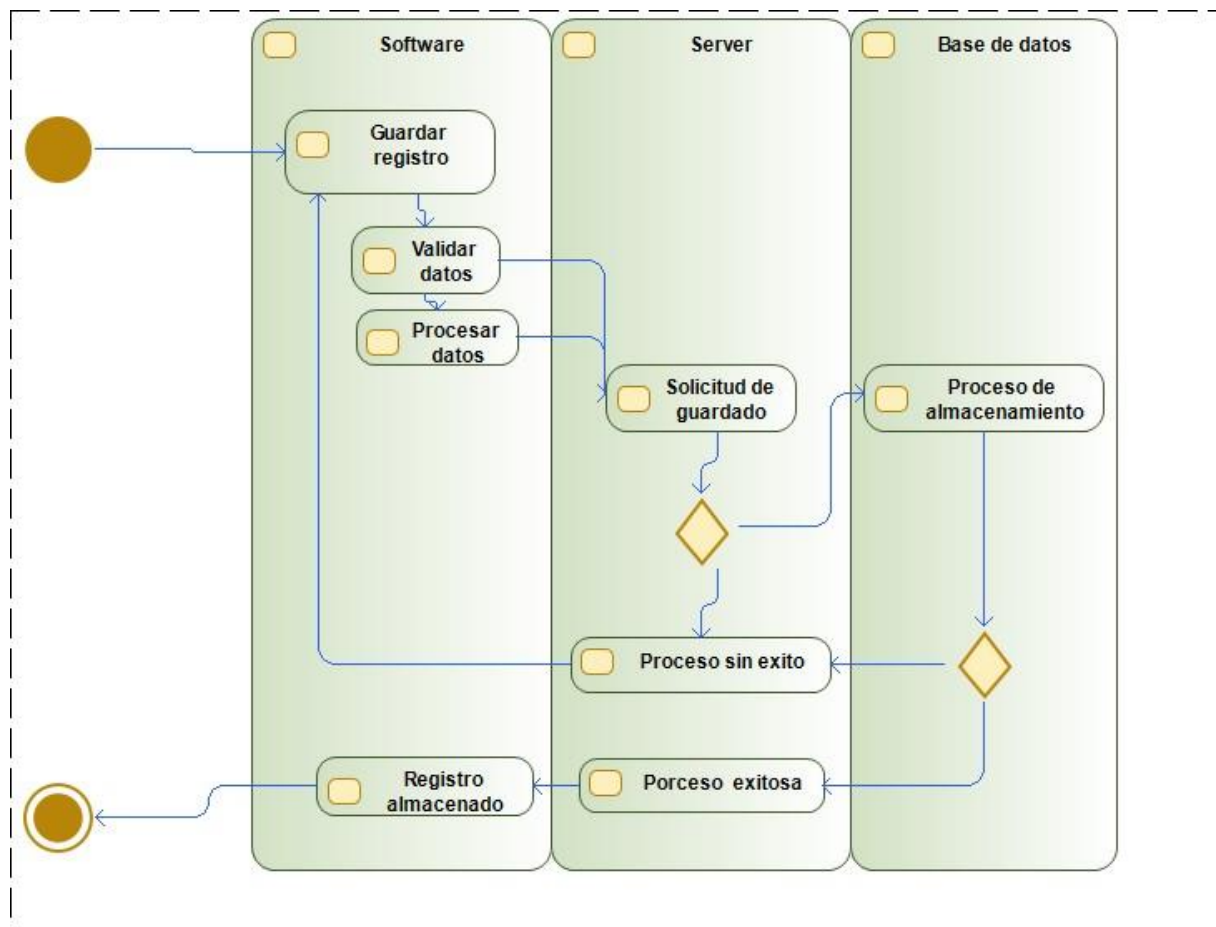


Tabla 58 Actividad RF12

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Sistema
Función	Garantiza la persistencia de la información
Descripción	El sistema cuenta con una base de datos para almacenar eficientemente la información, evidenciando la interacción a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con las validaciones necesarias.

Ilustración 88 Actividad RF13

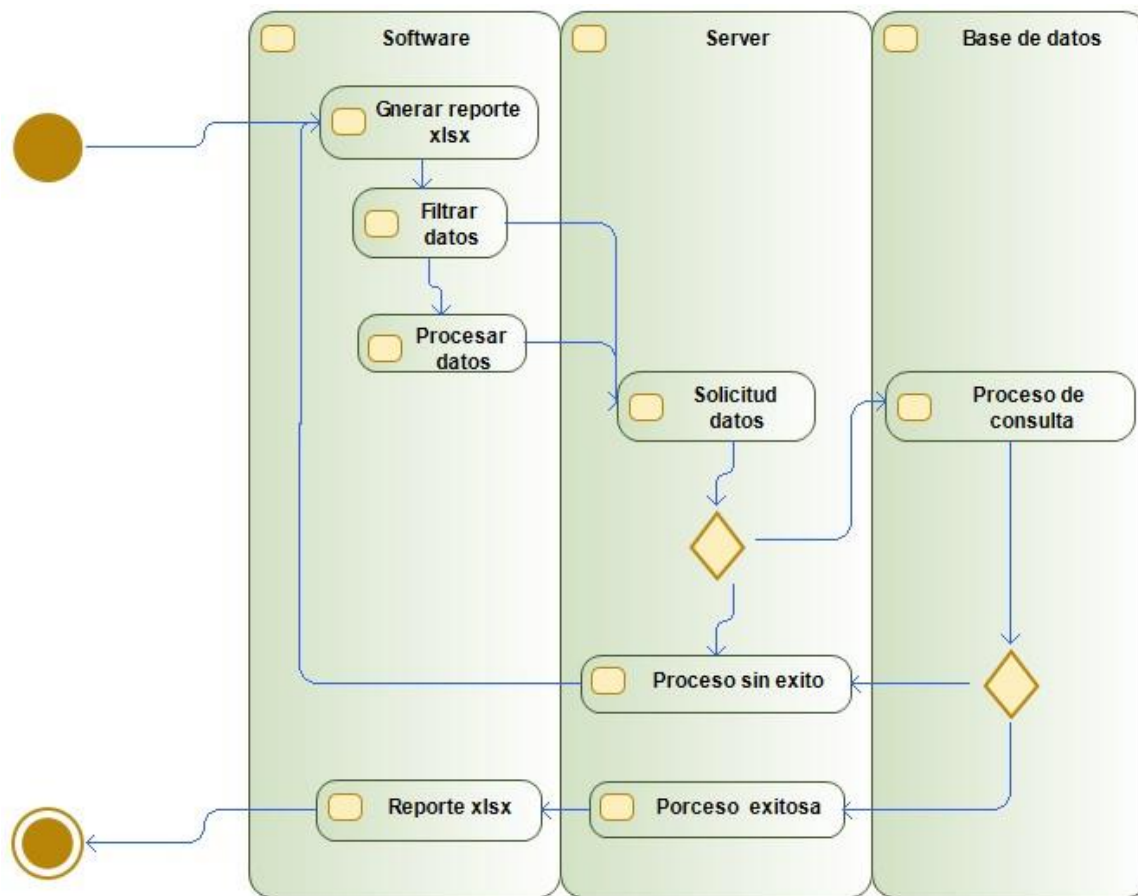


Tabla 59 Actividad RF13

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Genera informes en formato XLSX
Descripción	La aplicación permite generar informes en formato XLSX, evidenciando las interacciones a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con las validaciones pertinentes.

Ilustración 89 Actividad RF14

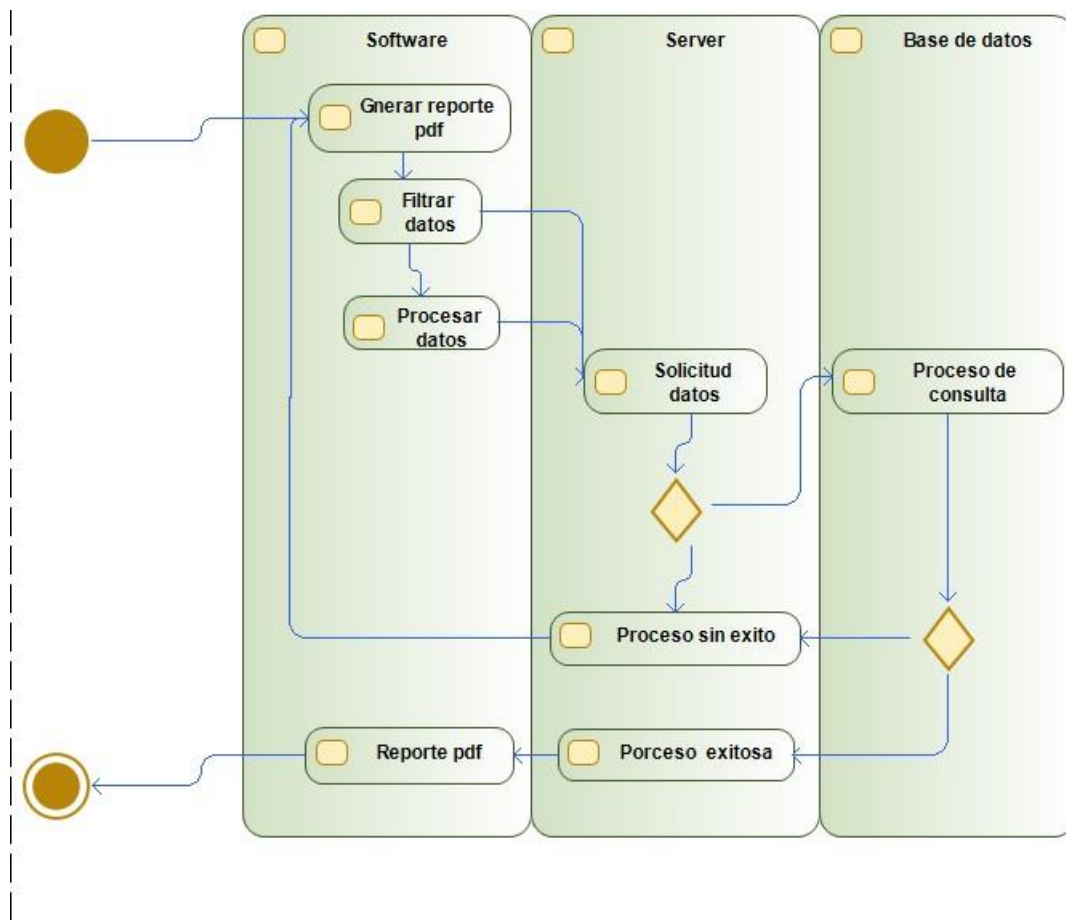


Tabla 60 Actividad RF14

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Generación de reportes automáticos y manuales
Descripción	Generación de reportes automáticos y manuales por días, semanas y meses, evidenciando las interacciones a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con validaciones necesarias.

Ilustración 90 Actividad RF15

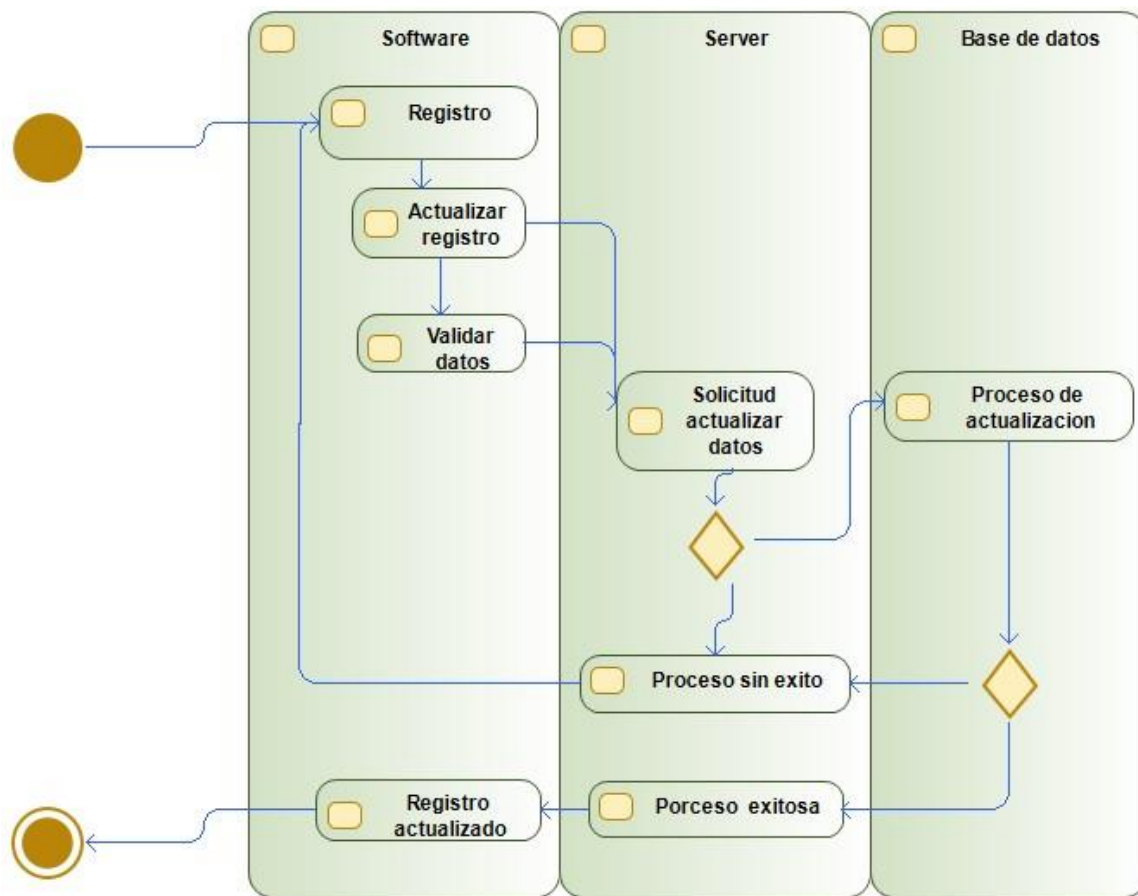


Tabla 61 Actividad RF15

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Permite la modificación de registros
Descripción	La aplicación permite actualizar los registros almacenados, con interacciones evidenciadas a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) y las validaciones correspondientes.

Ilustración 91 Actividad RF16

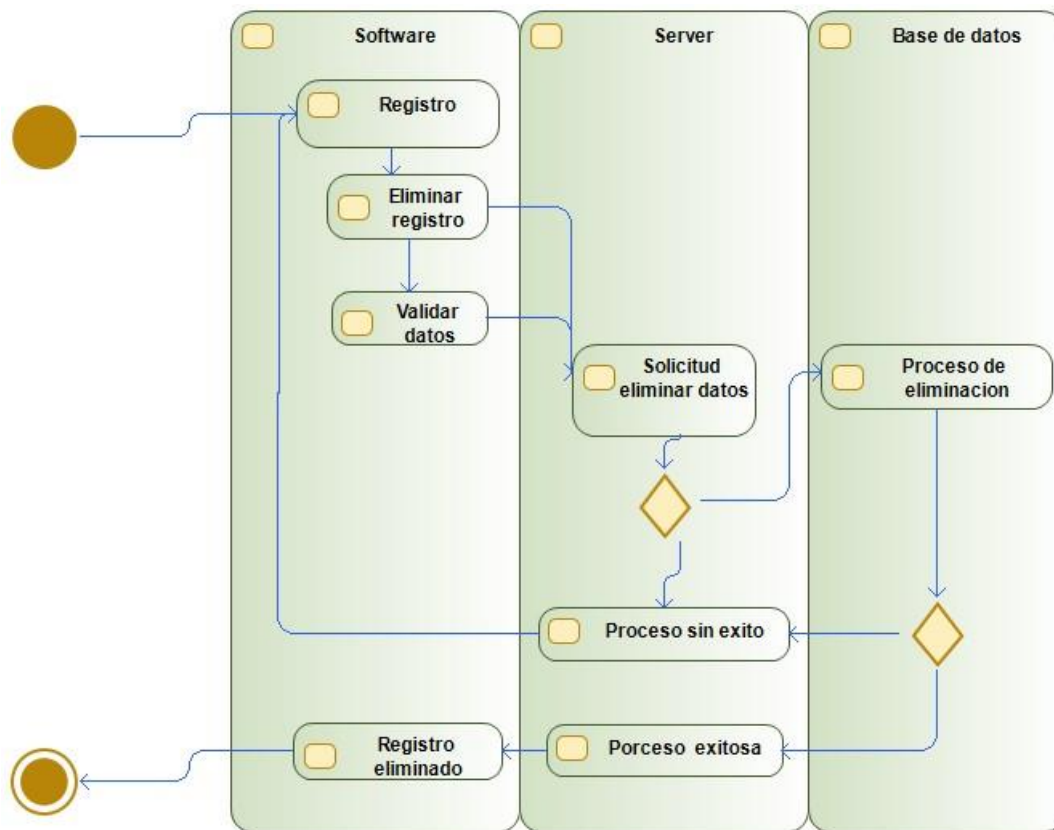


Tabla 62 Actividad RF16

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Permite la eliminación de registros
Descripción	La aplicación permite eliminar registros de la base de datos, evidenciando las interacciones a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con validaciones pertinentes.

Ilustración 92 Actividad RF17

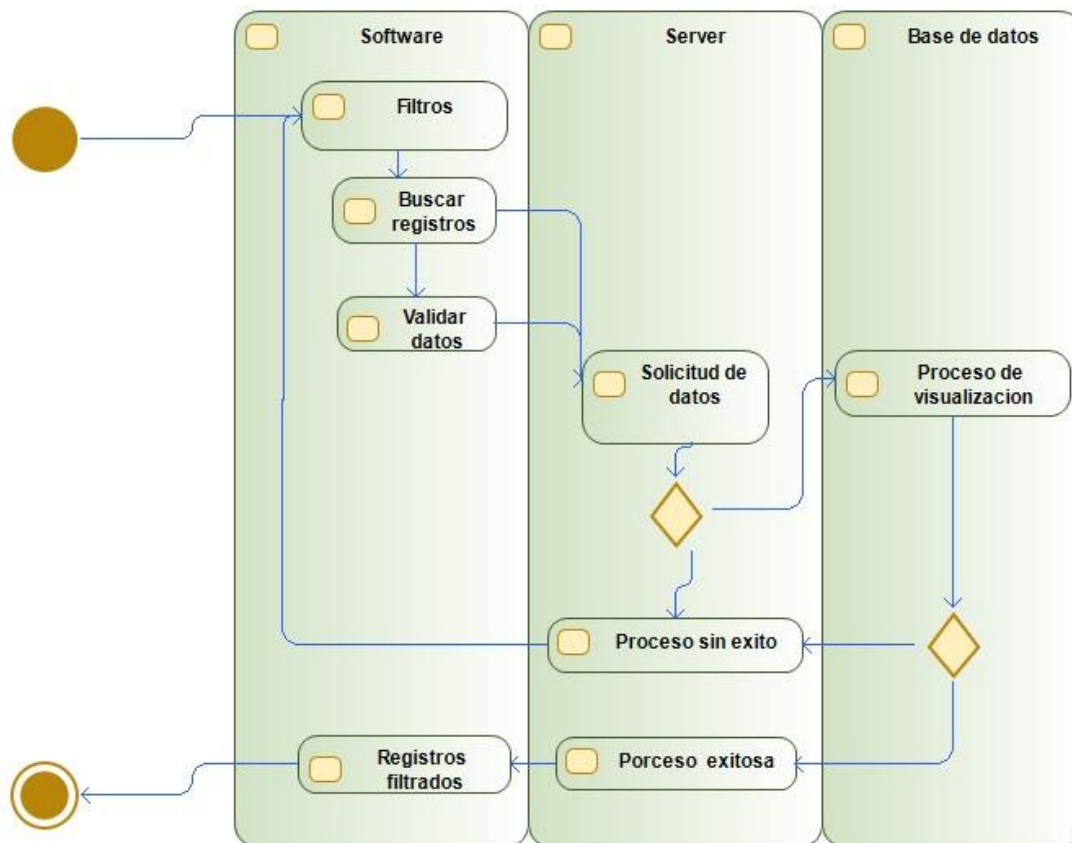


Tabla 63 Actividad RF17

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Facilita la búsqueda de información
Descripción	La aplicación permite filtrar la información para facilitar búsquedas asertivas, evidenciando las interacciones a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con las validaciones necesarias.

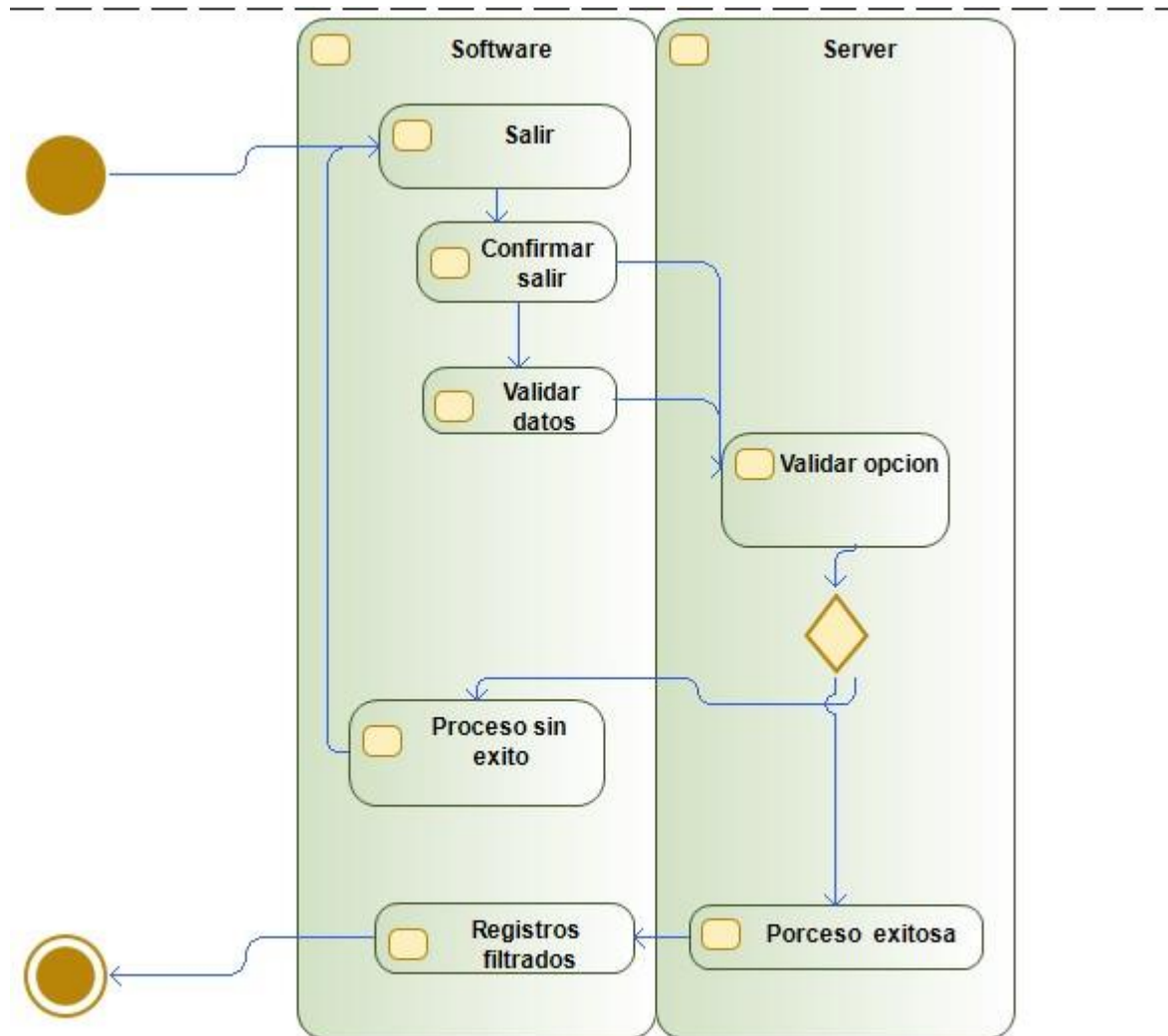


Tabla 64 Actividad RF18

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Permite cerrar sesión
Descripción	La aplicación permite a los usuarios cerrar sesión en el sistema, evidenciando las interacciones a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con las validaciones pertinentes.

Ilustración 94 Actividad RF19

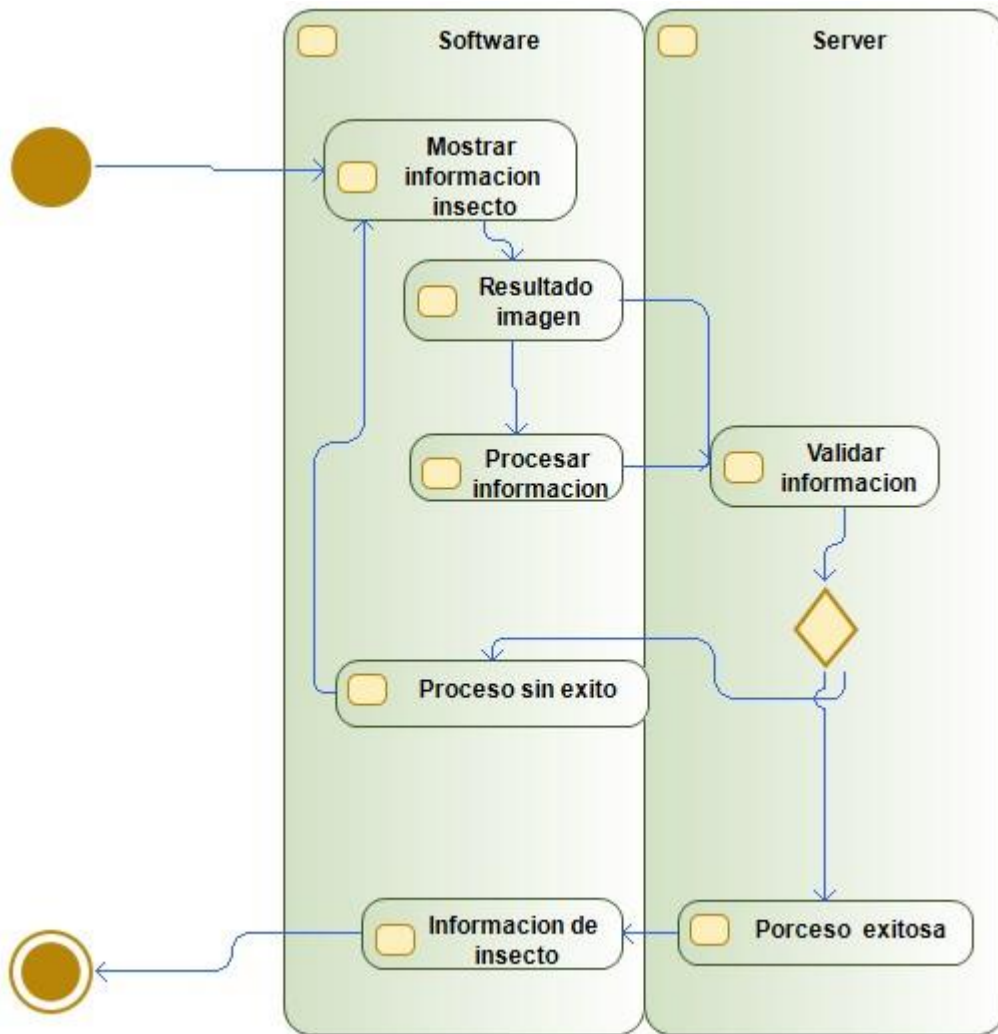


Tabla 65 Actividad RF19

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Proporciona información sobre plagas
Descripción	La aplicación debe mostrar toda la información necesaria para tratar las posibles plagas, evidenciando las interacciones a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con las validaciones correspondientes.

Ilustración 95 Actividad RF20

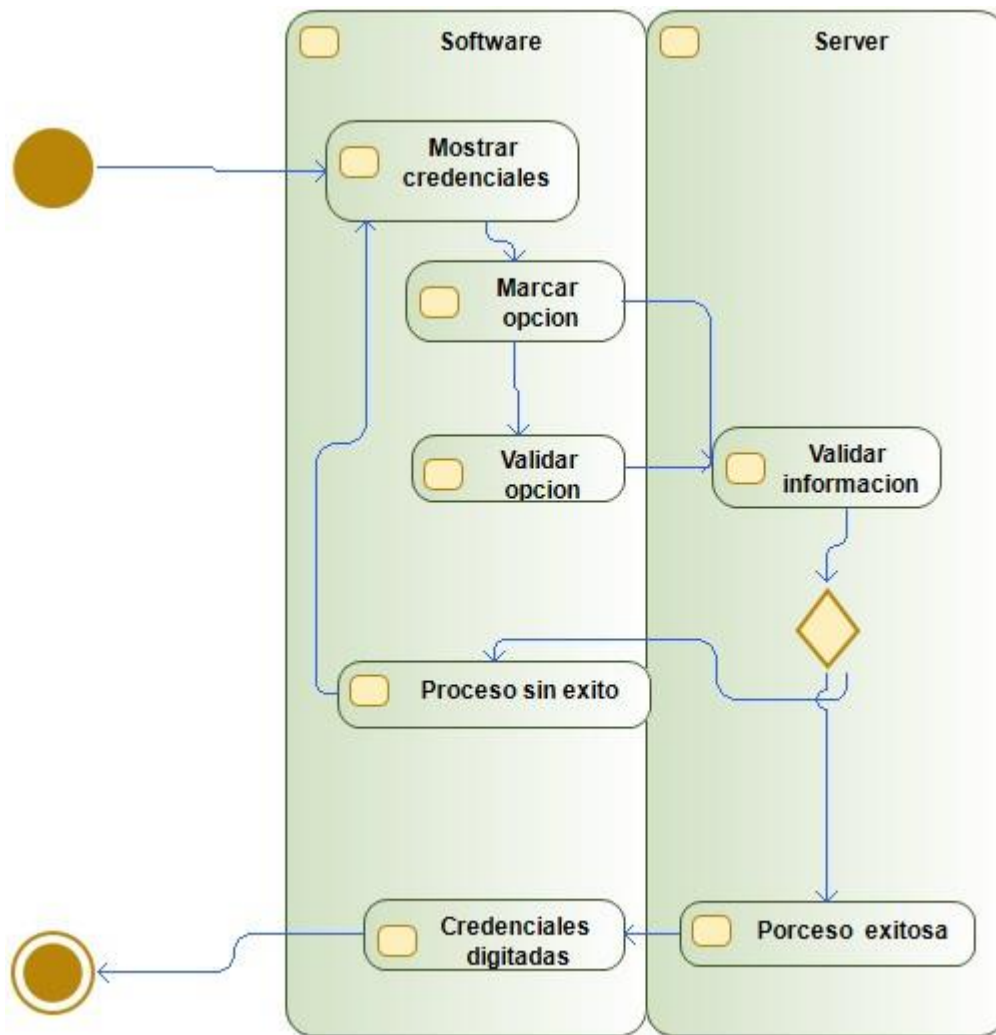


Tabla 66 Actividad RF20

Descripción del Caso de Actividad	
Nombre	Administrar Actividades
Actores	Usuario
Función	Permite visualizar las credenciales ingresadas
Descripción	La aplicación debe permitir al usuario ver las credenciales que está digitando, evidenciando las interacciones a nivel de base de datos, sistema (Backend) e interfaz gráfica (Frontend) con las validaciones necesarias.

8.4.4 DIAGRAMA DE CLASES

El diagrama de clases es un tipo de diagrama estructural dentro del Lenguaje Unificado de Modelado (UML) que representa la estructura estática de un sistema. Este diagrama ilustra las clases presentes en el sistema, así como sus atributos, operaciones (o métodos) y las relaciones entre los objetos. A través de la representación de las clases, se pueden visualizar las propiedades y comportamientos que cada entidad puede tener, lo que es fundamental para el diseño orientado a objetos.

Los diagramas de clases son cruciales en la fase de diseño del sistema, ya que ayudan a establecer la arquitectura del software y a definir cómo interactúan las distintas entidades. Además, permiten identificar relaciones como la herencia, la composición y la agregación, lo que facilita la creación de un modelo de datos coherente y bien estructurado. Esta claridad en la estructura de datos no solo contribuye a un desarrollo más organizado, sino que también facilita el mantenimiento y la escalabilidad del sistema a lo largo del tiempo.

9. PRUEBAS

9.1 CUESTIONARIO.PY

En el marco de la validación y robustez de la aplicación `app.py`, se han diseñado y ejecutado un conjunto de pruebas unitarias para asegurar el correcto funcionamiento de sus principales funciones. Estas pruebas se realizaron utilizando el módulo `unittest` de Python y algunos componentes fueron simulados con `unittest.mock` para garantizar que las funciones interactúan correctamente con elementos externos como el sistema de archivos y la base de datos.

Las funciones evaluadas incluyen:

`clear_fields()`

`download_template()`

`save_data_to_db()`

`validate_numeric_input()`

9.1.1 OBJETIVO

El objetivo de las pruebas es asegurar que las funciones manejen de manera apropiada tanto los casos positivos como los escenarios de error, verificando su comportamiento frente a diferentes entradas, tipos de datos, y situaciones inesperadas.

9.1.2 RESUMEN DE PRUEBAS EJECUTADAS

Tabla 67 Pruebas ingreso

Función	Tipo de Prueba	Descripción	Resultado
----------------	-----------------------	--------------------	------------------

clear_fields()	Funcionalidad	Verifica que todos los campos sean limpiados correctamente	Aprobado
clear_fields()	Lista vacía	Verifica el comportamiento cuando no se proporcionan campos	Aprobado
clear_fields()	Entrada inválida (None)	Verifica el comportamiento cuando la función recibe None en lugar de una lista de campos	Aprobado
download_template()	Plantilla encontrada	Simula que la plantilla existe y verifica la respuesta esperada	Aprobado
download_template()	Plantilla no encontrada	Simula que la plantilla no existe y verifica la respuesta esperada	Aprobado
download_template()	Manejo de excepciones	Simula una excepción inesperada al buscar la plantilla y verifica el manejo de dicha excepción	Aprobado
save_data_to_db()	Guardado correcto	Verifica que los datos se guarden correctamente en la base de datos	Aprobado
save_data_to_db()	Error de conexión	Simula un error en la conexión a la base de datos y verifica el manejo de la excepción	Aprobado
save_data_to_db()	Tipos de datos inválidos	Verifica que la función maneje errores al recibir tipos de datos incorrectos	Aprobado
save_data_to_db()	Falla parcial en la inserción	Simula una falla parcial en una operación SQL y verifica que la transacción se revierte correctamente	Aprobado
validate_numeric_input()	Entrada válida	Verifica que la función reconozca correctamente entradas numéricas válidas	Aprobado
validate_numeric_input()	Entrada inválida	Verifica que la función identifique correctamente entradas no numéricas	Aprobado
validate_numeric_input()	Cadena vacía	Verifica que una cadena vacía se considere inválida	Aprobado
validate_numeric_input()	Números negativos	Verifica que la función acepte números negativos como válidos	Aprobado
validate_numeric_input()	Múltiples puntos decimales	Verifica el comportamiento de la función con entradas que contienen múltiples puntos decimales	Aprobado

validate_numeric_input(Tipos no string Verifica el comportamiento de la Aprobado)
función con tipos de datos que no son cadenas

Ilustración 96 Pruebas ingreso

The screenshot shows a PyCharm IDE with a Python test file named `test_functions.py`. The code defines a `TestAppFunctions` class with three test methods: `test_download_template_found`, `test_download_template_not_found`, and `test_save_data_to_db`. The `test_save_data_to_db` method is currently selected and highlighted. Below the code editor, the test runner output is visible, showing that the test `test_save_data_to_db_invalid` passed successfully. The output includes the command used to run the tests and the results of the test session.

9.1.3 DETALLES DE LAS PRUEBAS

1. Pruebas para `clear_fields()`
 - Resultado esperado: Todos los campos deben ser limpiados correctamente, eliminando el contenido de los mismos.
 - Resultado obtenido: La función limpia correctamente los campos cuando se proporcionan, retorna el mensaje esperado, y maneja adecuadamente los casos de listas vacías y entradas inválidas (None).
2. Pruebas para `download_template()`
 - Resultado esperado: La función debe retornar un mensaje adecuado si la plantilla se encuentra o no, y manejar de forma apropiada cualquier excepción inesperada.
 - Resultado obtenido: La función responde adecuadamente en ambos escenarios (plantilla encontrada/no encontrada) y maneja las excepciones inesperadas sin afectar el flujo del programa.
3. Pruebas para `save_data_to_db()`
 - Resultado esperado: Los datos deben guardarse correctamente en la base de datos cuando son válidos. La función debe manejar apropiadamente errores en la conexión, tipos de datos inválidos, y fallas parciales en las operaciones de inserción.
 - Resultado obtenido: Los datos se guardan correctamente bajo condiciones normales. Cuando se simulan errores de conexión y datos inválidos, la función responde con las excepciones

apropiadas. También se verificó que en casos de fallas parciales, la transacción se revierte correctamente.

4. Pruebas para `validate_numeric_input()`

- Resultado esperado: La función debe retornar `True` para entradas numéricas válidas, y `False` para entradas no numéricas o con formato incorrecto.
- Resultado obtenido: La función identificó correctamente tanto entradas válidas como inválidas, incluidos casos borde como cadenas vacías, números negativos, entradas con múltiples puntos decimales, y tipos de datos que no son cadenas.

Cobertura de Pruebas

Las pruebas cubren un amplio espectro de posibles entradas y condiciones de error, asegurando que las funciones clave de la aplicación se comporten según lo esperado tanto en condiciones normales como en situaciones adversas. Se realizaron pruebas específicas para el manejo de excepciones, garantizando que el código es robusto y responde adecuadamente ante errores inesperados.

9.2 IA.PY

9.2.1 PRUEBAS REALIZADAS

Tabla 68 Pruebas IA

Prueba	Descripción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Estado
<code>test_cargar_fotos</code>	Verificar la carga correcta de fotos desde la base de datos	fotos no es <code>None</code> y contiene datos	TBD	TBD
<code>test_analizar_imagen</code>	Verificar el análisis de una imagen utilizando YOLO	<code>img</code> y <code>results</code> no son <code>None</code>	TBD	TBD

The image shows a PyCharm IDE window with a Python script named `test.py` and a terminal window below it. The code in the script defines a `main` function and an `analizar_imagen` function. The `analizar_imagen` function checks if an image path exists and if it can be loaded. The terminal window shows the output of a `pytest` command, indicating that one test passed successfully.

```

12 def main(root):
13     def analizar_imagen():
14         if not selected_index:
15             resultado_label.config(image='', text='')
16             info_text_var.set('')
17             return
18
19         selected_index = selected_index[0]
20         foto_info = fotos[selected_index]
21         imagen_path = foto_info[1]
22
23         if not os.path.exists(imagen_path):
24             messagebox.showerror('Error', message=f'La imagen no se encuentra en la ruta: {imagen_path}')
25             return
26
27         img = cv2.imread(imagen_path)
28         if img is None:
29             messagebox.showerror('Error', message=f'No se pudo cargar la imagen en la ruta: {imagen_path}')
30             return
31
32         # ... resto del código ...
33
34     main(root)
35
36 if __name__ == '__main__':
37     root = Tk()
38     main(root)
39     root.mainloop()
40
41 # ... resto del código ...
42
43 # ... resto del código ...
44
45 # ... resto del código ...
46
47 # ... resto del código ...
48
49 # ... resto del código ...
50
51 # ... resto del código ...
52
53 # ... resto del código ...
54
55 # ... resto del código ...
56
57 # ... resto del código ...
58
59 # ... resto del código ...
60
61 # ... resto del código ...
62
63 # ... resto del código ...
64
65 # ... resto del código ...
66
67 # ... resto del código ...
68
69 # ... resto del código ...
70
71 # ... resto del código ...
72
73 # ... resto del código ...
74
75 # ... resto del código ...
76
77 # ... resto del código ...
78
79 # ... resto del código ...
80
81 # ... resto del código ...
82
83 # ... resto del código ...
84
85 # ... resto del código ...
86
87 # ... resto del código ...
88
89 # ... resto del código ...
90
91 # ... resto del código ...
92
93 # ... resto del código ...
94
95 # ... resto del código ...
96
97 # ... resto del código ...
98
99 # ... resto del código ...
100

```

```

0ms ✓ Tests passed: 1 of 1 test - 0ms
C:\Users\felip\PycharmProjects\pag_IA\venv\Scripts\python.exe "C:/Program Files/JetBrains/PyCharm 2024.1.3/plugins/python/helpers/pycharm/_jb_pytest_runner.py" --target test_fun
Testing started at 4:52 p. m. ...
Launching pytest with arguments test_functions.py::TestAppFuncions::test_save_data_to_db_invalid --no-header --no-summary -q in C:\Users\felip\PycharmProjects\pag_IA\tes
===== test session starts =====
collecting ... collected 1 item

test_functions.py::TestAppFuncions::test_save_data_to_db_invalid PASSED [100%]

===== 1 passed in 0.31s =====
Process finished with exit code 0

```

9.2.2 OBSERVACIONES

1. Dependencia de Recursos Externos:

- Las pruebas actuales dependen de la existencia de una base de datos PostgreSQL accesible y de la presencia de imágenes en rutas específicas.
- Esto puede causar fallos en las pruebas si los recursos externos no están disponibles o si los datos no están configurados adecuadamente para el entorno de pruebas.

2. Uso de Datos Reales vs. Mocks:

- Utilizar datos reales en las pruebas puede llevar a resultados inconsistentes y dificultades en la reproducibilidad de las pruebas.
- Es recomendable emplear **mocks** para simular interacciones con la base de datos y el sistema de archivos, permitiendo un control más preciso sobre los escenarios de prueba.

3. Cobertura de Pruebas:

- Actualmente, las pruebas cubren únicamente la carga de fotos y el análisis de una imagen específica.
- Es necesario ampliar la cobertura de pruebas para incluir otros escenarios y funciones, asegurando que todos los componentes críticos de la aplicación estén adecuadamente verificados.

9.3 INICIO.PY

9.3.1 PRUEBAS REALIZADAS

Tabla 69 Pruebas inicio

Prueba	Descripción	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Estado
test_initial_theme	Verificar que el tema inicial sea claro	El tema es 'light' y el fondo es '#eff5f6'	TBD	TBD
test_toggle_theme	Verificar que se alterna correctamente entre temas	El tema cambia entre 'light' y 'dark'	TBD	TBD
test_cargar_fotos	Verificar la carga correcta de fotos en los marcos inferiores	fotos no es None y contiene datos	TBD	TBD
test_analizar_image	Verificar el análisis de una imagen utilizando la función de gráficos	img y results no son None	TBD	TBD

Ilustración 98 Pruebas inicio

```
class TestDashboard(unittest.TestCase):
    def test_toggle_theme(self):
        self.assertEqual(self.dashboard.theme, 'dark')
        self.assertEqual(self.dashboard.colors['bg'], 'dark')
        self.dashboard.toggle_theme()
        self.assertEqual(self.dashboard.theme, 'light')
        self.assertEqual(self.dashboard.colors['bg'], 'light')

    def tearDown(self):
        self.root.destroy()

if __name__ == '__main__':
    root = Tk()
    main(root)

# Ejecutar pruebas
unittest.main(argv=['first-arg-is-ignored'], exit=False)
```

```
Tests passed: 2 of 2 tests - 162 ms
C:\Users\felip\PycharmProjects\pag_IA\venv\scripts\python.exe "C:/Program Files/JetBrains/PyCharm 2024.1.3/plugins/python/helpers/pycharm/_jb_pytest_runner.py" --path iniciotest
Testing started at 5:07 p. m. ...
Launching pytest with arguments iniciotest.py --no-header --no-summary -q in C:\Users\felip\PycharmProjects\pag_IA\pag_IA\test

===== test session starts =====
collecting ... collected 2 items

iniciotest.py::TestDashboard::test_initial_theme
iniciotest.py::TestDashboard::test_toggle_theme

===== 2 passed in 1.34s =====
PASSED [ 50%]Error: La imagen images/blender.jpeg no se encuentra.
Error: La imagen images/train.jpg no se encuentra.
Error: La imagen images/repositorio.jpg no se encuentra.
Error: La imagen images/result.jpg no se encuentra.
PASSED [100%]Error: La imagen images/blender.jpeg no se encuentra.
```

9.3.2 OBSERVACIONES

1. Dependencia de Recursos Externos:

- Las pruebas actuales dependen de la existencia de imágenes en rutas específicas. Si las imágenes no están disponibles o los nombres de archivo son incorrectos, esto puede causar fallos en las pruebas.

- La función que carga gráficos de graficos puede requerir que ciertos datos o imágenes estén presentes para que la prueba se ejecute correctamente.
- 2. Uso de Datos Reales vs. Mocks:**
- Utilizar imágenes reales en las pruebas puede llevar a resultados inconsistentes y dificultades en la reproducibilidad de las pruebas.
 - Se recomienda emplear mocks para simular la carga de imágenes y la interacción con la base de datos, permitiendo un control más preciso sobre los escenarios de prueba.
- 3. Cobertura de Pruebas:**
- Actualmente, las pruebas cubren únicamente la funcionalidad relacionada con la carga de imágenes y el análisis de gráficos.
 - Es necesario ampliar la cobertura de pruebas para incluir otros escenarios y funciones, como la verificación de interacciones del usuario, la respuesta a eventos y la correcta actualización de la interfaz al cambiar temas.

10. BIBLIOGRAFÍA

Estrada Perez, N. (2016). MODELOS ESTOCASTICOS DE PRODUCCION DE UN SISTEMA DE RECIRCULACION ACUAPONICO PARA EL CULTIVO DE TILAPIA, LECHUGA Y PEPINO. Universidad Autónoma de Nayarit.

Carlos Carranza, O. L. (2009). Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa* L.) 'Batavia' cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*, 27, 41 - 48.

Melissa Brechner, A. C. (2013). *Hydroponic Lettuce Handbook*. Estados Unidos: Cornell Controlled Environment Agriculture. Somerville C, C. M. (2022). Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala - Cultivo integral de peces y plantas. (“Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala. Cultivo integral ...”) FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No 589. Roma: FAO.

Aponte S, C. K. (2020). Desarrollo de un sistema acuapónico para la generación alternativa alimentaria de autoconsumo o comunales a bajo costo. (“Vista Equipo: Desarrollo de un sistema acuapónico para la generación de ...”) Monografía. Bogotá D. C., Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

La Acuaponía, una estrategia para contribuir a la seguridad alimentaria de Vichada, La Guajira, Caquetá y Cauca. (“La Acuaponía, una estrategia para contribuir a la seguridad alimentaria ...”) (s/f). Iom.int. Recuperado el 20 de octubre de 2023, de <https://colombia.iom.int/es/news/la-acuaponia-una-estrategia-para-contribuir-laseguridad-alimentaria-de-vichada-la-guajira-caqueta-y-cauca>

Peña, J. F. C. (2022). "Análisis de regresión logística aplicado al modelamiento espacial de las causas de deforestación en el departamento del Guaviare durante el periodo 2005-2020 y proyección de escenarios de deforestación a 2030." ("Análisis de regresión logística aplicado al modelamiento espacial de ...") Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 31(2), Article 2. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v31n2.98012>

Gowtham, R., & Jebakumar, R. (2023). Analysis and Prediction of Lettuce Crop Yield in Aeroponic Vertical Farming using Logistic Regression Method. ("Analysis and Prediction of Lettuce Crop Yield in Aeroponic Vertical ...") 2023 International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems (ICSCDS), 759-764. <https://doi.org/10.1109/ICSCDS56580.2023.10104763>

Gent, M. P. N. (2017). Factors Affecting Relative Growth Rate of Lettuce and Spinach in Hydroponics in a Greenhouse. ("Factors Affecting Relative Growth Rate of Lettuce and Spinach in ...") HortScience, 52(12), 1742-1747. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12477-17>

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A. & Lovatelli, A. 2022. Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala – Cultivo integral de peces y plantas. ("Producción de alimentos en acuaponía a pequeña escala. Cultivo integral ...") FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura No. 589. FAO, Roma. <https://doi.org/10.4060/i4021es>

GRUPO SEMILLAS. "Crisis alimentaria en Colombia, acciones sociales en defensa de la biodiversidad, la soberanía, seguridad y autonomía alimentaria." ("Crisis alimentaria en Colombia, acciones sociales en defensa de la ...") No 38 – 39. Disponible en: .

Cutiño, V., Imeroni, J., Sanzano, P., 2018. Acuaponía como alternativa productiva social. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires UNCPBA. ("Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires") Facultad de Ciencias Veterinarias. Buenos Aires.

López, J., s.f. Cultivo Acuapónico. Guía Especializada. CIFAL, UNIFAR. Málaga. Minnesota Department of Health Food Business Safety. 2019. Seguridad Alimentaria en Acuicultura y Acuaponía. Cultivo y Producción de Peces y Plantas en Ambientes Acuáticos Seleccionados. (<http://www.health.state.mn.us/foodbizsafety>)

Fitting a logistic growth model to yield traits in lettuce cultivars growing in summer | Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. (s. f.). Recuperado 9 de septiembre de 2023, de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/8955

(S/f). Fabian Rolando Cayambe Cajo, Edu.ec. Recuperado el 10 de septiembre de 2023, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/9176/1/PI-002086.pdf> Valverde, D., & Díaz Pérez, M. (n.d.). APLICACIÓN DE REGRESIÓN LOGÍSTICA Y LINEAL PARA DEFINIR INDICADORES DE POTENCIAL DE COMERCIALIZACIÓN EN CULTIVARES DE PEPINO APPLICATION OF LOGISTIC AND LINEAL REGRESSION TO DEFINE INDICATORS FOR MARKETABILITY POTENTIAL IN CUCUMBER CULTIVARS. Ual.Es. Retrieved September 11, 2023, from <http://repositorio.ual.es/bitstream/handle/10835/13094/01.%20Tesis.pdf?sequence=1>

ASALE, R., & RAE. (s. f.). Modelo | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 11 de septiembre de 2023, de <https://dle.rae.es/modelo> Nitrato y nitrito—Productos y descripción general de los parámetros de calidad del agua | Hach. (s. f.). Recuperado 11 de septiembre de 2023, de <https://es.hach.com/parameters/nitrate>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Colombia en una mirada | FAO en Colombia | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s. f.). Recuperado 21 de octubre de 2023, de <https://www.fao.org/colombia/fao-en-colombia/colombia-en-una-mirada/es/>

MEDIT. (s/f). Edu.co. Recuperado el 22 de octubre de 2023, de <https://www.ucundinamarca.edu.co/index.php/noticias-ucundinamarca/112-institucional/medit>

Carini, F., Filho, A. C., De Souza, J. M., Pezzini, R. V., Ubessi, C., & Kreutz, M. A. (2020). Fitting a logistic growth model to yield traits of lettuce cultivars growing in summer. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i1.8955>

Manzano, B., & Cristina, I. (2021). Desarrollo de un sistema informático para la automatización de cultivos hidropónicos en la ciudad de Ambato. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informáticos. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33834>

Rivas Chávez, J. J., & Benavides Castillo, G. S. (2020). Desarrollo de software para el control y supervisión de un sistema hidropónico. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49638>

11. ANEXOS

CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO
Y ASIMILACIÓN DE NUTRIENTES
MEDIANTE HERRAMIENTAS DE
SOFTWARE PARA ESTABLECER

11.1 MANUAL TÉCNICO



UDEEC
UNIVERSIDAD DE
CUNDINAMARCA

Manual/Guía de Usuario/Técnico

Desarrollo de Sistemas de Información

Dirección de Sistemas y Tecnología

Tabla de contenido

1	Introducción	158
2	Requisitos Mínimos	159
2.1	Requisitos de Hardware	159
2.2	Requisitos de Software	159
3	Instalación de Entornos Locales	160
3.1	Recordatorio Previo	160
3.2	Visual Studio Code	160
3.2.1	Instalación en Windows	160
3.2.2	Requisitos Previos	164
3.2.3	Instalación en macOS	165
3.2.4	Instalación en Linux	165
3.2.5	Post-Instalación	166
3.2.6	Configuración del Entorno	166
3.2.7	Solución de Problemas Comunes	166
3.3	Node.js	167
3.3.1	Requisitos Previos	167
3.3.2	Instalación en Windows	167
3.3.3	Instalación en macOS	172
3.3.4	Instalación en Linux	172
3.3.5	Post-Instalación	173
3.3.6	Solución de Problemas Comunes	173
3.4	Visual Studio	174
3.4.1	Requisitos Previos	174
3.4.2	Descarga del Instalador	174
3.4.3	Instalación de Visual Studio	175
3.4.4	Actualización y Mantenimiento	177
3.4.5	Configuración Adicional	177
3.4.6	Solución de Problemas Comunes	179
3.5	Python	180
3.5.1	Requisitos Previos	180
3.5.2	Instalación Windows	180

3.5.3	Instalación de Python en macOS	184
3.5.4	Instalación de Python en Linux	185
3.6	PostgreSQL.....	187
3.6.1	Instalación de PostgreSQL en Windows	187
3.6.2	Instalación de PostgreSQL en macOS	193
3.6.3	Instalación de PostgreSQL en Linux	194
3.7	GitHub	196
3.7.1	Pasos para Configurar tu Cuenta de GitHub	196
4	Clonación del Repositorio de GitHub y Configuración en Visual Studio	197
4.1	Clonar el Repositorio desde GitHub en Visual Studio.....	197
4.1.1	Requisitos Previos.....	197
4.1.2	Pasos para Clonar el Repositorio	197
5	Instalar la Paquetería Necesaria	200
5.1	Pasos para Instalar Paquetes con pip.....	200
6.1	Configurar PostgreSQL.....	201
6.1.1	Windows.....	201
6.1.2	macOS	201
6.1.3	Linux	202
6.2	Crear la Base de Datos "Lestoma"	202
6.2.1	Windows.....	202
6.2.2	macOS	203
6.2.3	Linux	204
7	Referencias	204
8	Datos de contacto	204

Tabla de Imágenes

Ilustración 1	161
Ilustración 2	161
Ilustración 3	162
Ilustración 4	162
Ilustración 5	163
Ilustración 6	163
Ilustración 7	164
Ilustración 8	167

Ilustración 9	168
Ilustración 10	168
Ilustración 11	169
Ilustración 12	169
Ilustración 13	170
Ilustración 14	170
Ilustración 15	171
Ilustración 16	171
Ilustración 17	175
Ilustración 18	175
Ilustración 19	176
Ilustración 20	176
Ilustración 21	177
Ilustración 22	178
Ilustración 23	178
Ilustración 24	178
Ilustración 25	178
Ilustración 26	179
Ilustración 27	179
Ilustración 28	181
Ilustración 29	181
Ilustración 30	182
Ilustración 31	182
Ilustración 32	183
Ilustración 33	188
Ilustración 34	188
Ilustración 35	189
Ilustración 36	189
Ilustración 37	190
Ilustración 38	190
Ilustración 39	191
Ilustración 40	191
Ilustración 41	192
Ilustración 42	192
Ilustración 43	196
Ilustración 44	197
Ilustración 45	198
Ilustración 46	199
Ilustración 47	199
Ilustración 48	201
Ilustración 49	203

Introducción

El presente manual ha sido diseñado y elaborado específicamente para el personal técnico responsable de la instalación y configuración del Módulo Web Super Administrador en el Laboratorio LESTOMA de la Universidad de Cundinamarca. Este componente es de vital importancia para el funcionamiento eficiente y la gestión integral del sistema, siendo una pieza clave en el ecosistema tecnológico de nuestra institución.

El objetivo primordial de este manual es proporcionar al personal técnico una guía exhaustiva y detallada que facilite el proceso de implementación del Módulo Web Super Administrador. A través de este documento, los usuarios obtendrán directrices precisas y herramientas adecuadas que les permitirán llevar a cabo una instalación y configuración efectiva del módulo.

El manual abarca una amplia gama de aspectos cruciales, desde la instalación inicial hasta la configuración avanzada, la administración cotidiana y el uso óptimo del módulo. Incluye instrucciones claras y concisas, ilustraciones cuando sea necesario, y consejos prácticos que aseguran una comprensión completa y un despliegue exitoso del aplicativo en el entorno académico y administrativo del Laboratorio LESTOMA.

Además, este manual está diseñado para servir como una referencia continua, proporcionando información que facilitará la resolución de problemas y la optimización del módulo en el futuro. Su propósito es no solo guiar en el proceso de implementación, sino también capacitar al personal técnico para que pueda gestionar de manera eficiente y autónoma el Módulo Web Super Administrador, contribuyendo así a la excelencia operativa y al cumplimiento de los objetivos institucionales.

En resumen, este documento es una herramienta esencial que acompaña al personal técnico en cada etapa del proceso, asegurando que el Módulo Web Super Administrador se integre adecuadamente en el sistema y que su potencial sea aprovechado al máximo en beneficio del Laboratorio LESTOMA y de la Universidad de Cundinamarca en general.

Requisitos Mínimos

Para asegurar una implementación exitosa del Módulo Web Super Administrador, es fundamental que el dispositivo cumpla con ciertos requisitos mínimos. Estos requisitos garantizan que el sistema cuente con las herramientas esenciales necesarias para un rendimiento óptimo y una operación sin inconvenientes.

Requisitos de Hardware

- **Espacio en Disco Duro:** Se requiere un mínimo de 5 GB de espacio libre en el disco duro para la correcta instalación y funcionamiento del software.
- **Procesador:** El dispositivo debe estar equipado con un procesador de al menos Intel Core i3 o equivalente, para asegurar un procesamiento adecuado y eficiente.
- **Memoria RAM:** Es necesario contar con un mínimo de 12 GB de memoria RAM para garantizar un desempeño fluido y la capacidad de manejar múltiples tareas simultáneamente sin degradar el rendimiento del sistema.

Requisitos de Software

Sistema Operativo: El Módulo Web Super Administrador es compatible con los siguientes sistemas operativos:

- **Windows 10** o versiones superiores.
- **macOS** en sus versiones recientes.
- **Distribuciones de Linux** que cumplan con los estándares de compatibilidad establecidos.

Estos requisitos están diseñados para asegurar que el Módulo Web Super Administrador funcione de manera eficiente y estable. Se recomienda verificar que el dispositivo cumpla con estas especificaciones antes de iniciar el proceso de instalación.

Instalación de Entornos Locales

Es importante tener en cuenta que los enlaces de acceso y las imágenes referenciadas pueden cambiar con el tiempo.

Recordatorio Previo

Para configurar los entornos locales necesarios para el despliegue, se deben utilizar las siguientes herramientas:

- .NET C# con Microsoft Visual Studio
- Node.js
- React con Visual Studio Code
- PostgreSQL con pgAdmin
- GitHub
-

Visual Studio Code

Visual Studio Code es un editor de código fuente creado por Microsoft, conocido por su flexibilidad y ligereza. Es una herramienta muy popular entre desarrolladores de software y programadores de diversos lenguajes y tecnologías. Su gran versatilidad se debe a su extensibilidad, permitiendo a los usuarios personalizar y ampliar sus funcionalidades mediante una amplia gama de extensiones, lo que lo convierte en una opción ideal tanto para proyectos pequeños como para tareas de desarrollo más complejas.

Instalación en Windows

Descarga

Visita el Sitio Web Oficial:

Navega a la [página de descargas de Visual Studio Code](#).

Selecciona el Instalador:

Elige el instalador para Windows (un archivo .exe) y haz clic en "Download".

Ilustración 99 Visual

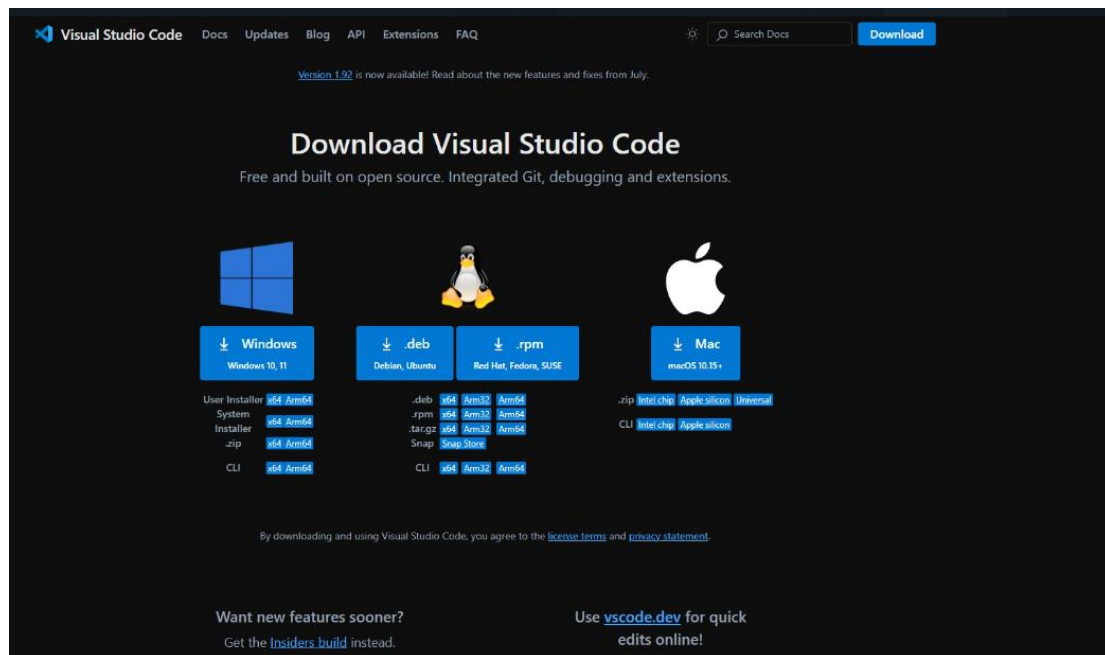
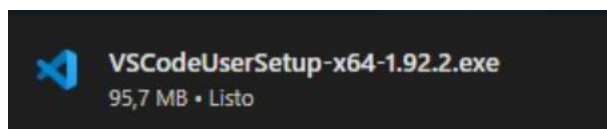


Ilustración 100 Descarga visual



Instalación

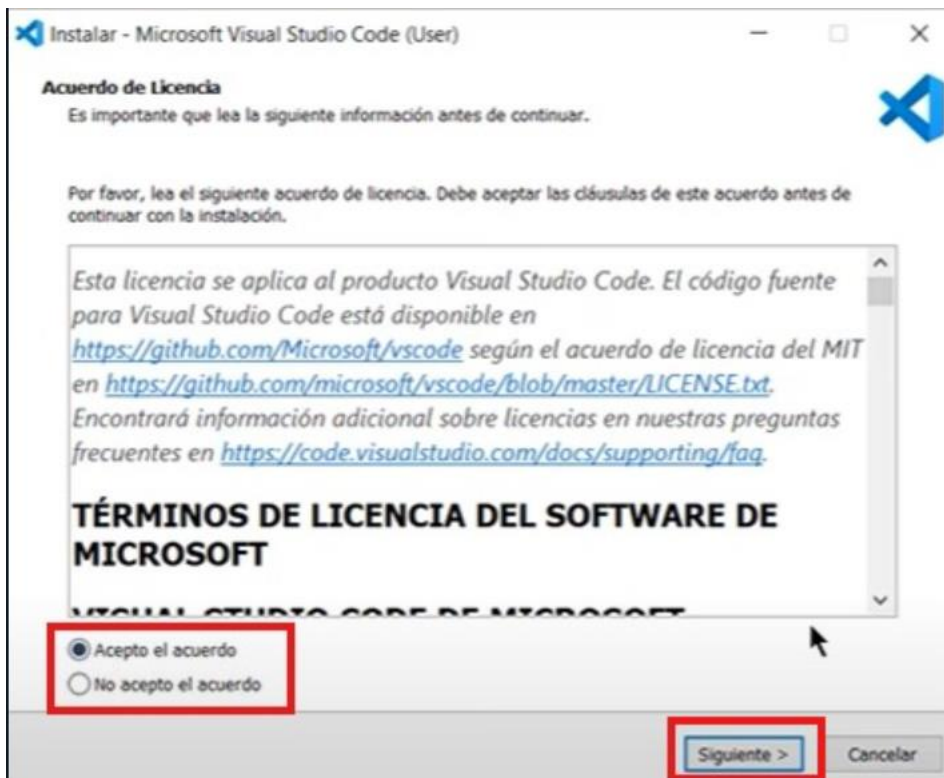
I. Ejecuta el Instalador:

- Haz doble clic en el archivo .exe descargado para iniciar el asistente de instalación.

II. Configura el Instalador:

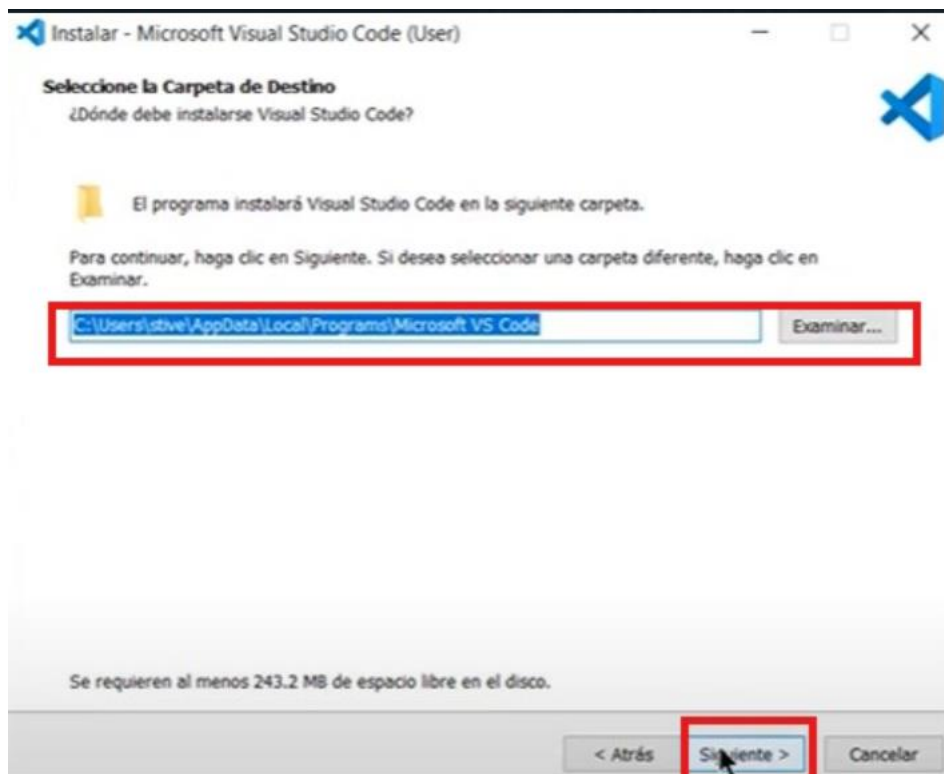
- En la primera pantalla, elige la opción "I accept the agreement" y haz clic en "Next".

Ilustración 101 Acuerdo



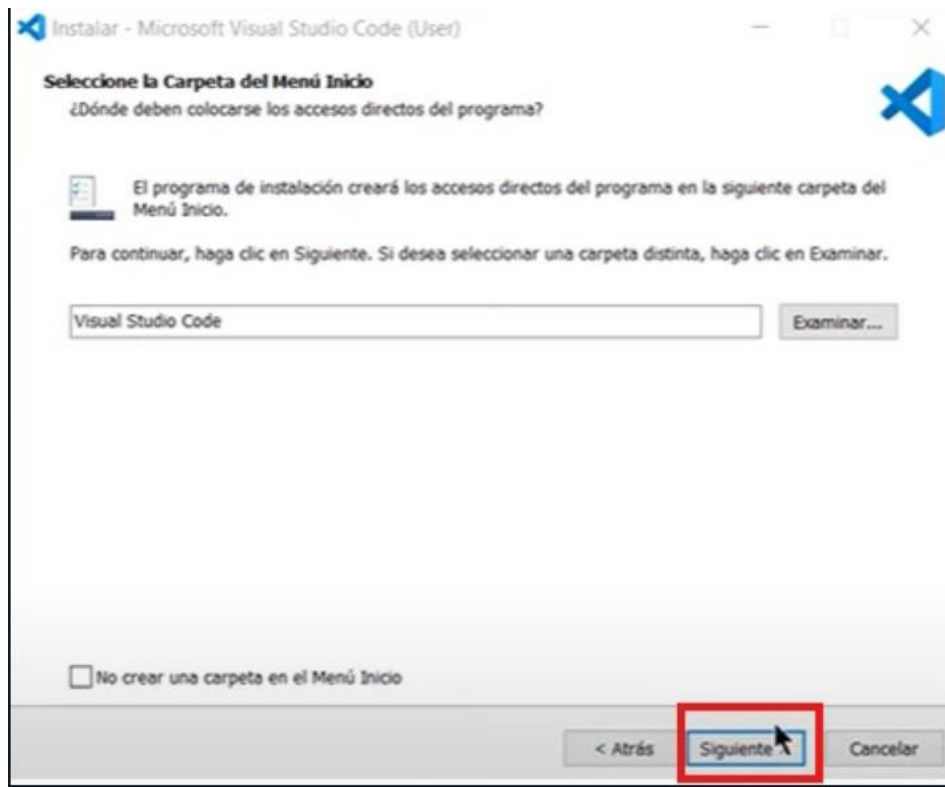
- Selecciona la carpeta de destino para la instalación y haz clic en "Next".

Ilustración 102 Rutas visual



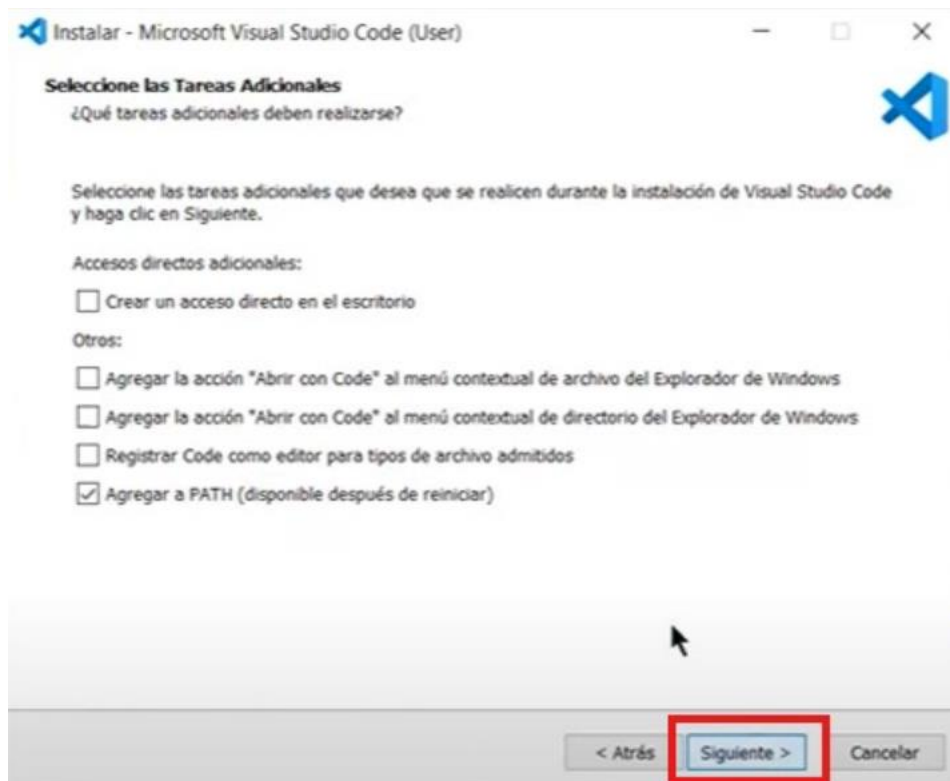
-

Ilustración 103 Paso siguiente



-
- En la pantalla de "Select Additional Tasks", puedes seleccionar opciones adicionales como crear un acceso directo en el escritorio o agregar VS Code al PATH. Haz clic en "Next".

Ilustración 104 Path

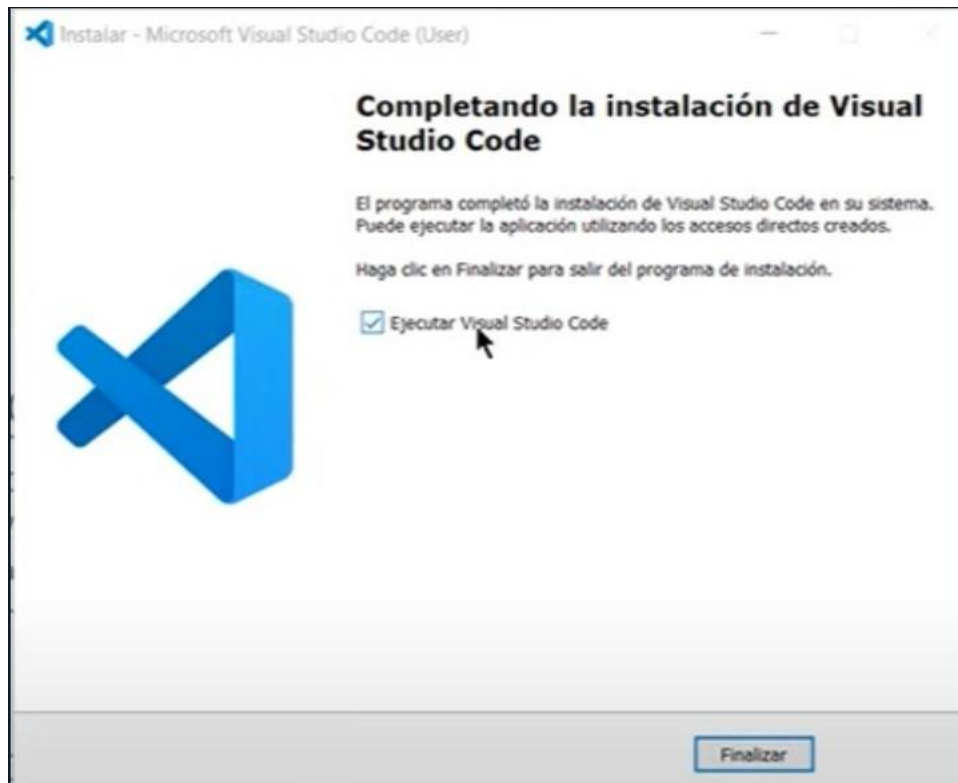


-

III. Completa la Instalación:

- Haz clic en "Install" para comenzar el proceso de instalación.
- Una vez completada la instalación, puedes optar por iniciar Visual Studio Code inmediatamente seleccionando "Launch Visual Studio Code" y luego hacer clic en "Finish".

Ilustración 105 Ejecutar visual



Configuración Inicial

I. Inicia Visual Studio Code:

- Si no lo hiciste al final de la instalación, puedes abrir VS Code desde el menú de inicio o el acceso directo en el escritorio.

II. Configura el Entorno:

- En la primera ejecución, puedes optar por configurar tu configuración básica y temas a través del menú de bienvenida.

Requisitos Previos

Antes de instalar Visual Studio Code, asegúrate de que tu sistema cumple con los siguientes requisitos mínimos:

- **Sistema Operativo:** Windows 7 o posterior, macOS 10.12 (Sierra) o posterior, o una distribución moderna de Linux.
- **Espacio en Disco:** Al menos 200 MB de espacio libre.
- **Conexión a Internet:** Para descargar el instalador y, opcionalmente, para instalar extensiones.

Instalación en macOS

Descarga

I. Visita el Sitio Web Oficial:

Dirígete a la [página de descargas de Visual Studio Code](#).

II. Selecciona el Instalador:

Descarga el archivo .zip para macOS.

Instalación

I. Descomprime el Archivo:

Abre el archivo .zip descargado. Esto descomprimirá un archivo .app.

II. Mueve Visual Studio Code a la Carpeta de Aplicaciones:

Arrastra el archivo .app a la carpeta "Applications" para completar la instalación.

Configuración Inicial

I. Inicia Visual Studio Code:

Abre la carpeta "Applications" y haz doble clic en "Visual Studio Code".

II. Configura el Entorno:

Configura tus preferencias iniciales desde el menú de bienvenida.

Instalación en Linux

Instalación en Distribuciones Basadas en Debian (Ubuntu)

I. Añadir el Repositorio:

Abre una terminal y ejecuta:

```
sudo apt update
```

```
sudo apt install software-properties-common apt-transport-https
```

II. Importar la Clave GPG de Microsoft:

Ejecuta:

```
wget -qO- https://packages.microsoft.com/keys/microsoft.asc | sudo apt-key add -
```

III. Añadir el Repositorio de VS Code:

Ejecuta:

```
sudo add-apt-repository "deb [arch=amd64]  
https://packages.microsoft.com/repos/vscode stable main"
```

IV. Instalar Visual Studio Code:

Ejecuta:

```
sudo apt update
```

```
sudo apt install code
```

Instalación en Distribuciones Basadas en Red Hat (Fedora)

I. **Añadir el Repositorio:**

Ejecuta:

```
sudo dnf install https://packages.microsoft.com/config/rhel/8/prod.repo
```

II. **Instalar Visual Studio Code:**

Ejecuta:

```
sudo dnf install code
```

Instalación en Arch Linux

1. **Instalar desde el Repositorio AUR:**

Ejecuta:

```
yay -S visual-studio-code-bin
```

Si no tienes yay, puedes instalarlo siguiendo las instrucciones en el AUR.

Post-Instalación

Instalación de Extensiones

1. **Abrir el Panel de Extensiones:**

- Haz clic en el icono de extensiones en la barra lateral izquierda o presiona Ctrl+Shift+X (Windows/Linux) o Cmd+Shift+X (macOS).

2. **Buscar e Instalar Extensiones:**

- Busca extensiones específicas como soporte para lenguajes, herramientas de depuración, y más, e instálalas desde el panel.

Configuración del Entorno

a) **Personalizar Configuración:**

Accede a las configuraciones desde el menú File > Preferences > Settings.

b) **Ajustar el Tema y el Diseño:**

Puedes cambiar el tema de color y la fuente desde el menú File > Preferences > Color Theme y Font Family.

Solución de Problemas Comunes

• **VS Code No Inicia:**

Verifica los requisitos del sistema y asegúrate de que todas las dependencias estén instaladas correctamente.

• **Problemas con Extensiones:**

Asegúrate de que las extensiones sean compatibles con tu versión de VS Code y actualízalas si es necesario.

• **Errores de Instalación en Linux:**

Verifica la configuración de tu repositorio y actualiza la caché del sistema con `sudo apt update` (para Debian) o `sudo dnf check-update` (para Fedora).

Node.js

Esta plataforma, basada en el motor de JavaScript de Chrome, está diseñada para el desarrollo ágil y eficiente de aplicaciones de red escalables. Su enfoque no bloqueante en las operaciones de entrada/salida (E/S), basado en eventos, le otorga ligereza y gran eficiencia. Por estas características, es una opción ideal para aplicaciones en tiempo real que manejan grandes volúmenes de datos y se ejecutan en entornos distribuidos.

Requisitos Previos

Antes de instalar Node.js, asegúrate de que tu sistema cumple con los siguientes requisitos:

- **Sistema Operativo:** Windows 7 o posterior, macOS 10.12 (Sierra) o posterior, o una distribución moderna de Linux.
- **Espacio en Disco:** Al menos 100 MB de espacio libre.
- **Conexión a Internet:** Para descargar el instalador y los paquetes adicionales.

Instalación en Windows

Descarga

- I. **Visita el Sitio Web Oficial:**
Navega a la [página de descargas de Node.js](#).
- II. **Selecciona el Instalador:**
Elige el instalador LTS (Long Term Support) para Windows (un archivo .msi) y haz clic en "Download".

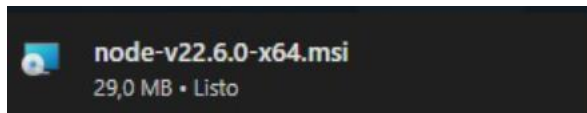
Ilustración 106 Descarga node



Instalación

- I. **Ejecuta el Instalador:**
Haz doble clic en el archivo .msi descargado para iniciar el asistente de instalación.

Ilustración 107 Node descargado



II. Configura el Instalador:

Sigue las instrucciones del asistente. Acepta el acuerdo de licencia y selecciona la carpeta de instalación. Generalmente, puedes dejar las opciones predeterminadas.

Ilustración 108 Contrato node



III. Completa la Instalación:

Haz clic en "Next" hasta completar la instalación. Asegúrate de seleccionar la opción para agregar Node.js al PATH.

Ilustración 109 Ruta node

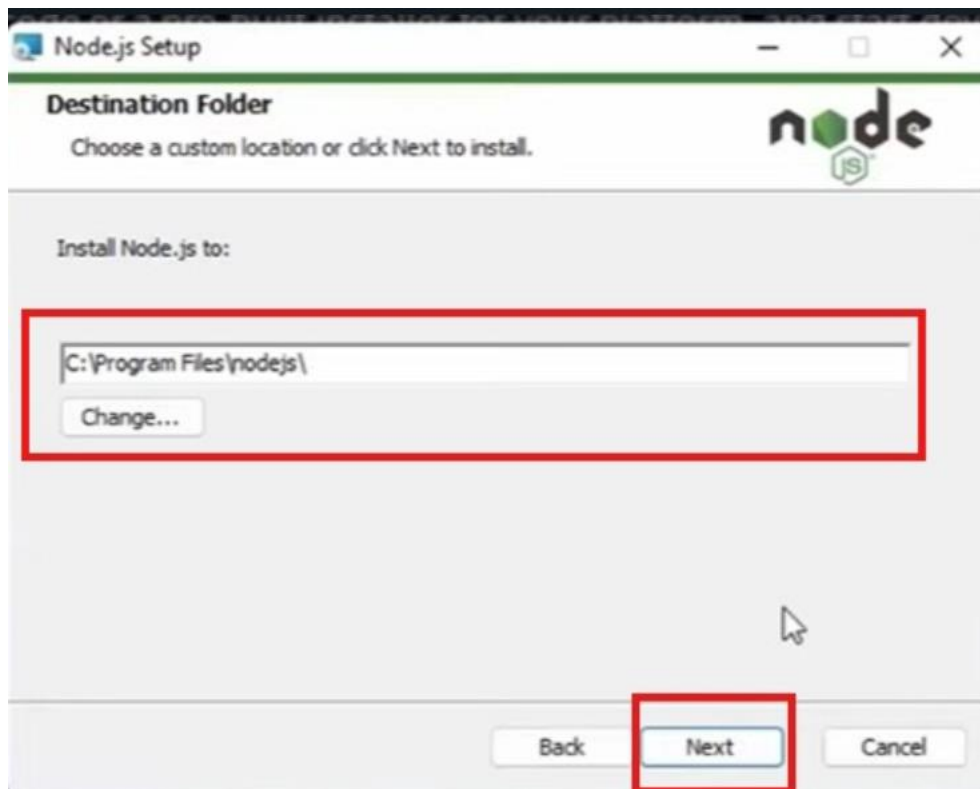


Ilustración 110 Paquetes node

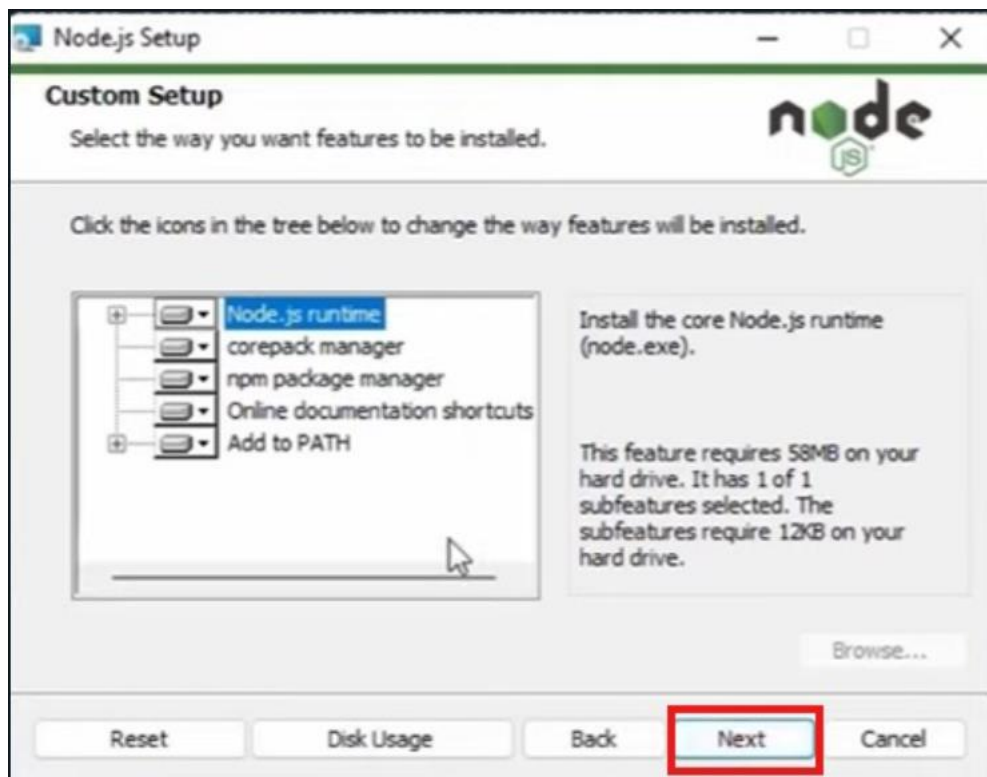


Ilustración 111 Tools node

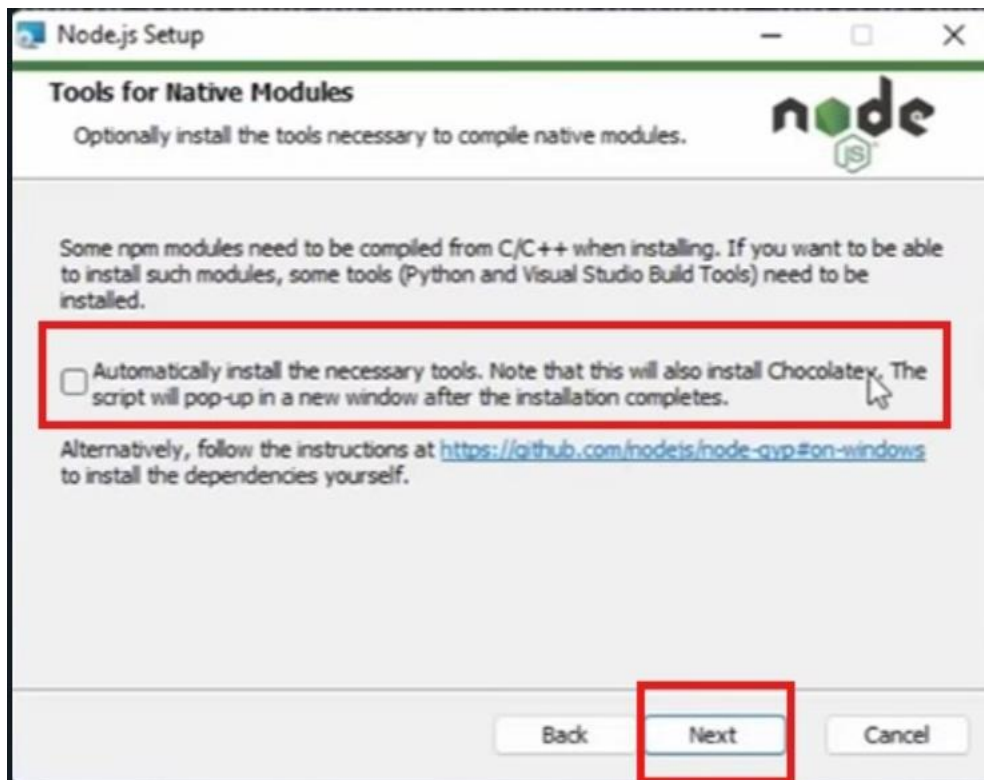


Ilustración 112 Instalar node

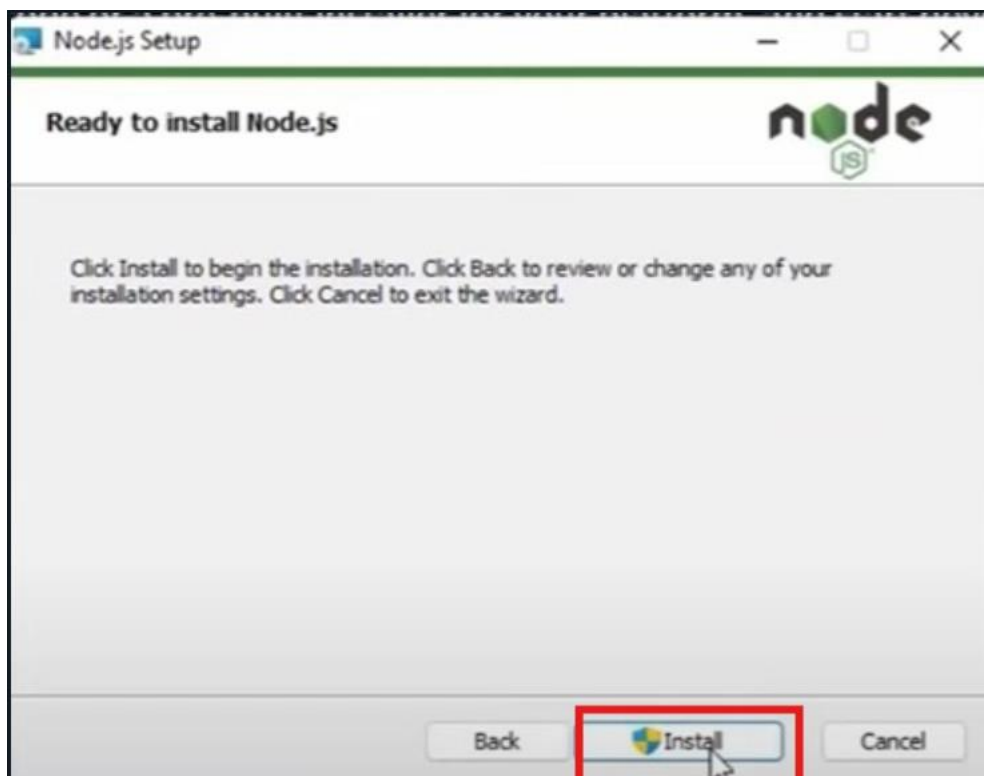


Ilustración 113 Finalizar instalación node

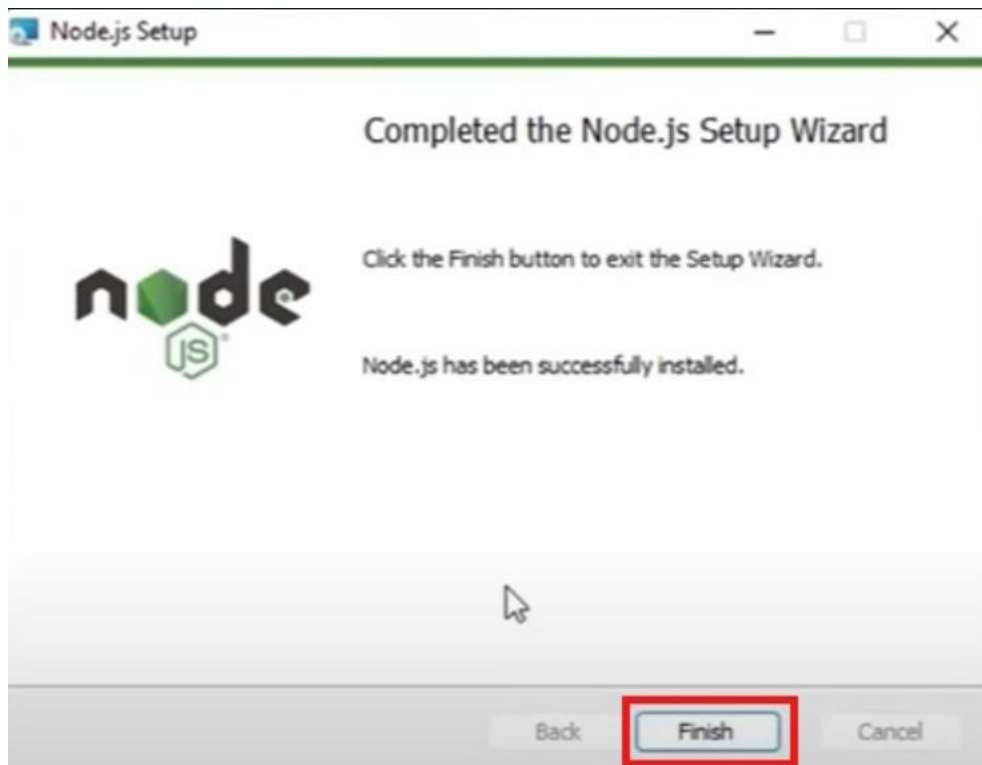
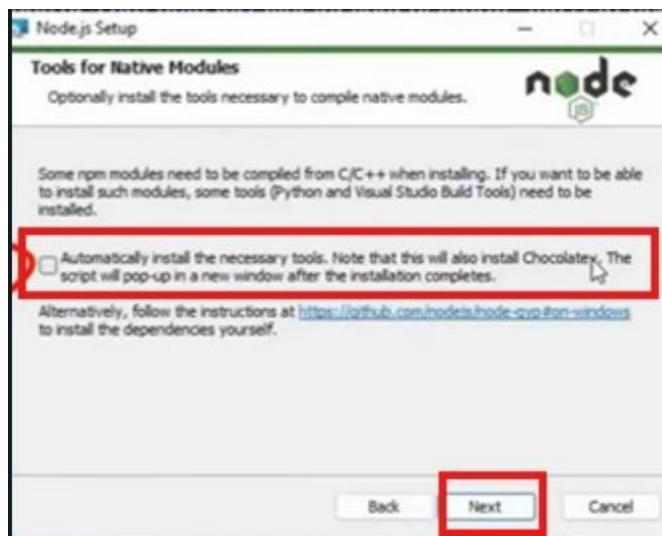


Ilustración 114 Next node



Verificación

- I. **Abrir la Terminal:**
Abre una ventana de Command Prompt o PowerShell.
- II. **Verificar la Instalación:**
Ejecuta los siguientes comandos para verificar que Node.js y npm (Node Package Manager) se hayan instalado correctamente:

```
node -v
```

```
npm -v
```

Instalación en macOS

Descarga

- I. **Visita el Sitio Web Oficial:**
Dirígete a la [página de descargas de Node.js](#).
- II. **Selecciona el Instalador:**
Descarga el archivo .pkg para macOS.

Instalación

- I. **Ejecuta el Instalador:**
Abre el archivo .pkg descargado y sigue las instrucciones del asistente de instalación.

Verificación

- I. **Abrir la Terminal:**
Abre la aplicación Terminal.
- II. **Verificar la Instalación:**
Ejecuta los siguientes comandos para comprobar que Node.js y npm se hayan instalado correctamente:

```
node -v
```

```
npm -v
```

Instalación en Linux

Instalación en Distribuciones Basadas en Debian (Ubuntu)

- I. **Actualiza el Índice de Paquetes:**
Abre una terminal y ejecuta:
- ```
sudo apt update
```
- II. **Instalar Node.js usando el Repositorio de Nodsource:**  
Ejecuta los siguientes comandos para instalar Node.js. Reemplaza xx con la versión deseada (por ejemplo, 18.x):

```
curl -fsSL https://deb.nodesource.com/setup_xx.x | sudo -E bash -
```

```
sudo apt install -y nodejs
```

- III. **Verificar la Instalación:**  
Ejecuta los siguientes comandos:

```
node -v
```

```
npm -v
```

### *Instalación en Distribuciones Basadas en Red Hat (Fedora)*

- I. **Configurar el Repositorio de Node.js:**  
Ejecuta:

```
curl -fsSL https://rpm.nodesource.com/setup_xx.x | sudo bash -
```

## II. Instalar Node.js:

Ejecuta:

```
sudo dnf install -y nodejs
```

## III. Verificar la Instalación:

Ejecuta los siguientes comandos:

```
node -v
```

```
npm -v
```

### *Instalación en Arch Linux*

#### I. Instalar desde el Repositorio Oficial:

Ejecuta:

```
sudo pacman -S nodejs npm
```

#### II. Verificar la Instalación:

Ejecuta los siguientes comandos:

```
node -v
```

```
npm -v
```

### *Post-Instalación*

#### *Actualización de Node.js*

#### I. Usar nvm (Node Version Manager):

nvm es una herramienta útil para gestionar múltiples versiones de Node.js. Instálalo y configúralo:

```
curl -o- https://raw.githubusercontent.com/nvm-sh/nvm/v0.39.5/install.sh |
bash
```

Luego, instala la versión deseada de Node.js usando:

```
nvm install <version>
```

```
nvm use <version>
```

#### *Instalación de Paquetes con npm*

#### I. Instalar Paquetes:

Puedes instalar paquetes globalmente o en tu proyecto. Por ejemplo:

```
npm install -g <package-name> # Instalación global
```

```
npm install <package-name> # Instalación en el proyecto
```

### *Solución de Problemas Comunes*

- **Node.js o npm No se Reconocen:**

Verifica que Node.js esté en el PATH del sistema. Puedes revisar la variable de entorno PATH para asegurarte de que la ruta de Node.js esté incluida.

- **Errores de Instalación de npm:**

Si encuentras errores al instalar paquetes con npm, intenta limpiar la caché de npm:

```
npm cache clean --force
```

- **Problemas de Permisos:**

Si encuentras problemas de permisos, considera usar nvm para evitar problemas relacionados con permisos en el directorio global de npm.

## **Visual Studio**

Es un completo entorno de desarrollo integrado (IDE) desarrollado por Microsoft, ampliamente reconocido y utilizado en la programación y el desarrollo de aplicaciones. Ofrece un conjunto robusto de herramientas para crear una amplia gama de software, incluyendo aplicaciones de escritorio, web y móviles. Su riqueza en funcionalidades, como depuración avanzada, diseño de interfaces y gestión de bases de datos, lo convierte en una elección preferida para desarrollos complejos y de gran envergadura.

### ***Requisitos Previos***

Antes de instalar Visual Studio, asegúrate de que tu sistema cumple con los siguientes requisitos mínimos:

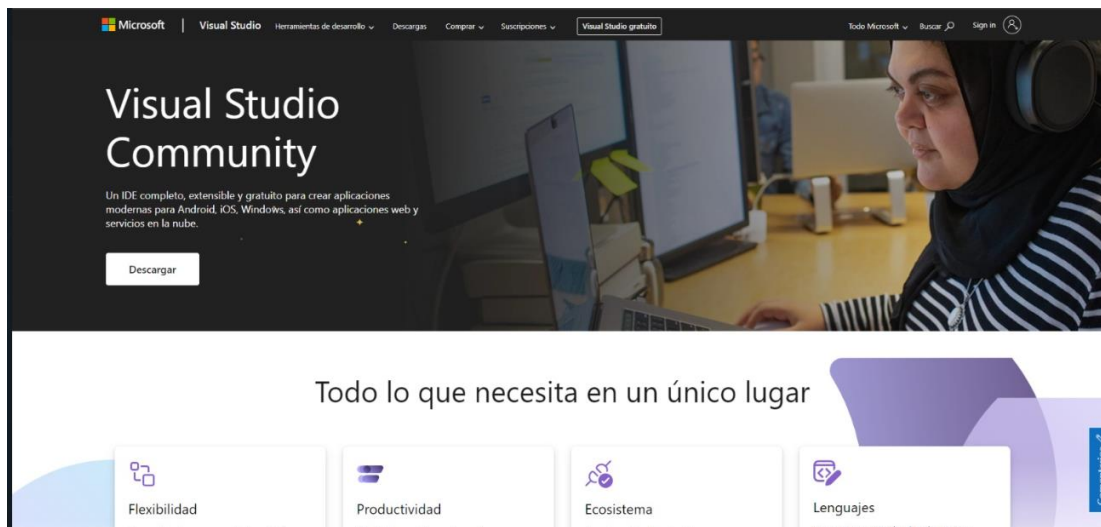
- **Sistema Operativo:** Windows 10 versión 1909 o posterior, o Windows 11.
- **Espacio en Disco:** Al menos 20 GB de espacio libre en disco para la instalación completa.
- **RAM:** 4 GB de RAM o más.
- **Procesador:** Procesador de 1.8 GHz o más rápido con compatibilidad para 64 bits.
- **Conexión a Internet:** Necesaria para descargar el instalador y las actualizaciones.

### ***Descarga del Instalador***

- I. **Visita el Sitio Web Oficial:**

Navega a la [página de descargas de Visual Studio](#).

Ilustración 115 Visual community



## II. Selecciona la Versión:

**Visual Studio Community** (gratuito para estudiantes, código abierto, y uso individual).

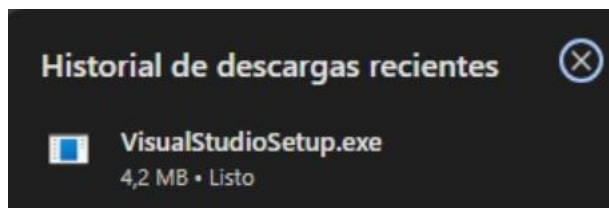
**Visual Studio Professional** (versión de pago para profesionales y pequeñas empresas).

**Visual Studio Enterprise** (versión completa con herramientas avanzadas para grandes equipos y proyectos).

## III. Descarga el Instalador:

Haz clic en el botón “Download” correspondiente a la versión que desees instalar. Se descargará un archivo de instalación .exe.

Ilustración 116 Descarga visual community



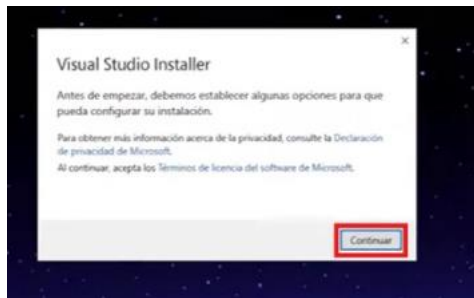
## Instalación de Visual Studio

### Selección de Cargas de Trabajo y Componentes

#### I. Ejecuta el Instalador:

Haz doble clic en el archivo .exe descargado para iniciar el instalador.

Ilustración 117 Instalar visual



## II. Seleccionar Cargas de Trabajo:

En la ventana del instalador, selecciona las **cargas de trabajo** (workloads) que correspondan a tus necesidades de desarrollo. Cada carga de trabajo incluye un conjunto de herramientas y componentes necesarios para tipos específicos de desarrollo:

- **Desarrollo de Aplicaciones de Escritorio con C++**
- **Desarrollo Web y de Azure**
- **Desarrollo en .NET Core**
- **Desarrollo en Python**
- **Desarrollo de Juegos con Unity**

## III. Seleccionar Componentes Individuales (Opcional):

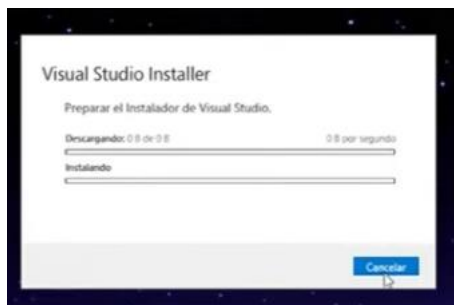
Puedes personalizar aún más la instalación seleccionando **componentes individuales** adicionales que no estén incluidos en las cargas de trabajo predeterminadas. Esto puede incluir herramientas específicas o SDKs.

### Instalación

#### I. Iniciar Instalación:

Haz clic en el botón “Instalar” para comenzar la instalación. El instalador descargará e instalará los componentes seleccionados.

Ilustración 118 Proceso de descarga



#### II. Esperar a la Finalización:

La instalación puede tardar varios minutos dependiendo de los componentes seleccionados y la velocidad de tu conexión a Internet. Durante la instalación, es posible que se te solicite reiniciar tu sistema.

## Configuración Inicial

### I. Configurar el Entorno de Desarrollo:

- Al finalizar la instalación, Visual Studio te pedirá que selecciones un esquema de color y configures el entorno según tus preferencias. Esto incluye la configuración de la disposición de ventanas y otras opciones de interfaz.

### II. Reiniciar el Sistema (Opcional):

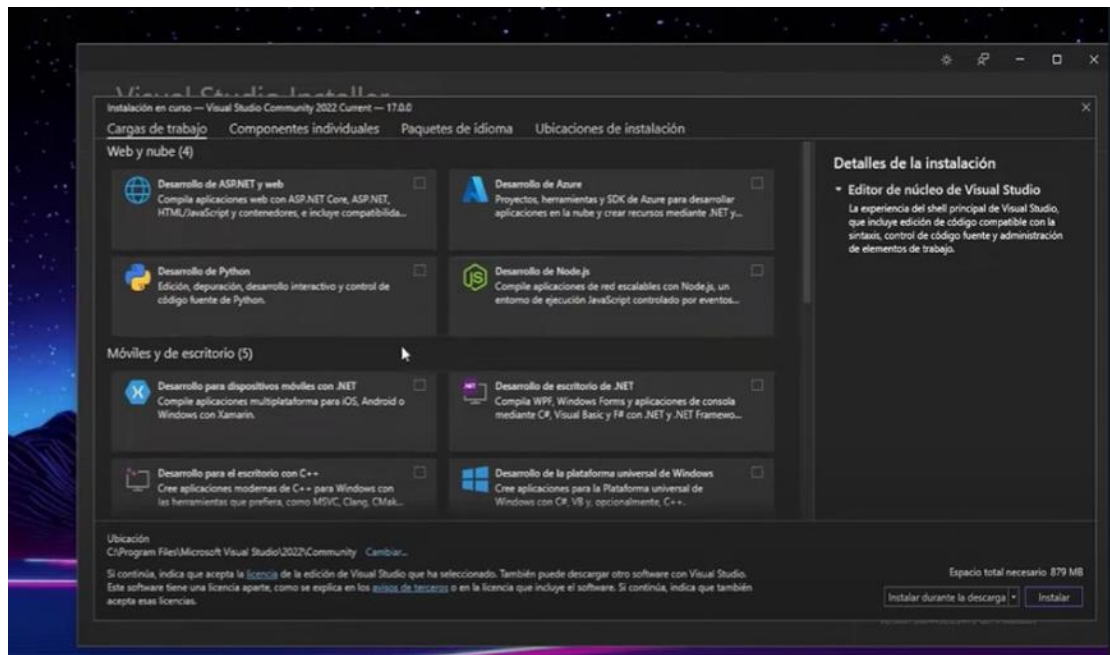
- Aunque no siempre es necesario, reiniciar tu computadora puede ayudar a aplicar completamente todos los cambios.

## Actualización y Mantenimiento

### I. Actualizar Visual Studio:

Para mantener Visual Studio actualizado, abre el instalador de Visual Studio desde el menú de inicio y selecciona “Modificar” o “Actualizar”. Esto te permitirá instalar las últimas actualizaciones y parches.

Ilustración 119 Tools visual



### II. Agregar o Quitar Componentes:

Puedes cambiar los componentes instalados en cualquier momento a través del instalador de Visual Studio. Simplemente abre el instalador, selecciona “Modificar” y ajusta las cargas de trabajo y componentes según sea necesario.

## Configuración Adicional

### Configuración del Entorno de Desarrollo

#### I. Personalizar el Entorno:

Accede a Tools > Options en Visual Studio para configurar opciones adicionales como el formato del código, preferencias de depuración, y más.

## II. Configuración del Proyecto:

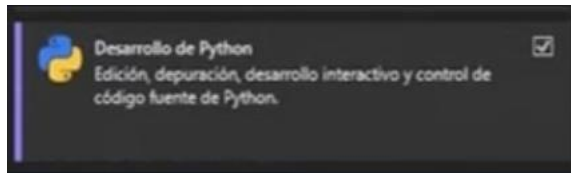
Configura las opciones específicas del proyecto desde el menú Project > Properties para adaptar el entorno a tus necesidades de desarrollo.

### *Instalación de Extensiones*

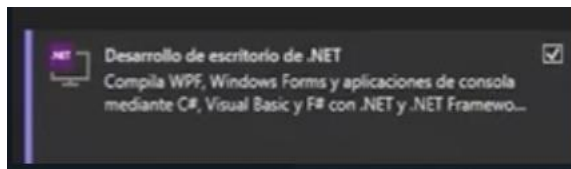
#### I. Acceder al Marketplace de Extensiones:

Ve a Extensions > Manage Extensions para buscar y agregar extensiones que pueden mejorar tu flujo de trabajo.

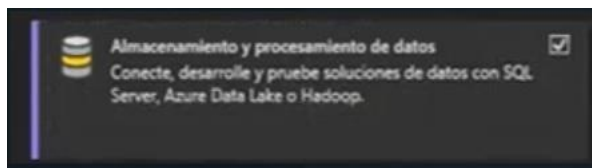
*Ilustración 120 Desarrollo python*



*Ilustración 121 Desarrollo .net*



*Ilustración 122 Almacenamiento*



*Ilustración 123 Aplicaciones de datos*

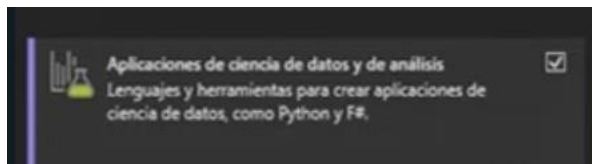
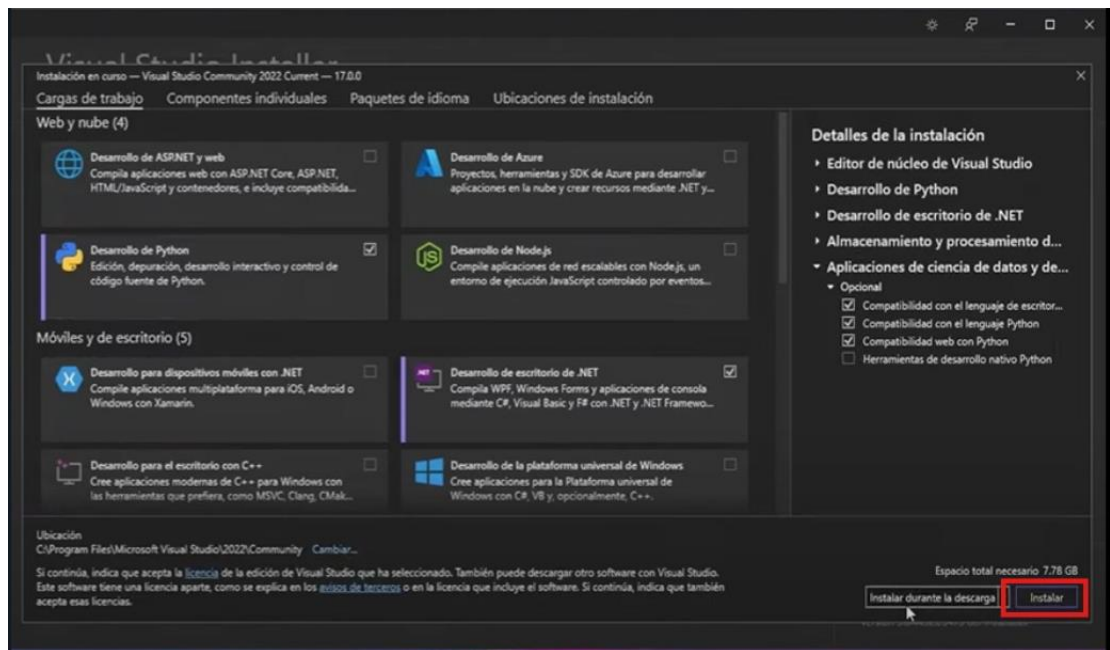


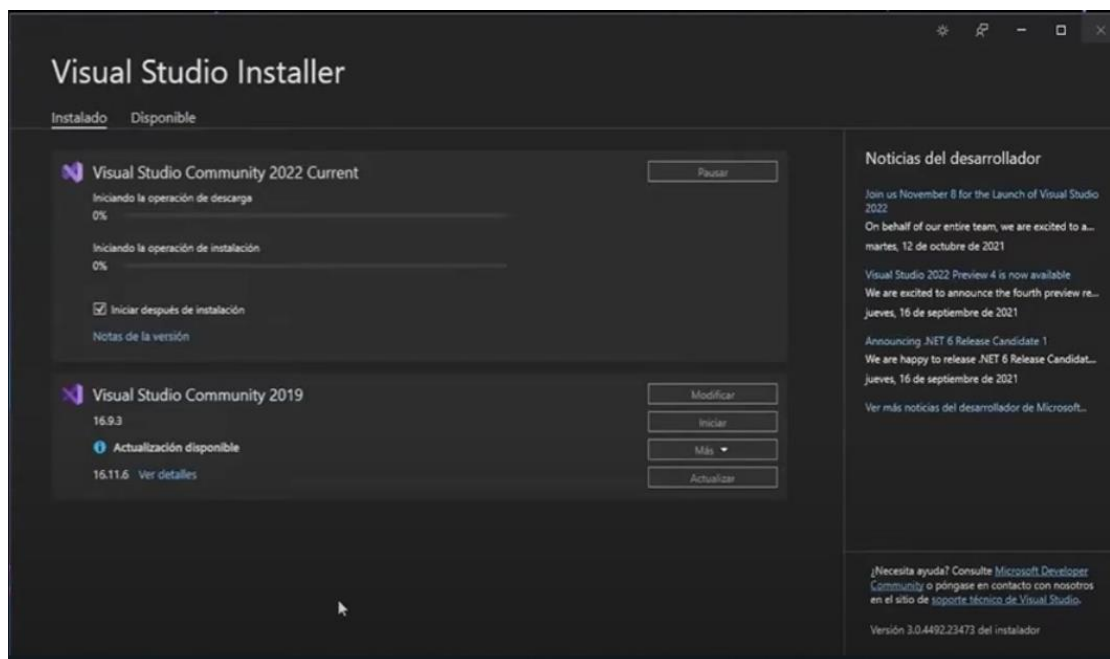
Ilustración 124 Instalar tools



## II. Buscar e Instalar Extensiones:

Utiliza el Marketplace para buscar extensiones específicas, como herramientas para lenguajes adicionales, control de versiones, o integración con otros servicios.

Ilustración 125 Descarga de tools



## Solución de Problemas Comunes

- **Instalación Fallida:**

Verifica tu conexión a Internet y asegúrate de que tu sistema cumpla con los requisitos mínimos. Consulta los [registros de instalación](#) si encuentras errores.

- **Problemas de Activación:**

Asegúrate de que tu licencia esté activa y correctamente configurada. Puedes gestionar la licencia desde el menú Help > Register Product.

- **Errores en el Entorno de Desarrollo:**

Si encuentras problemas con el entorno de desarrollo, intenta restablecer la configuración de Visual Studio a los valores predeterminados desde Tools > Import and Export Settings.

## **Python**

Python es un lenguaje de programación de alto nivel, conocido por su simplicidad y legibilidad. Creado por Guido van Rossum y lanzado en 1991, Python se destaca por su sintaxis clara y su enfoque en la productividad del programador. Es un lenguaje versátil que se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, desde desarrollo web y análisis de datos hasta inteligencia artificial y automatización. La amplia colección de bibliotecas y marcos disponibles, junto con una comunidad activa, hace de Python una opción popular tanto para principiantes como para profesionales experimentados.

### ***Requisitos Previos***

- **Sistema Operativo:** Windows 10 versión 1809 o posterior, o Windows 11.
- **Espacio en Disco:** Al menos 500 MB de espacio libre en disco.
- **RAM:** Mínimo 2 GB de RAM.
- **Procesador:** Procesador compatible con 64 bits.

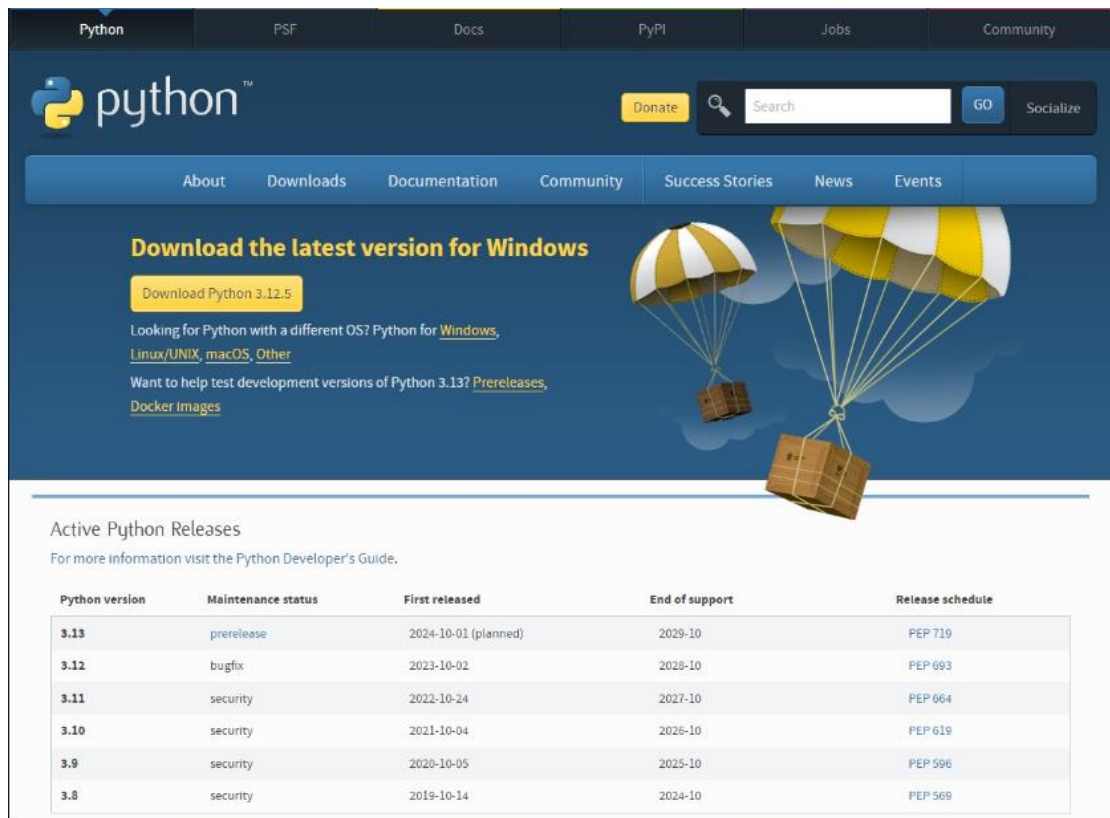
### ***Instalación Windows***

#### ***Descarga del Instalador***

1. **Visita el Sitio Web Oficial:**

Navega a la [página de descargas de Python](#).

Ilustración 126 Python



## 2. Selecciona la Versión:

Elige la última versión estable de Python. Para la mayoría de los usuarios, la opción recomendada es la versión más reciente de Python 3.x.

## 3. Descarga el Instalador:

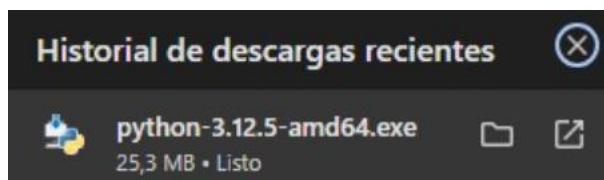
Haz clic en el enlace de descarga para el instalador de Windows (.exe).

### Instalación

#### I. Ejecuta el Instalador:

Haz doble clic en el archivo .exe descargado para iniciar el instalador.

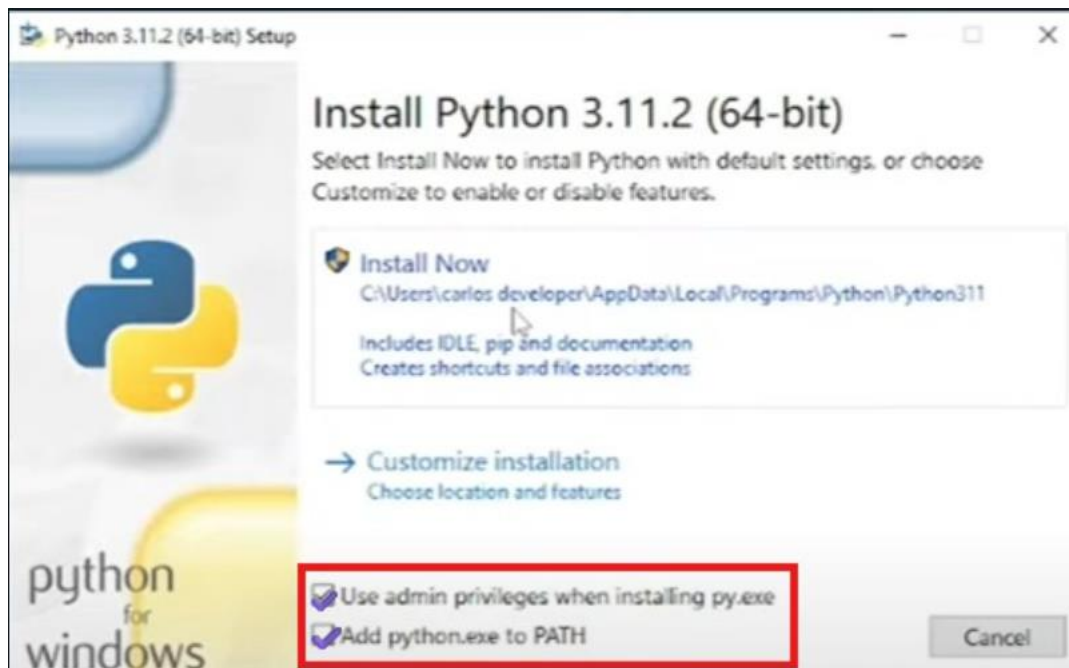
Ilustración 127 Descarga python



#### II. Configura la Instalación:

Marca la opción "Add Python to PATH" para añadir Python al PATH del sistema.

Ilustración 128 Path python

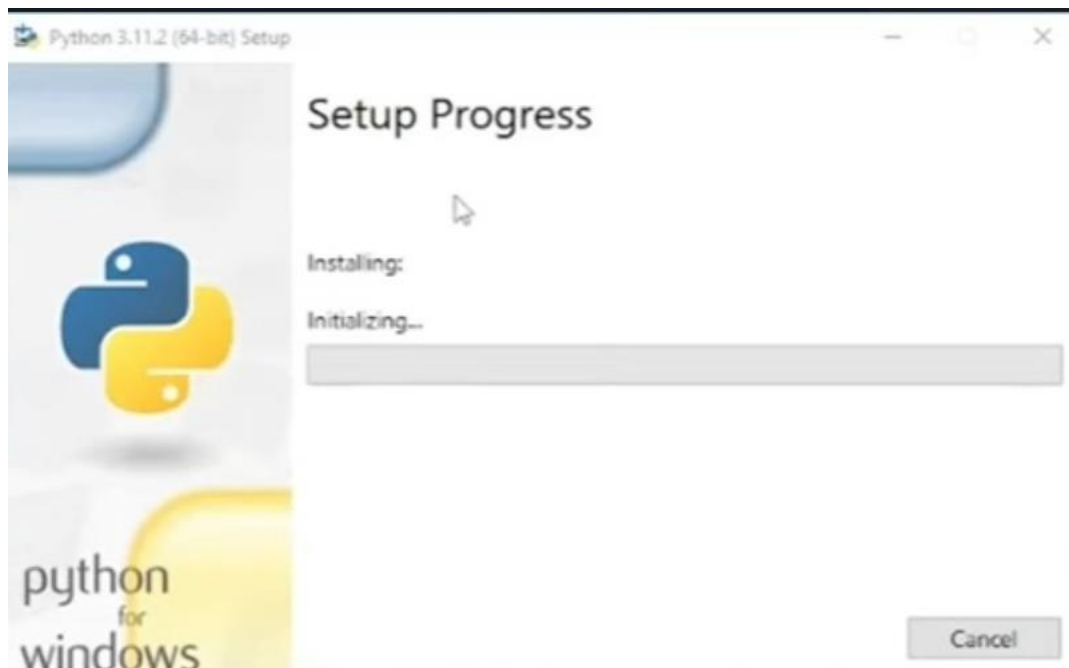


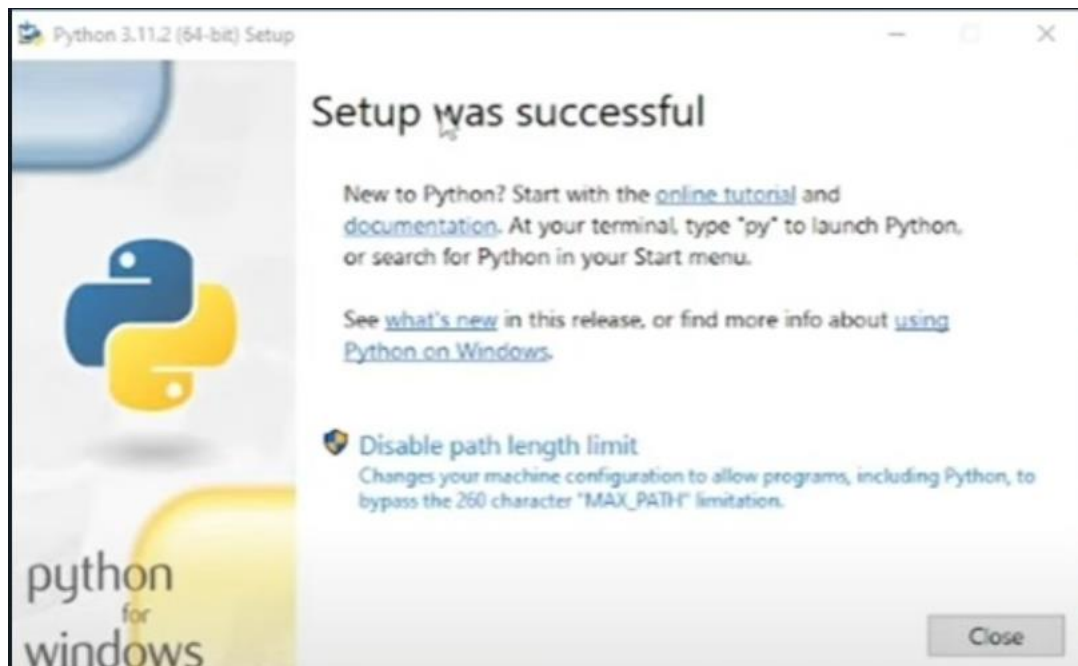
Haz clic en “Customize installation” si necesitas opciones avanzadas, o elige “Install Now” para la instalación estándar.

### III. Completa la Instalación:

Haz clic en “Install” y espera a que el proceso termine. Una vez completado, haz clic en “Close”.

Ilustración 129 Proceso de python





### Configuración Inicial

#### I. Verificar la Instalación:

Abre una ventana de **Command Prompt** (cmd) y ejecuta:

```
python --version
```

Deberías ver la versión instalada de Python.

#### II. Configurar el Entorno Virtual (Opcional):

Para crear un entorno virtual, ejecuta:

```
python -m venv myenv
```

Activa el entorno virtual con:

```
myenv\Scripts\activate
```

### Actualización y Mantenimiento

#### I. Actualizar Python:

Descarga la nueva versión desde el sitio oficial y ejecuta el instalador. El instalador detectará la versión existente y ofrecerá actualizar.

#### II. Actualizar Paquetes:

Usa pip para actualizar paquetes:

```
python -m pip install --upgrade pip
```

### Solución de Problemas Comunes

- **Python no se reconoce como un comando:**

Asegúrate de que la opción “Add Python to PATH” esté marcada durante la instalación. Puedes agregar Python al PATH manualmente en las variables del sistema.

- **Problemas con pip:**

Asegúrate de que pip está actualizado ejecutando `python -m pip install --upgrade pip`.

## ***Instalación de Python en macOS***

### *Requisitos Previos*

- **Sistema Operativo:** macOS 10.15 (Catalina) o posterior.
- **Espacio en Disco:** Al menos 500 MB de espacio libre en disco.
- **RAM:** Mínimo 2 GB de RAM.

### *Descarga del Instalador*

- I. **Visita el Sitio Web Oficial:**

Navega a la [página de descargas de Python](#).

- II. **Selecciona la Versión:**

Elige la última versión estable de Python 3.x.

- III. **Descarga el Instalador:**

Descarga el archivo .pkg para macOS.

### *Instalación*

- I. **Ejecuta el Instalador:**

Abre el archivo .pkg descargado y sigue las instrucciones del asistente de instalación.

- II. **Completa la Instalación:**

Una vez completada la instalación, el instalador te notificará que Python se ha instalado correctamente.

### *Configuración Inicial*

- I. **Verificar la Instalación:**

Abre la **Terminal** y ejecuta:

```
python3 --version
```

Deberías ver la versión instalada de Python.

- II. **Configurar el Entorno Virtual (Opcional):**

Para crear un entorno virtual, ejecuta:

```
python3 -m venv myenv
```

Activa el entorno virtual con:

```
source myenv/bin/activate
```

## Actualización y Mantenimiento

### I. Actualizar Python:

Descarga la nueva versión desde el sitio oficial y ejecuta el instalador. Esto reemplazará la versión anterior.

### II. Actualizar Paquetes:

Usa pip para actualizar paquetes:

```
python3 -m pip install --upgrade pip
```

## Solución de Problemas Comunes

- **Python no se reconoce como un comando:**

Asegúrate de que la ruta de Python esté en tu PATH. Puedes verificar y modificar el PATH en tu archivo `.bash_profile` o `.zshrc`.

- **Problemas con pip:**

Asegúrate de que pip está actualizado ejecutando `python3 -m pip install --upgrade pip`.

## Instalación de Python en Linux

### Requisitos Previos

- **Sistema Operativo:** Distribuciones modernas de Linux (por ejemplo, Ubuntu 20.04+, Fedora 33+, Debian 10+).
- **Espacio en Disco:** Al menos 500 MB de espacio libre en disco.
- **RAM:** Mínimo 2 GB de RAM.

### Instalación desde Repositorios

Para la mayoría de las distribuciones, puedes instalar Python directamente desde los repositorios oficiales.

### I. Actualizar Repositorios:

Abre una terminal y ejecuta:

```
sudo apt update # Para distribuciones basadas en Debian/Ubuntu
```

```
sudo dnf update # Para Fedora
```

```
sudo zypper refresh # Para openSUSE
```

### II. Instalar Python:

En distribuciones basadas en Debian/Ubuntu:

```
sudo apt install python3
```

En Fedora:

```
sudo dnf install python3
```

En openSUSE:

```
sudo zypper install python3
```

### *Instalación desde el Código Fuente*

Si necesitas una versión específica o deseas la última versión, puedes compilar Python desde el código fuente.

#### I. **Instalar Dependencias:**

En distribuciones basadas en Debian/Ubuntu:

```
sudo apt install build-essential libssl-dev zlib1g-dev libncurses5-dev
libgdbm-dev libbz2-dev libsqlite3-dev libreadline-dev libffi-dev
```

En Fedora:

```
sudo dnf groupinstall 'Development Tools'
sudo dnf install openssl-devel bzip2-devel libffi-devel
```

#### II. **Descargar y Compilar Python:**

Descarga el código fuente desde [Python.org](https://www.python.org).

Extrae el archivo descargado y navega al directorio:

```
tar -xvf Python-3.x.x.tgz
cd Python-3.x.x
```

Compila e instala:

```
./configure
make
sudo make altinstall
```

### *Configuración Inicial*

#### I. **Verificar la Instalación:**

Abre una terminal y ejecuta:

```
python3 --version
```

Deberías ver la versión instalada de Python.

#### II. **Configurar el Entorno Virtual (Opcional):**

Para crear un entorno virtual, ejecuta:

```
python3 -m venv myenv
```

Activa el entorno virtual con:

```
source myenv/bin/activate
```

### *Actualización y Mantenimiento*

#### I. **Actualizar Python:**

Desde repositorios: Repite el proceso de instalación desde repositorios para obtener la última versión.

Desde código fuente: Repite el proceso de compilación con la versión deseada.

## II. **Actualizar Paquetes:**

Usa pip para actualizar paquetes:

```
python3 -m pip install --
```

## **PostgreSQL**

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional de código abierto, conocido por su robustez, flexibilidad y conformidad con los estándares SQL. Lanzado en 1989, PostgreSQL ofrece un potente conjunto de características como transacciones ACID, soporte para tipos de datos avanzados, y extensibilidad mediante funciones y extensiones personalizadas. Es ampliamente utilizado para aplicaciones empresariales y web, y se destaca por su capacidad para manejar grandes volúmenes de datos y su escalabilidad. Su comunidad activa y su enfoque en la estabilidad y la innovación lo convierten en una opción preferida para desarrolladores y administradores de bases de datos.

### *Instalación de PostgreSQL en Windows*

#### *Requisitos Previos*

- **Sistema Operativo:** Windows 10 versión 1809 o posterior, o Windows 11.
- **Espacio en Disco:** Al menos 200 MB de espacio libre en disco.
- **RAM:** Mínimo 2 GB de RAM.

#### *Descarga del Instalador*

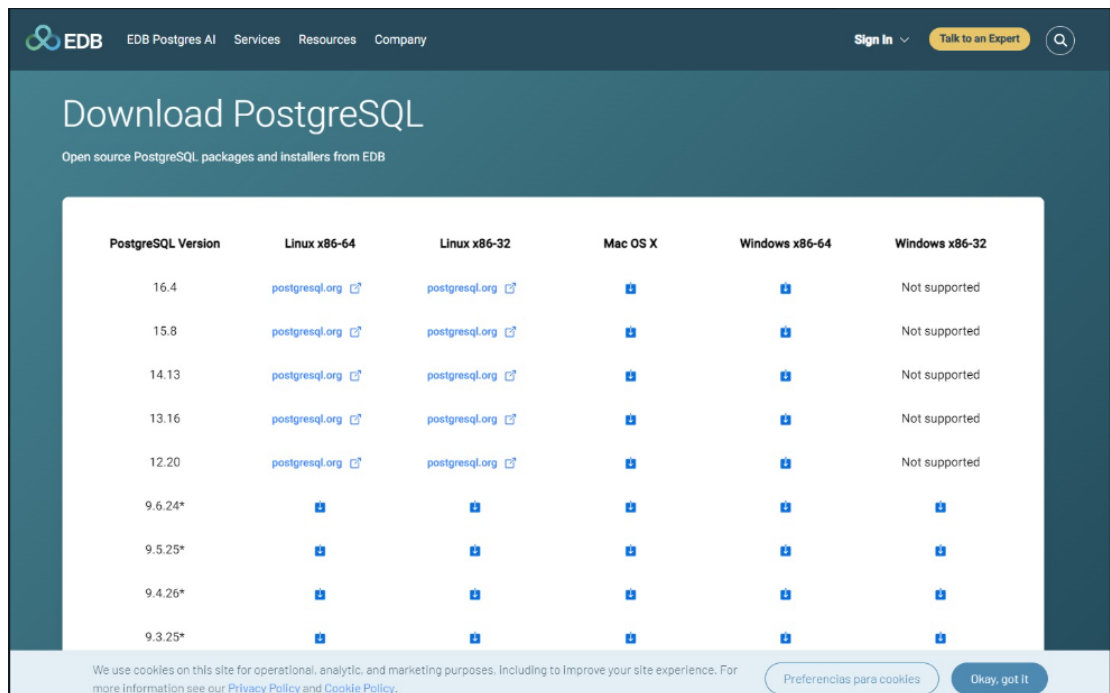
### I. **Visita el Sitio Web Oficial:**

Navega a la [página de descargas de PostgreSQL](#).

### II. **Selecciona el Instalador:**

Utiliza el enlace para el instalador de Windows proporcionado por EnterpriseDB.

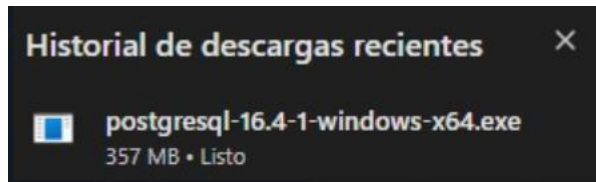
Ilustración 131 Download postgresql



### III. Descarga el Instalador:

Descarga el archivo .exe correspondiente a la última versión estable de PostgreSQL.

Ilustración 132 Descarga postgresql



### Instalación

#### I. Ejecuta el Instalador:

Haz doble clic en el archivo .exe descargado para iniciar el asistente de instalación.

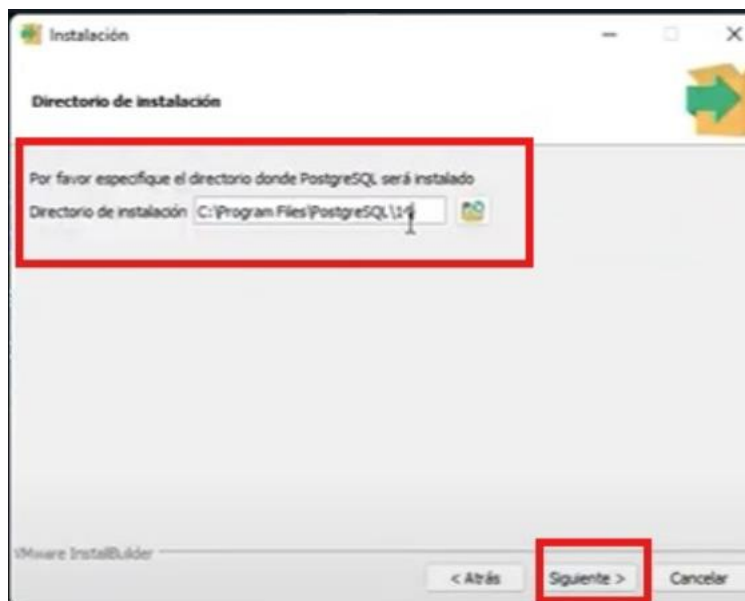
Ilustración 133 Condiciones postgresql



## II. Configuración de Instalación:

**Seleccione el directorio de instalación:** Puedes elegir la ubicación donde se instalará PostgreSQL.

Ilustración 134 Ruta postgresql



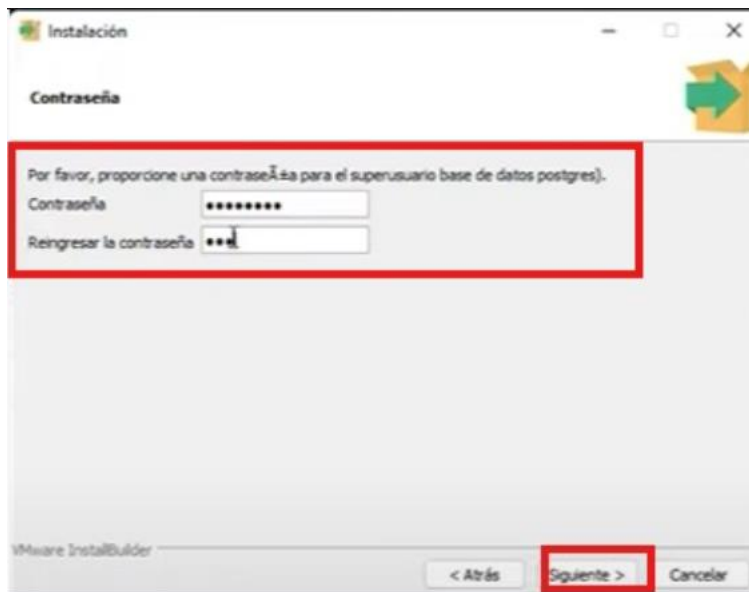
**Selecciona componentes:** El instalador ofrece varios componentes como el servidor de base de datos, herramientas de línea de comandos, y pgAdmin (herramienta gráfica para administración).

Ilustración 135 Tools postgresql



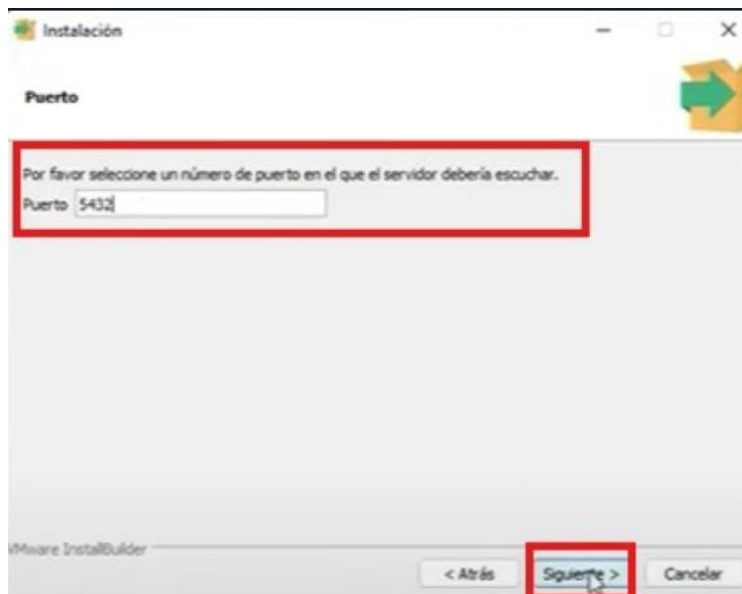
**Configura el Superusuario:** Ingresa una contraseña para el superusuario (postgres).

Ilustración 136 Credenciales postgresql



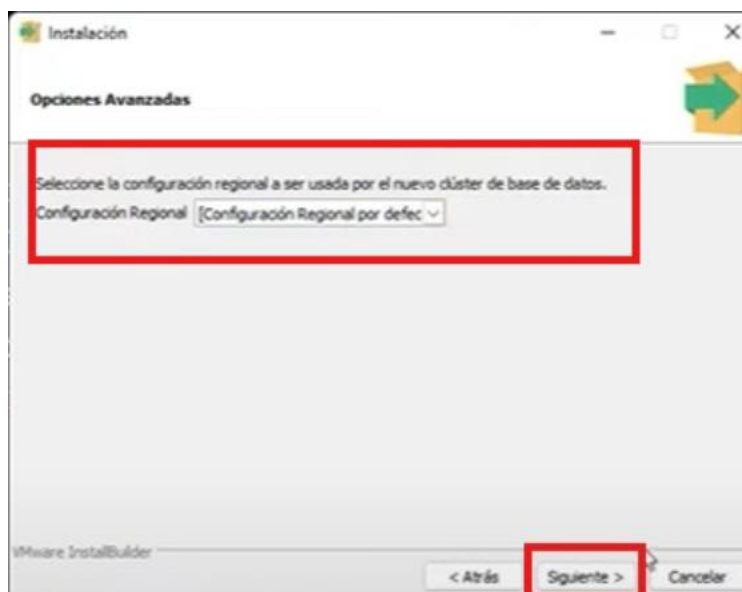
**Configura el Puerto:** El puerto predeterminado es 5432. Puedes cambiarlo si es necesario.

Ilustración 137 Puerto postgresql



**Configuración de la Localización:** Selecciona la configuración regional para el servidor de bases de datos.

Ilustración 138 Configuración postgresql



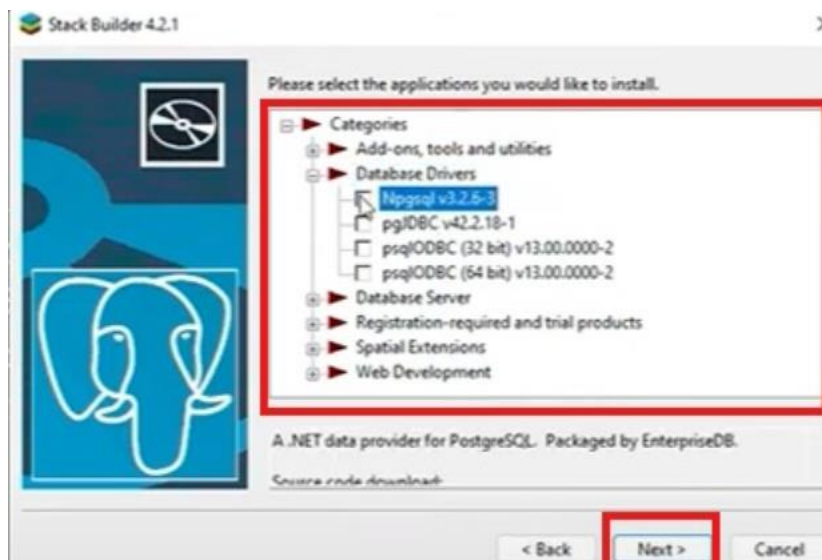
### III. Completa la Instalación:

Sigue las instrucciones restantes y haz clic en “Finish” para completar la instalación.

Ilustración 139 Terminar postgresql



Ilustración 140 Paquetería postgresql



## Configuración Inicial

### I. Verificar la Instalación:

Abre la línea de comandos (cmd) y ejecuta:

```
psql --version
```

Deberías ver la versión instalada de PostgreSQL.

### II. Acceder a PostgreSQL:

Para iniciar el cliente de línea de comandos psql, ejecuta:

```
psql -U postgres
```

Ingresa la contraseña configurada durante la instalación.

### III. Crear una Base de Datos:

Dentro del cliente psql, ejecuta:

```
CREATE DATABASE mydatabase;
```

### *Actualización y Mantenimiento*

#### **I. Actualizar PostgreSQL:**

Descarga el instalador más reciente desde el sitio web oficial y ejecuta el instalador. PostgreSQL gestiona actualizaciones a través del proceso de instalación.

#### **Actualizar Paquetes:**

- Utiliza pgAdmin o el cliente de línea de comandos para actualizar extensiones y paquetes.

### *Solución de Problemas Comunes*

#### **• No se puede conectar al servidor:**

Verifica que el servicio de PostgreSQL esté en ejecución desde el panel de servicios de Windows. Asegúrate de que el puerto 5432 no esté bloqueado por un firewall.

#### **• Contraseña incorrecta:**

Asegúrate de ingresar la contraseña correcta para el superusuario (postgres). Puedes cambiar la contraseña utilizando psql.

### *Instalación de PostgreSQL en macOS*

#### *Requisitos Previos*

- **Sistema Operativo:** macOS 10.15 (Catalina) o posterior.
- **Espacio en Disco:** Al menos 200 MB de espacio libre en disco.
- **RAM:** Mínimo 2 GB de RAM.

#### *Descarga del Instalador*

#### **I. Visita el Sitio Web Oficial:**

Navega a la [página de descargas de PostgreSQL](#).

#### **II. Selecciona el Instalador:**

Utiliza el enlace para el instalador proporcionado por EnterpriseDB.

#### **III. Descarga el Instalador:**

Descarga el archivo .dmg correspondiente a la última versión estable de PostgreSQL.

#### *Instalación*

#### **I. Ejecuta el Instalador:**

Abre el archivo .dmg descargado y arrastra el ícono de PostgreSQL a la carpeta "Applications".

#### **II. Configuración Inicial:**

El instalador incluirá pgAdmin para la administración de la base de datos.

### III. **Completa la Instalación:**

Sigue las instrucciones del asistente para completar la instalación. La instalación creará una base de datos inicial y configurará un superusuario.

#### *Configuración Inicial*

#### I. **Verificar la Instalación:**

Abre la **Terminal** y ejecuta:

```
psql --version
```

Deberías ver la versión instalada de PostgreSQL.

#### II. **Acceder a PostgreSQL:**

Para iniciar el cliente de línea de comandos psql, ejecuta:

```
psql -U postgres
```

Ingresa la contraseña configurada durante la instalación.

#### III. **Crear una Base de Datos:**

Dentro del cliente psql, ejecuta:

```
CREATE DATABASE mydatabase;
```

#### *Actualización y Mantenimiento*

#### I. **Actualizar PostgreSQL:**

Descarga la nueva versión desde el sitio oficial y ejecuta el instalador. El proceso de actualización es similar al de instalación.

#### II. **Actualizar Paquetes:**

Usa pgAdmin o el cliente de línea de comandos para actualizar extensiones y paquetes.

#### *Solución de Problemas Comunes*

- **No se puede conectar al servidor:**

Verifica que el servicio de PostgreSQL esté en ejecución. Asegúrate de que el puerto 5432 esté disponible.

- **Contraseña incorrecta:**

Asegúrate de ingresar la contraseña correcta para el superusuario (postgres). Puedes cambiar la contraseña utilizando psql.

#### *Instalación de PostgreSQL en Linux*

##### *Requisitos Previos*

- **Sistema Operativo:** Distribuciones modernas de Linux (por ejemplo, Ubuntu 20.04+, Fedora 33+, Debian 10+).
- **Espacio en Disco:** Al menos 200 MB de espacio libre en disco.
- **RAM:** Mínimo 2 GB de RAM.

### *Instalación desde Repositorios*

Para la mayoría de las distribuciones, puedes instalar PostgreSQL directamente desde los repositorios oficiales.

#### **I. Actualizar Repositorios:**

Abre una terminal y ejecuta:

```
sudo apt update # Para distribuciones basadas en Debian/Ubuntu
```

```
sudo dnf update # Para Fedora
```

```
sudo zypper refresh # Para openSUSE
```

#### **II. Instalar PostgreSQL:**

En distribuciones basadas en Debian/Ubuntu:

```
sudo apt install postgresql postgresql-contrib
```

En Fedora:

```
sudo dnf install postgresql-server postgresql-contrib
```

En openSUSE:

```
sudo zypper install postgresql-server postgresql-contrib
```

### *Instalación desde el Código Fuente*

Si necesitas una versión específica o deseas la última versión, puedes compilar PostgreSQL desde el código fuente.

#### **I. Instalar Dependencias:**

En distribuciones basadas en Debian/Ubuntu:

```
sudo apt install build-essential libssl-dev zlib1g-dev libreadline-dev
```

En Fedora:

```
sudo dnf groupinstall 'Development Tools'
```

```
sudo dnf install openssl-devel readline-devel zlib-devel
```

#### **II. Descargar y Compilar PostgreSQL:**

Descarga el código fuente desde [PostgreSQL.org](https://www.postgresql.org).

Extrae el archivo descargado y navega al directorio:

```
tar -xvf postgresql-12.x.tar.gz
```

```
cd postgresql-12.x
```

Compila e instala:

```
./configure
```

```
make
```

```
sudo make install
```

## Configuración Inicial

### I. Iniciar el Servicio de PostgreSQL:

En distribuciones basadas en Debian/Ubuntu:

## GitHub

GitHub es una plataforma de desarrollo colaborativo basada en la web que utiliza el sistema de control de versiones Git. Lanzada en 2008, GitHub facilita la gestión y el seguimiento de cambios en el código fuente a lo largo del tiempo. Proporciona herramientas para la colaboración en proyectos de software, incluyendo la capacidad de realizar revisiones de código, gestionar incidencias y coordinar tareas a través de "pull requests" y "issues". Su interfaz intuitiva y su integración con diversas herramientas de desarrollo hacen de GitHub una elección popular para desarrolladores y equipos de software en todo el mundo, fomentando una comunidad activa y un ecosistema de proyectos de código abierto.

Para continuar con el proyecto, es necesario tener una cuenta de GitHub. GitHub es una plataforma de desarrollo colaborativo que permite gestionar y compartir el código fuente con otros desarrolladores. Asegúrate de tener una cuenta activa para poder acceder al repositorio del proyecto y colaborar eficazmente.

### *Pasos para Configurar tu Cuenta de GitHub*

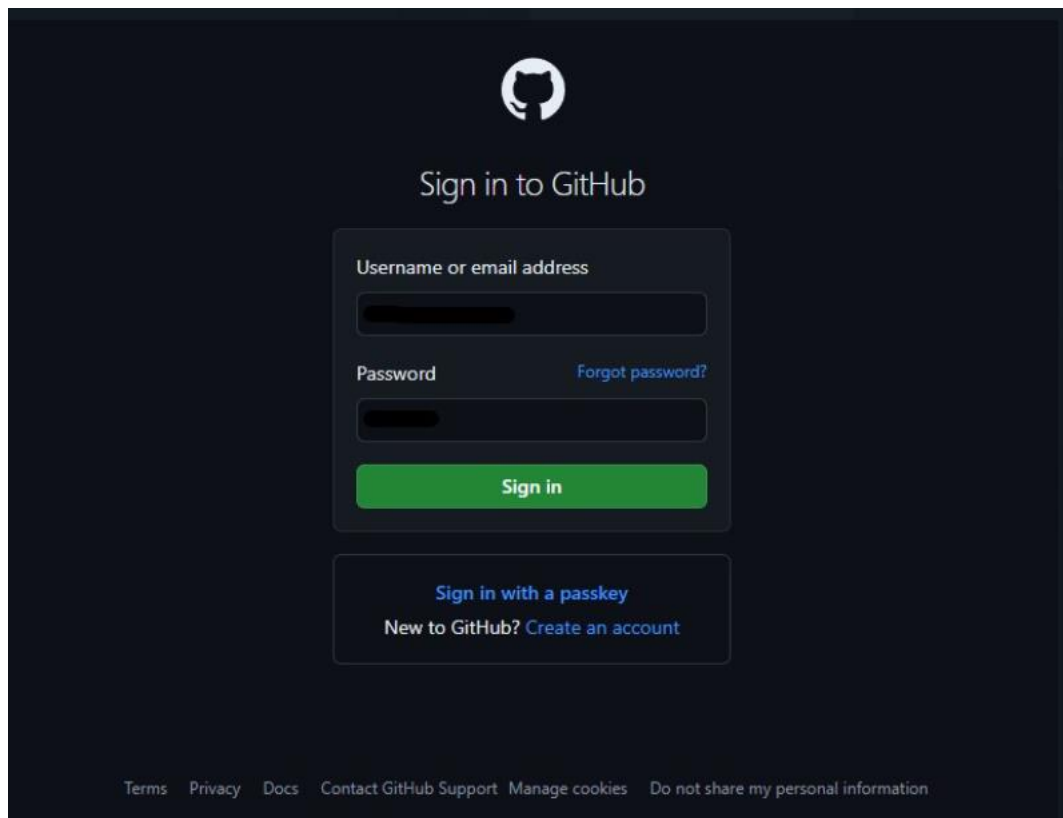
#### *Iniciar Sesión en GitHub:*

Si ya tienes una cuenta de GitHub, puedes iniciar sesión en [GitHub.com](https://github.com).

Ingresa tu nombre de usuario o dirección de correo electrónico y contraseña.

Haz clic en el botón **Sign in** para acceder a tu cuenta.

*Ilustración 141 Github*

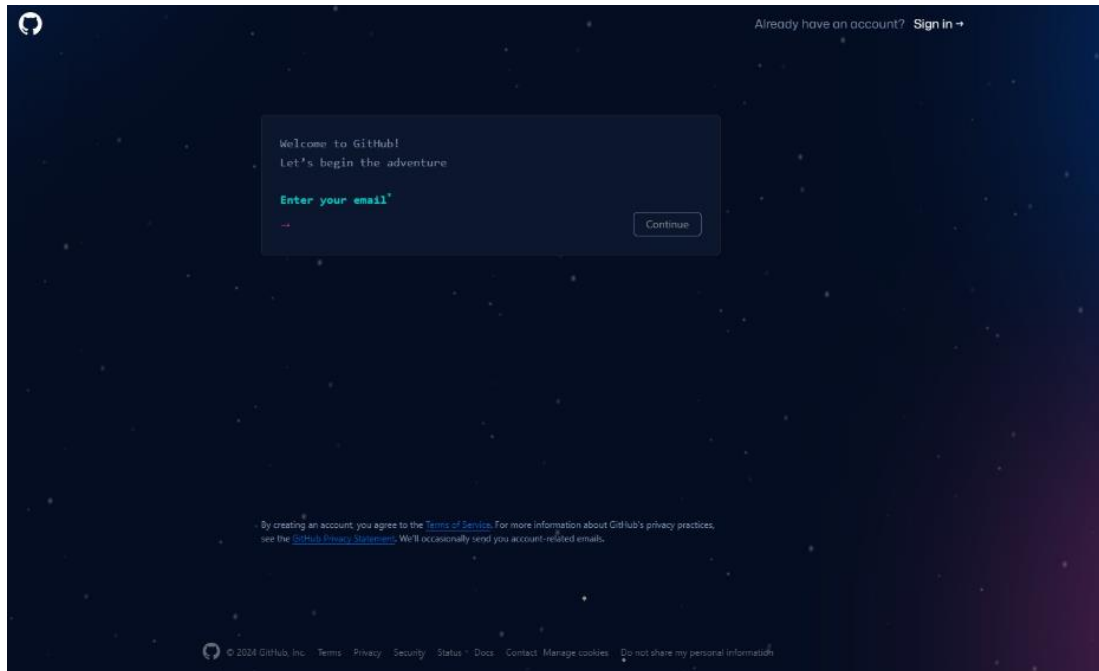


### Crear una Nueva Cuenta:

Si aún no tienes una cuenta de GitHub, puedes crear una siguiendo estos pasos:

1. Visita [GitHub.com](https://github.com).
2. Haz clic en **Sign up** en la esquina superior derecha.

Ilustración 142 Registrar github



3. Completa el formulario de registro con tu dirección de correo electrónico, nombre de usuario y una contraseña segura.
  4. Sigue las instrucciones en pantalla para verificar tu correo electrónico y completar el registro.
2. **Una vez que hayas iniciado sesión o creado una cuenta, podrás acceder al repositorio del proyecto y comenzar a colaborar.**

Si necesitas ayuda con la configuración de tu cuenta de GitHub o con el uso de la plataforma, puedes consultar la [documentación oficial de GitHub](#) o buscar tutoriales en línea.

## Clonación del Repositorio de GitHub y Configuración en Visual Studio

### Clonar el Repositorio desde GitHub en Visual Studio

#### Requisitos Previos

- **Git:** Asegúrate de tener Git instalado en tu sistema. Puedes descargarlo desde [Git](https://git-scm.com/).

#### Pasos para Clonar el Repositorio

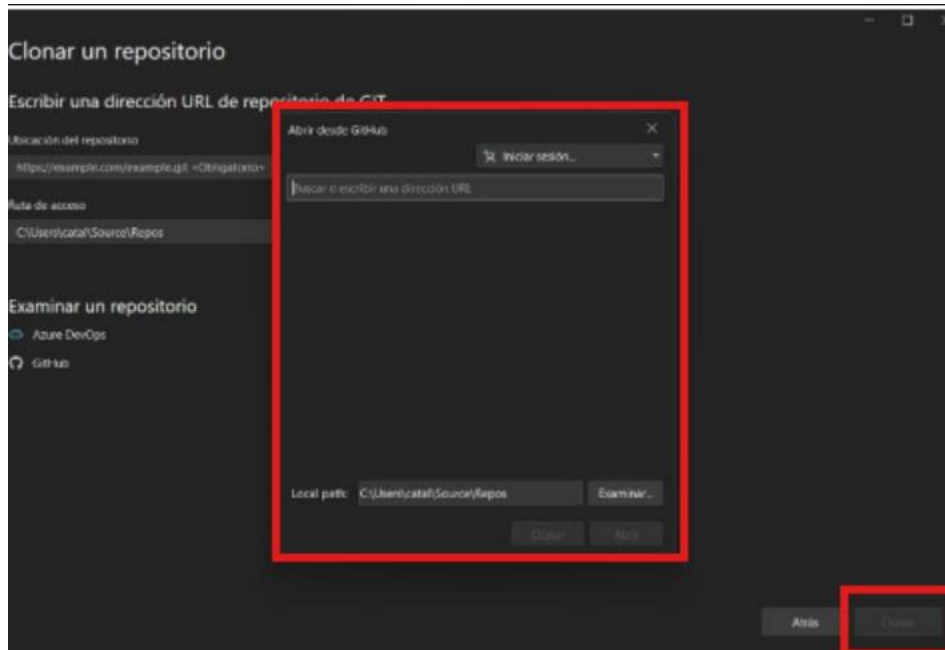
- I. **Abrir Visual Studio:**  
Inicia Visual Studio.
- II. **Abrir el Panel de Control de Git:**

En la barra de menús superior, selecciona **View (Ver) > Team Explorer** (Explorador de equipo).

### III. Acceder a la Opción de Clonar:

En el panel de **Team Explorer**, haz clic en **Clone** (Clonar) para abrir la ventana de clonación de repositorios.

Ilustración 143 Clonar proyecto



### IV. Ingresar la URL del Repositorio:

En el campo de **Repository location** (Ubicación del repositorio), ingresa la URL del repositorio de GitHub que deseas clonar. La URL suele tener el formato <https://github.com/usuario/repositorio.git>.

Ilustración 144 Credenciales github visual

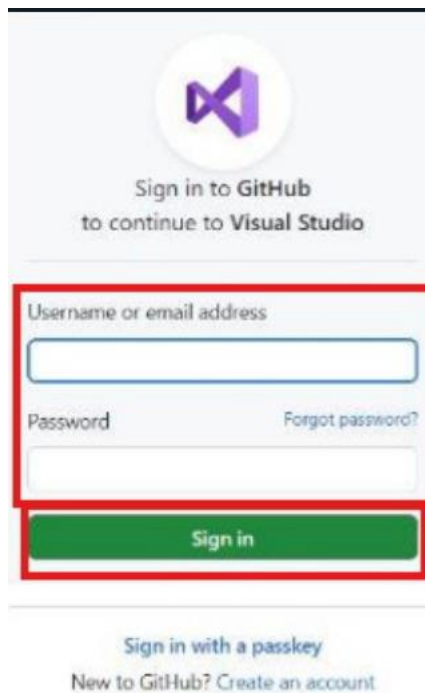
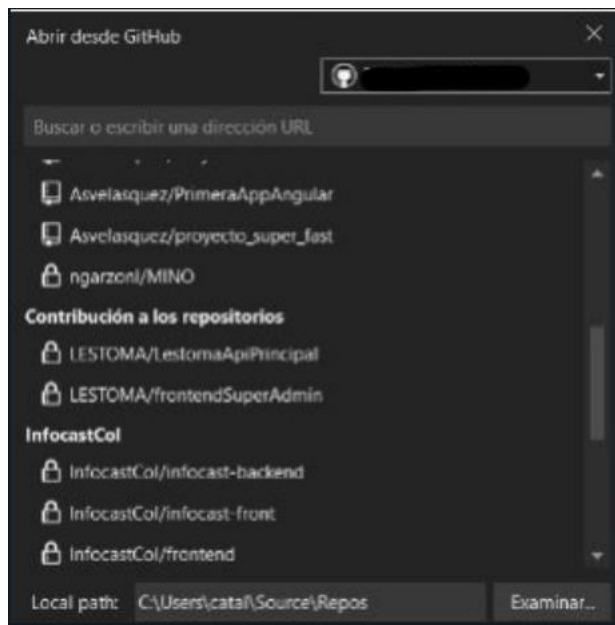


Ilustración 145 Seleccionar carpeta



V. **Seleccionar la Carpeta de Destino:**

En **Path** (Ruta), selecciona la carpeta donde deseas clonar el repositorio en tu sistema.

VI. **Clonar el Repositorio:**

Haz clic en **Clone** (Clonar) para iniciar el proceso de clonación. Visual Studio descargará el repositorio en la carpeta seleccionada.

VII. **Abrir la Solución (Opcional):**

Una vez que el repositorio esté clonado, puedes abrir la solución si existe un archivo .sln en la carpeta clonada. Haz doble clic en el archivo .sln para cargar el proyecto en Visual Studio.

### **Instalar la Paquetería Necesaria**

Después de clonar el repositorio, deberás instalar las dependencias del proyecto utilizando pip en la consola de Visual Studio.

#### **Pasos para Instalar Paquetes con pip**

##### **I. Abrir la Consola de Visual Studio:**

En la barra de menús superior, selecciona **View** (Ver) > **Terminal** o **Other Windows** (Otras ventanas) > **Python Environments** (Entornos de Python).

##### **II. Seleccionar el Entorno de Python:**

Si tienes múltiples entornos de Python, selecciona el entorno en el que deseas instalar los paquetes. Esto se puede hacer desde la ventana **Python Environments** (Entornos de Python) o directamente en la terminal seleccionando el entorno adecuado.

##### **III. Instalar Paquetes:**

En la consola, ejecuta los siguientes comandos uno por uno para instalar los paquetes necesarios:

```
pip install psycopg2-binary
```

```
pip install time
```

```
pip install tkinter
```

```
pip install re
```

```
pip install os
```

```
pip install matplotlib
```

```
pip install numpy
```

```
pip install opencv-python
```

```
pip install ultralytics
```

```
pip install pillow
```

```
pip install pandas
```

```
pip install scikit-learn
```

```
pip install reportlab
```

```
PS C:\Users\felip\OneDrive\Documentos\repositorio\pag_IA> pip install psycopg2-binary
Collecting psycopg2-binary
 Downloading psycopg2_binary-2.9.9-cp312-cp312-win_amd64.whl.metadata (4.6 kB)
 Downloading psycopg2_binary-2.9.9-cp312-cp312-win_amd64.whl (1.2 MB)
 ━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━ 1.2/1.2 MB 18.6 MB/s eta 0:00:00
Installing collected packages: psycopg2-binary
Successfully installed psycopg2-binary-2.9.9

[notice] A new release of pip is available: 24.1.2 -> 24.2
```

**Nota:** Algunos paquetes como time, tkinter, re, y os son módulos estándar de Python y no necesitan ser instalados con pip. Puedes omitir estos comandos si ya están incluidos en tu instalación de Python.

#### IV. Verificar la Instalación:

- Para asegurarte de que todos los paquetes se instalaron correctamente, puedes ejecutar:

```
pip list
```

Esto mostrará una lista de todos los paquetes instalados en tu entorno de Python.

### Configuración de PostgreSQL y Creación de la Base de Datos "Lestoma"

#### Configurar PostgreSQL

##### Windows

##### I. Iniciar PostgreSQL:

Abre **pgAdmin** (la herramienta gráfica incluida con PostgreSQL) desde el menú de inicio de Windows.

En el panel izquierdo, haz clic en **Servers** y selecciona **PostgreSQL**.

##### II. Conectar al Servidor:

Se te pedirá la contraseña del superusuario (postgres). Ingresala y haz clic en **OK**.

##### III. Verificar la Conexión:

Una vez conectado, expande el árbol de **Servers** y selecciona tu servidor para verificar que esté en línea.

##### macOS

##### I. Iniciar PostgreSQL:

Abre la **Terminal**.

##### II. Iniciar el Servicio de PostgreSQL:

Ejecuta el siguiente comando para iniciar el servicio:

```
pg_ctl -D /usr/local/var/postgres start
```

(Nota: El directorio puede variar dependiendo de tu instalación.)

##### III. Conectar al Servidor:

En la **Terminal**, conéctate usando psql:

```
psql -U postgres
```

### *Linux*

#### I. **Iniciar PostgreSQL:**

Abre una **Terminal**.

#### II. **Iniciar el Servicio de PostgreSQL:**

Ejecuta el siguiente comando:

```
sudo systemctl start postgresql
```

Para asegurarte de que PostgreSQL se inicie automáticamente al arrancar el sistema, usa:

```
sudo systemctl enable postgresql
```

#### III. **Conectar al Servidor:**

En la **Terminal**, conéctate usando psql:

```
sudo -u postgres psql
```

### **Crear la Base de Datos "Lestoma"**

### *Windows*

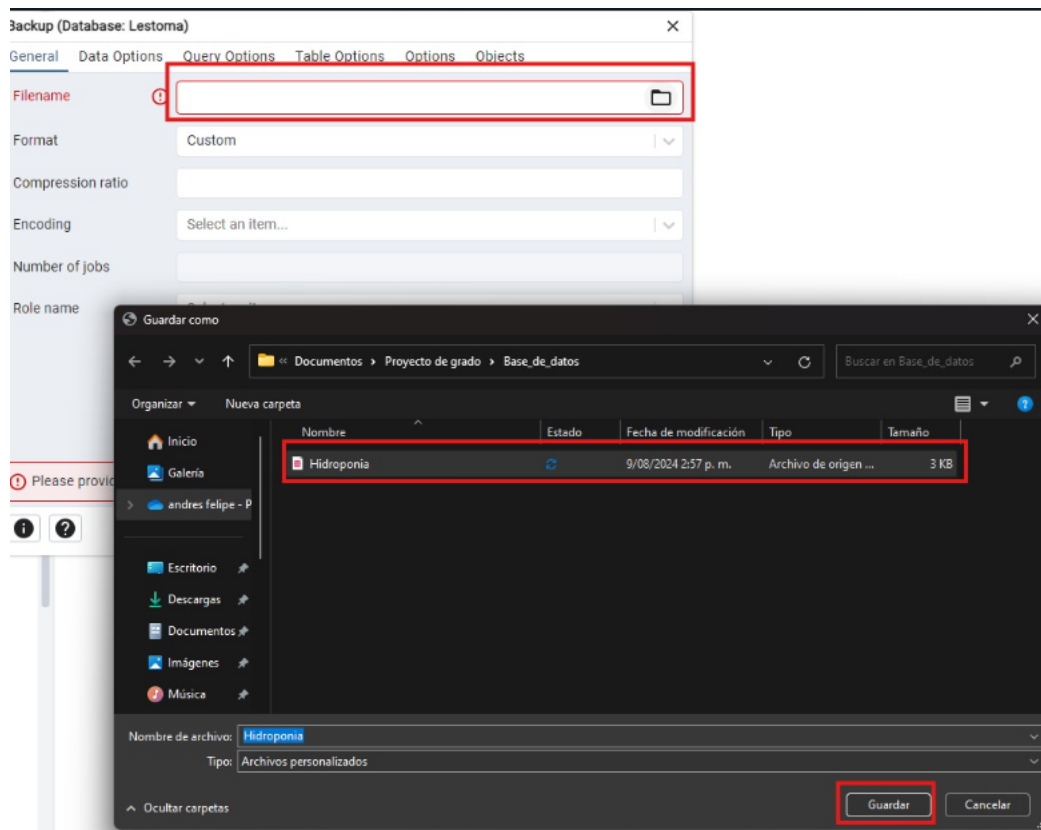
#### I. **Abrir pgAdmin:**

Abre **pgAdmin** desde el menú de inicio.

#### II. **Crear una Nueva Base de Datos:**

En el panel de **pgAdmin**, haz clic derecho en **Databases** y selecciona **Create > Database**.

Ilustración 147 Schema



### III. Configurar la Nueva Base de Datos:

En el formulario de creación de base de datos:

- **Database:** Ingresa "Lestoma".
- **Owner:** Selecciona el propietario (por defecto, el superusuario postgres).

Haz clic en **Save** para crear la base de datos.

### macOS

#### I. Abrir la Terminal:

Asegúrate de estar conectado al servidor psql:

```
psql -U postgres
```

#### II. Crear la Base de Datos:

Ejecuta el siguiente comando en el cliente psql:

```
CREATE DATABASE Lestoma;
```

#### III. Verificar la Creación:

Para listar todas las bases de datos y confirmar que "Lestoma" ha sido creada, usa:

```
\l
```

## ***Linux***

### **I. Abrir la Terminal:**

Conéctate al servidor psql como superusuario:

```
sudo -u postgres psql
```

### **II. Crear la Base de Datos:**

Ejecuta el siguiente comando en el cliente psql:

```
CREATE DATABASE Lestoma;
```

### **III. Verificar la Creación:**

Para listar todas las bases de datos y confirmar que "Lestoma" ha sido creada.

## **Referencias**

- Visual Studio Code - Code editing. Redefined. (2021, 3 noviembre). <https://code.visualstudio.com/>
- GitHub: Let's build from here. (2024). GitHub. <https://github.com/>
- DigitalEducas. (2022, 10 marzo). Guía Completa: Cómo Instalar PostgreSQL y pgAdmin en Windows | fácil, rápido y sencillo [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=P9t4Vo-j3lw>
- Visual Studio: IDE y Editor de código para desarrolladores de software y Teams. (2024, 5 agosto). Visual Studio. <https://visualstudio.microsoft.com/es/>

## **Datos de contacto**

Correo: [aporrasga@ucundinamarca.edu.co](mailto:aporrasga@ucundinamarca.edu.co)

Telefono: +573107701381



**UDEC**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

11.2 MANUAL USUARIO



**UDECA**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

Manual/Guía de Usuario

Desarrollo de Sistemas de Información

Dirección de Sistemas y Tecnología

## Tabla de contenido

|       |                                                               |     |
|-------|---------------------------------------------------------------|-----|
| 1     | Introducción.....                                             | 210 |
| 2     | Acceso a la Aplicación .....                                  | 210 |
| 2.1   | Pantalla de Inicio de Sesión.....                             | 210 |
| 2.2   | Procedimiento de Inicio de Sesión .....                       | 210 |
| 2.3   | Validación de Credenciales .....                              | 213 |
| 2.4   | Mensajes de Error .....                                       | 214 |
| 2.5   | Medidas de Seguridad.....                                     | 214 |
| 3     | Vista General del Dashboard .....                             | 215 |
|       | El dashboard está dividido en varias áreas clave:.....        | 215 |
| 3.1   | Gráficas.....                                                 | 215 |
| 3.2   | Inteligencia Artificial .....                                 | 216 |
| 3.3   | Menú de Navegación.....                                       | 216 |
| 3.4   | Interacción con el Dashboard.....                             | 217 |
| 4.1   | Gráficas Disponibles.....                                     | 218 |
| 4.1.1 | Crecimiento de las Plantas en Agua por Cosecha y Tipo .....   | 218 |
| 4.1.2 | Crecimiento de las Plantas en Tierra por Cosecha y Tipo ..... | 219 |
| 4.1.3 | Número de Hojas de Plantas en Agua Semana a Semana .....      | 219 |
| 4.1.4 | Número de Hojas de Plantas en Tierra Semana a Semana .....    | 219 |
| 4.1.5 | AF de Plantas (V1) Agua Semana a Semana.....                  | 220 |
| 4.1.6 | AF de Plantas (V2) Agua Semana a Semana.....                  | 220 |
| 4.1.7 | AF de Plantas (V1) Tierra Semana a Semana.....                | 220 |
| 4.1.8 | AF de Plantas (V2) Tierra Semana a Semana.....                | 220 |
| 4.1.9 | Regresión Polinómica de 4to Grado .....                       | 221 |
| 4.2   | Uso de las Gráficas .....                                     | 221 |
| 5     | IA (Inteligencia Artificial).....                             | 222 |
| 5.1   | Subida de Imágenes.....                                       | 222 |
| 5.2   | Indicadores y Resultados .....                                | 223 |
| 5.2.1 | Nombre .....                                                  | 223 |
| 5.2.2 | Descripción .....                                             | 223 |
| 5.2.3 | Daños que Causa.....                                          | 223 |
| 5.2.4 | Métodos de Control.....                                       | 223 |
| 5.2.5 | Monitoreo .....                                               | 224 |
| 5.2.6 | Manejo Integrado .....                                        | 224 |

|     |                                                      |     |
|-----|------------------------------------------------------|-----|
| 5.3 | Uso de los Resultados.....                           | 225 |
| 6   | Reportes.....                                        | 226 |
| 6.1 | Vista General del Cuadro de Reportes.....            | 226 |
| 6.2 | Herramientas de Búsqueda.....                        | 227 |
| 6.3 | Funcionalidades de Actualización y Eliminación ..... | 230 |
| 6.4 | Exportación de Reportes .....                        | 233 |
| 6.5 | Consideraciones Adicionales .....                    | 236 |
| 7   | Cuestionario.....                                    | 236 |
| 7.1 | Completar el Formulario .....                        | 237 |
| 7.2 | Subir una Foto .....                                 | 238 |
| 7.3 | Guardar Datos .....                                  | 240 |
| 7.4 | Carga Masiva de Datos.....                           | 241 |
| 7.5 | Consideraciones Adicionales .....                    | 243 |
| 8   | Salir.....                                           | 243 |
| 8.1 | Funcionalidad del Botón Salir .....                  | 244 |
| 9   | Aspectos Visuales .....                              | 244 |

### Tabla de ilustraciones

|                |                             |     |
|----------------|-----------------------------|-----|
| Ilustración 1  | Correo .....                | 211 |
| Ilustración 2  | Constraseña.....            | 211 |
| Ilustración 3  | Validación robot.....       | 212 |
| Ilustración 4  | Notificación inicio.....    | 213 |
| Ilustración 5  | Notificación error .....    | 214 |
| Ilustración 6  | Validación incorrecta ..... | 215 |
| Ilustración 7  | Dashboard inicio.....       | 216 |
| Ilustración 8  | Imagen software.....        | 218 |
| Ilustración 9  | Modelo matemático .....     | 218 |
| Ilustración 10 | N hojas agua .....          | 219 |
| Ilustración 11 | N hojas tierra .....        | 219 |
| Ilustración 12 | AF agua.....                | 220 |
| Ilustración 13 | AF tierra.....              | 221 |
| Ilustración 14 | Regrsion.....               | 221 |
| Ilustración 15 | IA.....                     | 222 |
| Ilustración 16 | Seleccionar imagen.....     | 223 |
| Ilustración 17 | Pulgon.....                 | 224 |
| Ilustración 18 | Gusano gris.....            | 225 |
| Ilustración 19 | Babosa .....                | 225 |
| Ilustración 20 | Reportes.....               | 226 |
| Ilustración 21 | Filtro semana .....         | 227 |
| Ilustración 22 | Filtro ubicación .....      | 228 |
| Ilustración 23 | Filtro siembra.....         | 228 |
| Ilustración 24 | Filtro cosecha.....         | 229 |
| Ilustración 25 | Filtro lechuga.....         | 229 |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| Ilustración 26 Filtro planta .....         | 230 |
| Ilustración 27 Editar hojas .....          | 230 |
| Ilustración 28 Editar área.....            | 231 |
| Ilustración 29 Editar altura.....          | 231 |
| Ilustración 30 Editar semana .....         | 231 |
| Ilustración 31 Editar siembra .....        | 232 |
| Ilustración 32 Editar observación.....     | 232 |
| Ilustración 33 Eliminar .....              | 233 |
| Ilustración 34 Notificación eliminar ..... | 233 |
| Ilustración 35 Generar pdf.....            | 234 |
| Ilustración 36 Pdf generado.....           | 234 |
| Ilustración 37 Reporte pdf generado.....   | 234 |
| Ilustración 38 Reporte pdf .....           | 235 |
| Ilustración 39 Generar reporte xlsx.....   | 235 |
| Ilustración 40 Reporte xlsx generado ..... | 236 |
| Ilustración 41 Reporte xlsx .....          | 236 |
| Ilustración 42 Reporte excel .....         | 236 |
| Ilustración 43 Cuestionario .....          | 237 |
| Ilustración 44 Validación campo .....      | 238 |
| Ilustración 45 Seleccionar imagen.....     | 239 |
| Ilustración 46 Imagen seleccionada.....    | 239 |
| Ilustración 47 Ruta .....                  | 240 |
| Ilustración 48 Guardar .....               | 240 |
| Ilustración 49 Notificación guardar .....  | 241 |
| Ilustración 50 Descargar formato.....      | 241 |
| Ilustración 51 Subir masivo .....          | 242 |
| Ilustración 52 Formato.....                | 242 |
| Ilustración 53 Formato subido .....        | 243 |
| Ilustración 54 Salir.....                  | 244 |
| Ilustración 55 Notificación salir .....    | 244 |
| Ilustración 56 Estilo .....                | 245 |
| Ilustración 57 Usuario.....                | 246 |
| Ilustración 58 Fecha y hora .....          | 246 |
| Ilustración 59 Imagen usuario.....         | 247 |

## **Introducción**

Bienvenido a "Lechugas Bajo la Lupa", la aplicación diseñada para mejorar la productividad en el cultivo de lechugas mediante modelos matemáticos e inteligencia artificial. Este manual le guiará a través del proceso de inicio de sesión para acceder a las funcionalidades de la aplicación.

## **Acceso a la Aplicación**

Para comenzar a utilizar la aplicación, primero deberá iniciar sesión. A continuación, se detallan los pasos a seguir para acceder a su cuenta.

### **Pantalla de Inicio de Sesión**

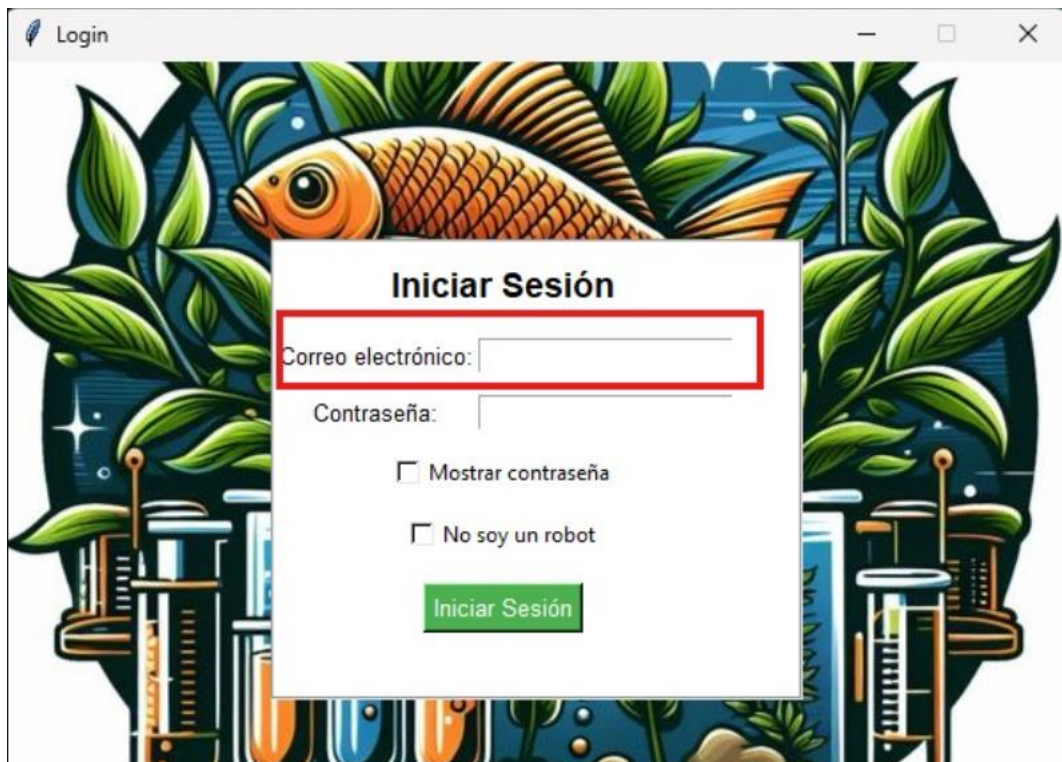
Al abrir la aplicación, se mostrará la pantalla de inicio de sesión. Esta pantalla incluye los siguientes campos y botones:

- **Campo de Correo Electrónico**  
Descripción: Introduzca su dirección de correo electrónico registrada.  
Formato Aceptado: Debe ser una dirección de correo electrónico válida (ejemplo@dominio.com).
- **Campo de Contraseña**  
Descripción: Introduzca su contraseña de acceso.  
Formato: La contraseña debe cumplir con los requisitos de seguridad establecidos durante el registro.
- **Botón para Mostrar/Ocultar Contraseña**  
Descripción: Haga clic en el ícono de ojo junto al campo de contraseña para alternar entre mostrar y ocultar la contraseña introducida.
- **Campo CAPTCHA**  
Descripción: Complete el CAPTCHA para verificar que no es un robot. Esto puede implicar seleccionar imágenes específicas, resolver un desafío de texto o realizar una acción similar.
- **Botón de Inicio de Sesión**  
Descripción: Haga clic en este botón para intentar acceder a su cuenta después de ingresar su correo electrónico y contraseña.

### **Procedimiento de Inicio de Sesión**

- I. **Introduzca su Correo Electrónico:**  
Escriba su dirección de correo electrónico en el campo correspondiente.

Ilustración 148 Correo

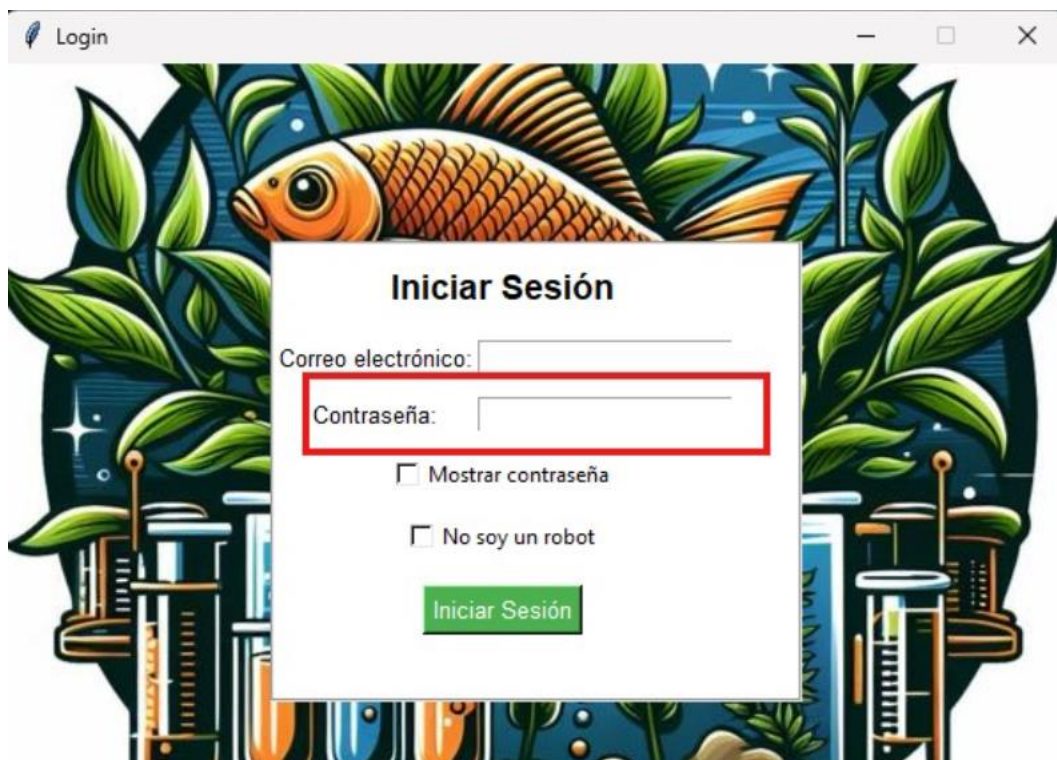


The image shows a web browser window titled "Login" with a decorative background featuring a goldfish, green leaves, and laboratory glassware. A white login form is centered on the page. The form has the title "Iniciar Sesión" and contains the following elements: a text input field for "Correo electrónico:" which is highlighted with a red rectangular border; a text input field for "Contraseña:"; a checkbox labeled "Mostrar contraseña"; a checkbox labeled "No soy un robot"; and a green button labeled "Iniciar Sesión".

II. **Introduzca su Contraseña:**

Escriba su contraseña en el campo correspondiente. Puede usar el botón para mostrar u ocultar la contraseña para verificar que la ha escrito correctamente.

Ilustración 149 Contraseña

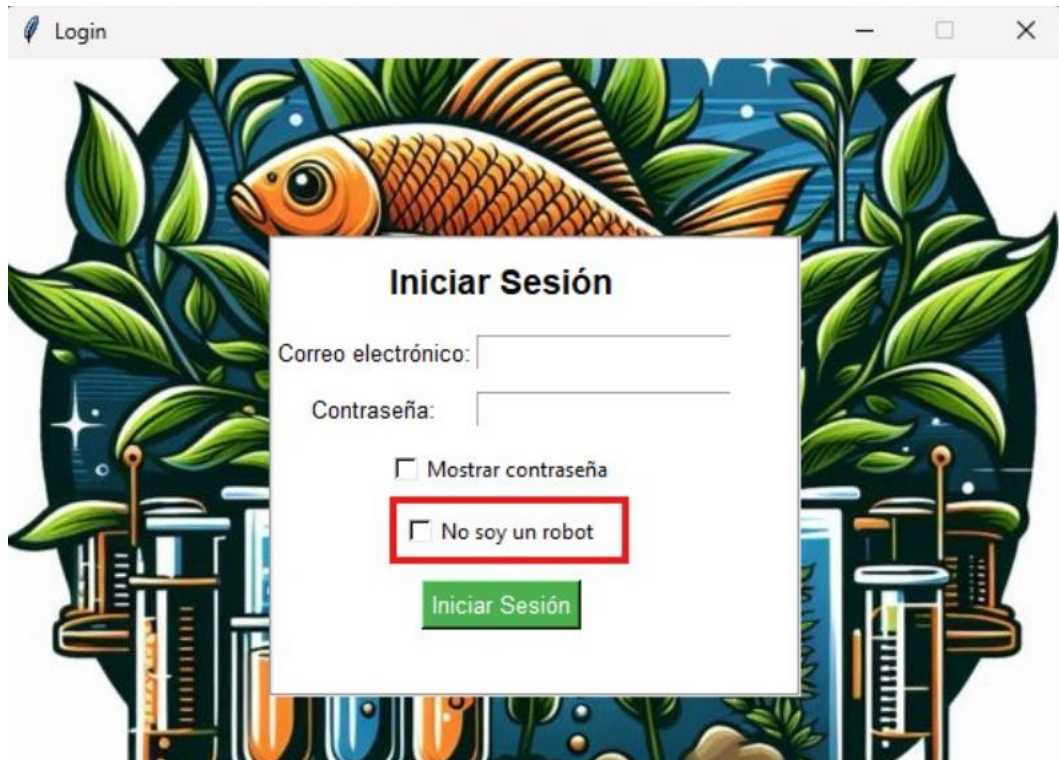


This image is identical to the previous one, showing the same "Login" window and "Iniciar Sesión" form. However, the red rectangular border is now positioned around the "Contraseña:" text input field, indicating the step where the user is prompted to enter their password.

III. **Complete el CAPTCHA:**

Siga las instrucciones del CAPTCHA para demostrar que no es una máquina. Asegúrese de completar esta tarea correctamente antes de proceder.

Ilustración 150 Validación robot

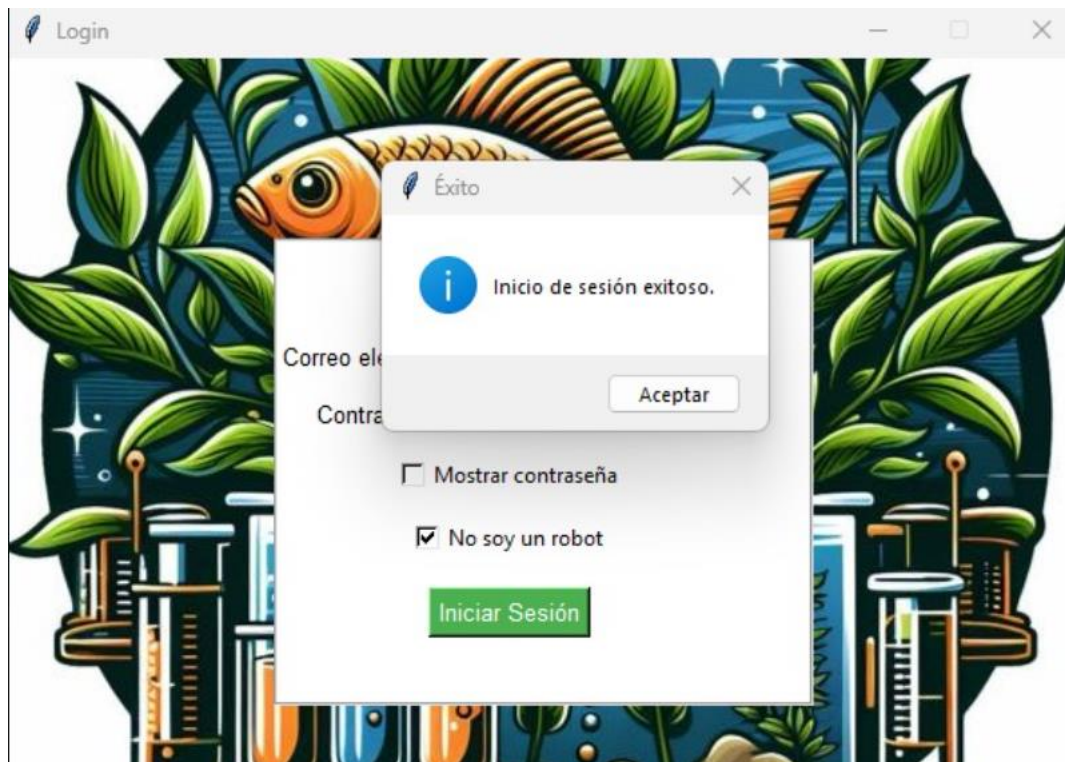


The image shows a browser window titled "Login" with a decorative background featuring a goldfish, green leaves, and laboratory glassware. A white login form is centered on the screen. The form has the title "Iniciar Sesión" and contains the following elements: a text input field for "Correo electrónico:", a text input field for "Contraseña:", a checkbox labeled "Mostrar contraseña", a checkbox labeled "No soy un robot" which is highlighted with a red border, and a green button labeled "Iniciar Sesión".

IV. **Haga Clic en el Botón de Inicio de Sesión:**

Después de ingresar la información requerida y completar el CAPTCHA, haga clic en el botón de inicio de sesión para intentar acceder a su cuenta.

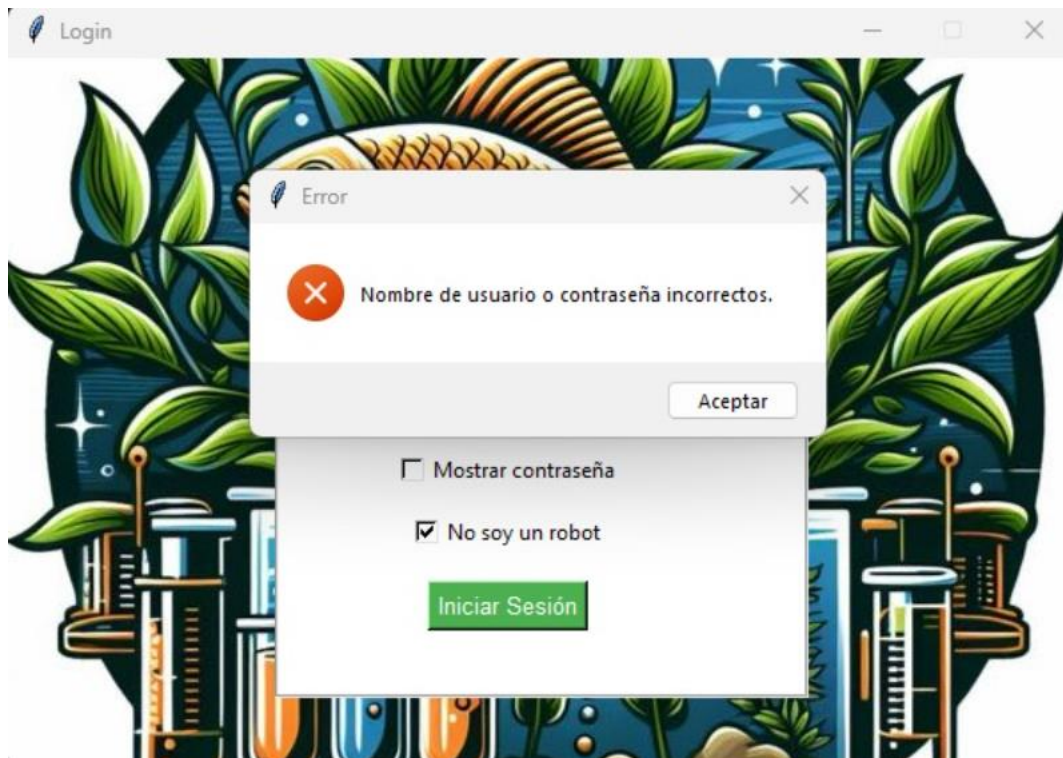
Ilustración 151 Notificación inicio



## Validación de Credenciales

- **Correo Electrónico:**  
La aplicación verificará que la dirección de correo electrónico ingresada esté registrada en el sistema. Si el correo electrónico no está registrado, recibirá un mensaje de error indicando que la cuenta no existe.
- **Contraseña:**  
La aplicación validará la contraseña ingresada en relación con la dirección de correo electrónico proporcionada. Si la contraseña es incorrecta, recibirá un mensaje de error solicitando que vuelva a intentarlo.

Ilustración 152 Notificación error

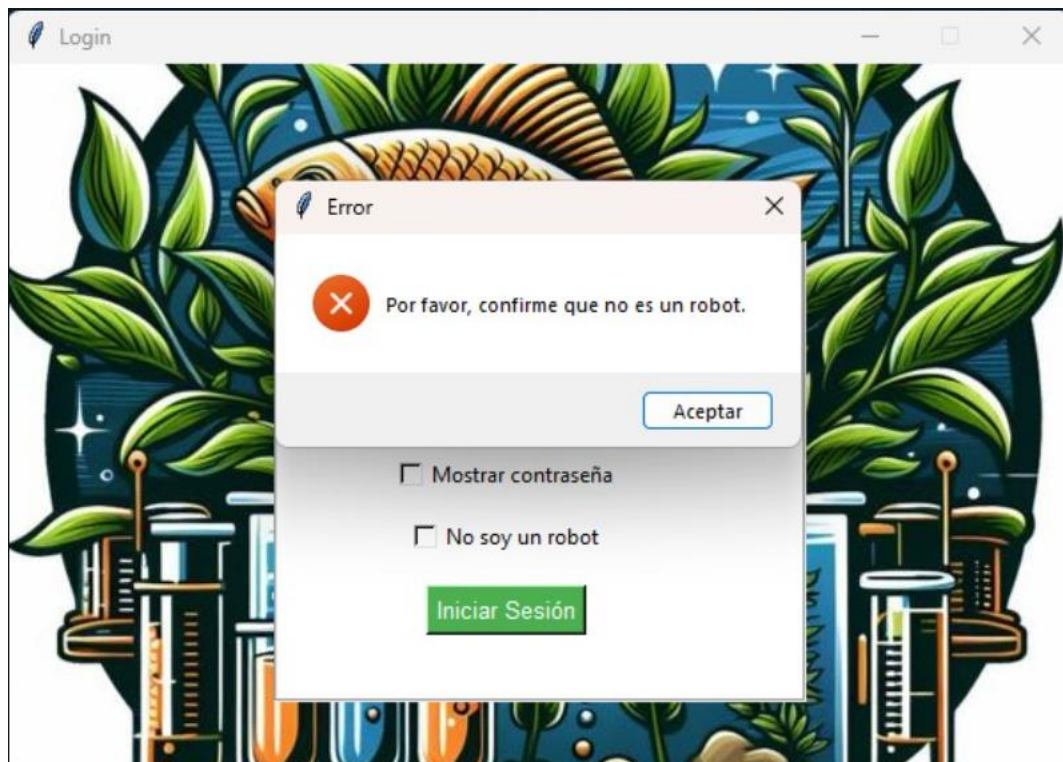


## Mensajes de Error

- Correo Electrónico No Registrado:  
Mensaje: "La dirección de correo electrónico ingresada no está registrada. Verifique su correo electrónico o regístrese para crear una cuenta."
- Contraseña Incorrecta:  
Mensaje: "La contraseña ingresada es incorrecta. Verifique su contraseña e intente nuevamente."
- Error en CAPTCHA:  
Mensaje: "El CAPTCHA no se completó correctamente. Por favor, intente nuevamente."

## Medidas de Seguridad

- Limitación de Intentos:  
La aplicación limitará el número de intentos fallidos de inicio de sesión para proteger su cuenta. Si se excede el número máximo de intentos permitidos, se le pedirá que espere un tiempo antes de intentar nuevamente.
- Velocidad de Ingreso:  
Si se detecta que el formulario de inicio de sesión se completa de manera extremadamente rápida (menos de 5 segundos), la aplicación puede considerar que se trata de un intento automatizado y no permitirá continuar. En tal caso, deberá esperar un momento antes de intentar nuevamente.



Después de iniciar sesión en la aplicación, se le dirigirá al dashboard principal. Este dashboard le ofrece una vista general de información clave y acceso a diferentes secciones de la aplicación.

### Vista General del Dashboard

Después de iniciar sesión en la aplicación, se le dirigirá al dashboard principal. Este dashboard le ofrece una vista general de información clave y acceso a diferentes secciones de la aplicación.

El dashboard está dividido en varias áreas clave:

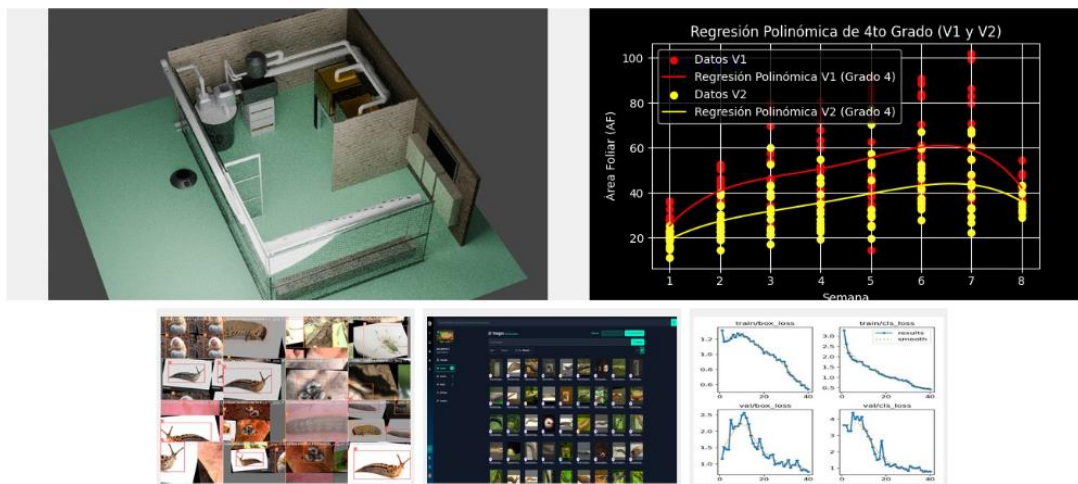
### Gráficas

- *Gráfica de Regresión Polinómica de Cuarto Grado:*  
*Descripción:* Muestra la relación entre las variables utilizando un modelo de regresión polinómica de cuarto grado.  
**Objetivo:** Proporcionar un análisis detallado de las tendencias y patrones en los datos.
- *Modelo 3D de Blender:*  
*Descripción:* Presenta un modelo tridimensional creado con Blender, integrando visualización avanzada para representar datos específicos.  
**Objetivo:** Ofrecer una visualización interactiva y detallada que facilite la comprensión de datos complejos.

## Inteligencia Artificial

- **Pruebas del Modelo de IA para Plagas:**  
*Descripción:* Incluye los resultados de las pruebas realizadas en el modelo de inteligencia artificial destinado a la detección y análisis de plagas.  
**Objetivo:** Evaluar la efectividad y precisión del modelo de IA en la identificación de plagas.
- **Base de Datos de la IA:**  
*Descripción:* Muestra la base de datos utilizada para entrenar el modelo de inteligencia artificial, incluyendo datos relevantes y actualizados.  
**Objetivo:** Ofrecer una visión clara de los datos empleados en el entrenamiento del modelo y su relevancia para el análisis.
- **Gráficas de Entrenamiento de la IA:**  
*Descripción:* Presenta gráficas que ilustran el proceso de entrenamiento del modelo de IA, incluyendo métricas de rendimiento y evolución.  
**Objetivo:** Facilitar la evaluación del progreso y la eficacia del entrenamiento del modelo.

Ilustración 154 Dashboard inicio



© Derechos de autor pertenecen al Semillero de Investigación GISTFA, Laboratorio Lestoma

## Menú de Navegación

A la izquierda del dashboard, encontrará un menú de navegación con las siguientes secciones:

- **Modelo Matemático**  
**Descripción:** Accede a las herramientas y recursos relacionados con los modelos matemáticos aplicados en la mejora de la productividad del cultivo.  
**Objetivo:** Permitir la consulta y análisis de los modelos matemáticos utilizados.
- **IA (Inteligencia Artificial)**

**Descripción:** Dirígete a la sección que gestiona y analiza los algoritmos de inteligencia artificial implementados para optimizar el cultivo.

**Objetivo:** Explorar y ajustar los parámetros de los modelos de IA y evaluar su desempeño.

- **Reportes**

**Descripción:** Accede a los reportes generados por la aplicación, que incluyen análisis, estadísticas y otros datos importantes.

**Objetivo:** Obtener informes detallados sobre el desempeño de los modelos y el estado del cultivo.

- **Cuestionario**

**Descripción:** Sección para completar cuestionarios relacionados con el uso de la aplicación y la optimización del cultivo.

**Objetivo:** Recopilar información adicional o realizar evaluaciones sobre el uso de la aplicación.

- **Salir**

**Descripción:** Cierra la sesión actual y regresa a la pantalla de inicio de sesión.

**Objetivo:** Permitir que el usuario cierre su sesión de manera segura.

## **Interacción con el Dashboard**

- **Visualización de Gráficas:**

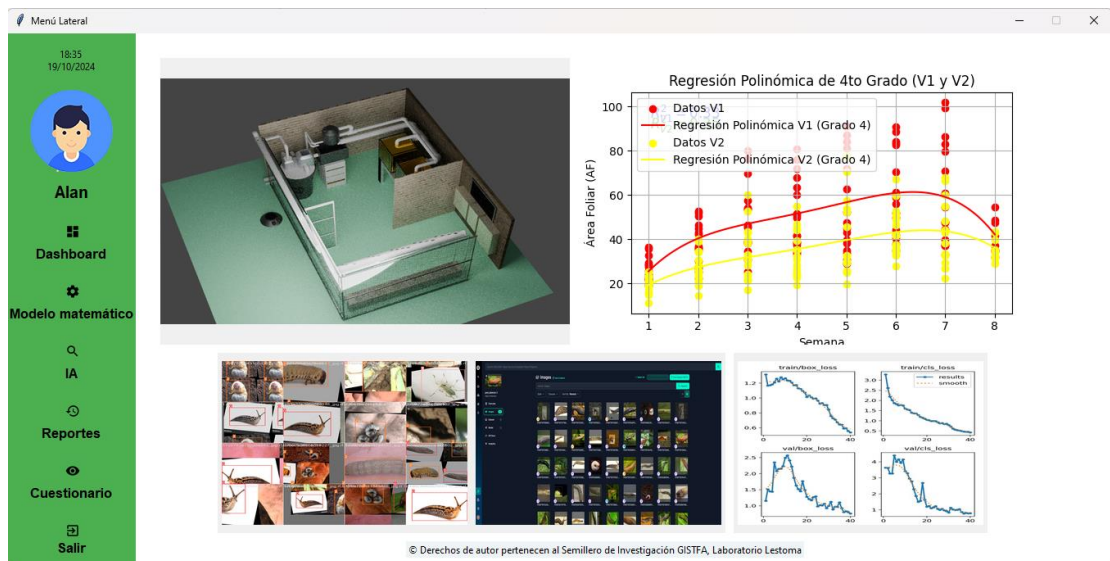
Puede interactuar con las gráficas haciendo clic en diferentes segmentos para ver detalles adicionales sobre cada categoría.

- **Acceso Rápido:**

Use el menú de navegación en la parte izquierda para cambiar rápidamente entre las diferentes secciones de la aplicación.

- **Actualización de Datos:**

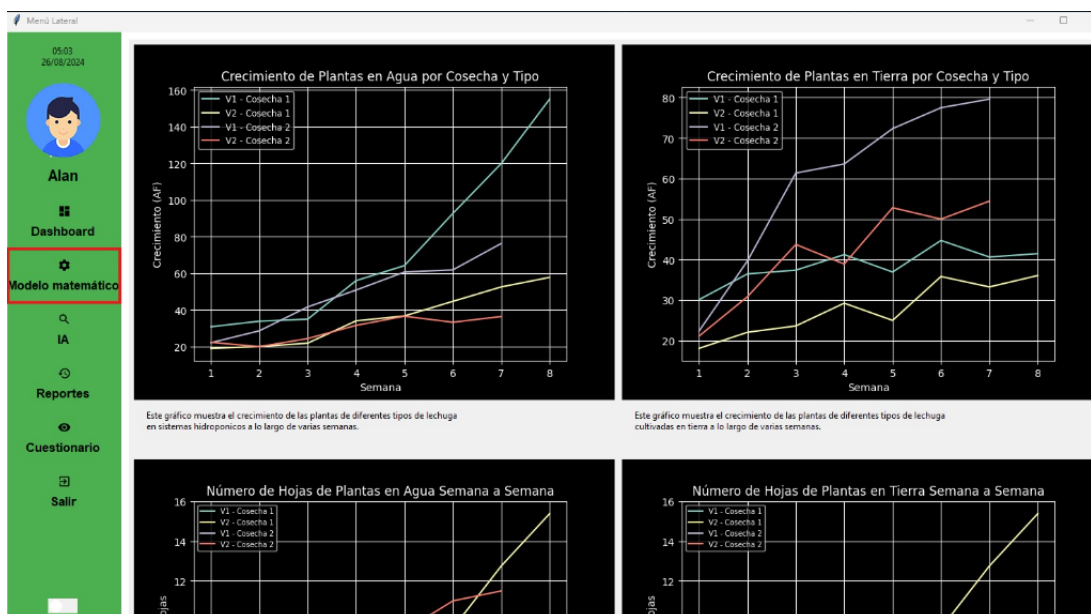
Los datos en el dashboard se actualizan en tiempo real para reflejar la información más reciente disponible. Si los datos parecen desactualizados, puede intentar refrescar la página.



## Modelo Matemático

Al hacer clic en el botón **"Modelo Matemático"** en el menú de navegación, se le llevará a una pantalla que muestra una variedad de gráficas relacionadas con el crecimiento de las plantas y otros parámetros importantes. A continuación, se describen las gráficas disponibles en esta sección, junto con una breve explicación de cada una.

Ilustración 156 Modelo matemático



## Gráficas Disponibles

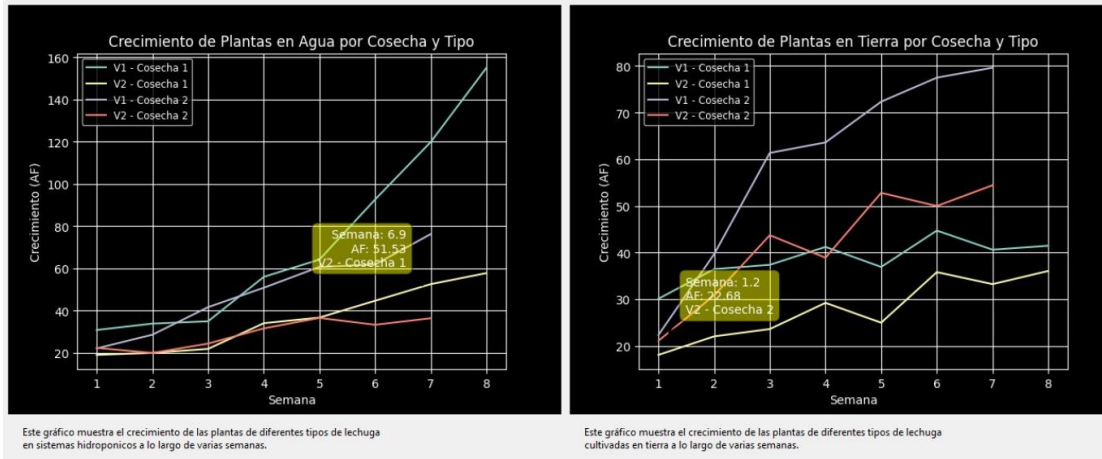
### *Crecimiento de las Plantas en Agua por Cosecha y Tipo*

- **Descripción:** Esta gráfica muestra el crecimiento de las plantas cultivadas en agua, desglosado por tipo de cosecha. Permite visualizar cómo varía el crecimiento en función del tipo de cosecha a lo largo del tiempo.
- **Interpretación:** Puede ayudar a determinar cuál tipo de cosecha es más eficiente para el cultivo en agua.

## Crecimiento de las Plantas en Tierra por Cosecha y Tipo

- **Descripción:** Similar a la gráfica anterior, pero para plantas cultivadas en tierra. Muestra el crecimiento de las plantas en función del tipo de cosecha.
- **Interpretación:** Permite comparar el rendimiento de diferentes tipos de cosechas en tierra y ajustar las prácticas de cultivo según sea necesario.

Ilustración 157 N hojas agua



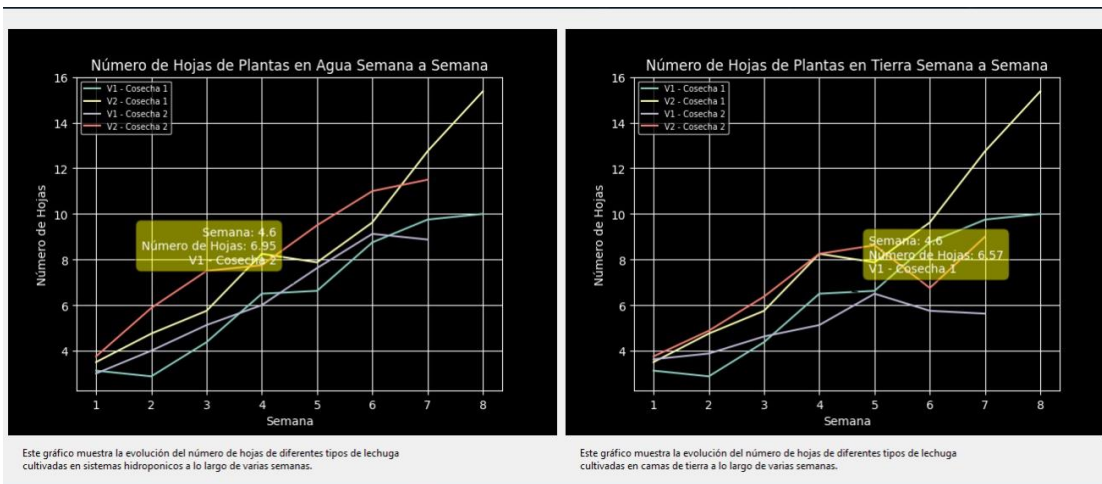
## Número de Hojas de Plantas en Agua Semana a Semana

- **Descripción:** Representa el número de hojas de las plantas cultivadas en agua, contabilizado semana a semana. Esta gráfica muestra cómo el número de hojas cambia con el tiempo.
- **Interpretación:** Es útil para analizar el desarrollo foliar y la salud de las plantas en un sistema acuático.

## Número de Hojas de Plantas en Tierra Semana a Semana

- **Descripción:** Muestra el número de hojas de las plantas cultivadas en tierra a lo largo de las semanas. Permite observar las tendencias en el crecimiento de las hojas.
- **Interpretación:** Ayuda a monitorear la salud y el crecimiento de las plantas en un entorno terrestre.

Ilustración 158 N hojas tierra



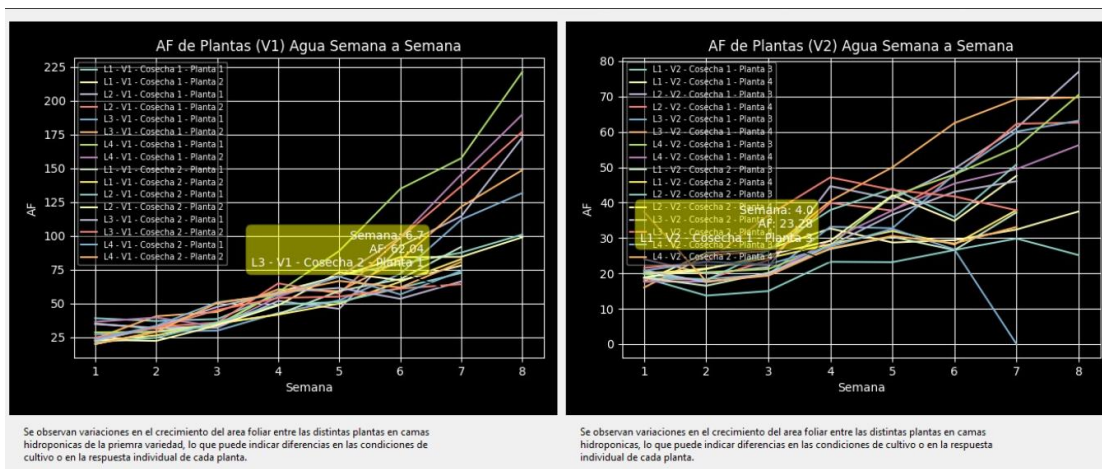
### AF de Plantas (V1) Agua Semana a Semana

- **Descripción:** Esta gráfica ilustra el Área Foliar (AF) de las plantas en el agua, clasificado como Variante 1 (V1), semana a semana. El Área Foliar mide la cantidad de superficie foliar.
- **Interpretación:** Permite evaluar cómo el área foliar cambia con el tiempo y ajustar las prácticas de cultivo para mejorar el crecimiento.

### AF de Plantas (V2) Agua Semana a Semana

- **Descripción:** Similar a la gráfica anterior, pero para la Variante 2 (V2) del Área Foliar en plantas cultivadas en agua.
- **Interpretación:** Ofrece una comparación entre las dos variantes y cómo cada una afecta el crecimiento de las plantas en agua.

Ilustración 159 AF agua



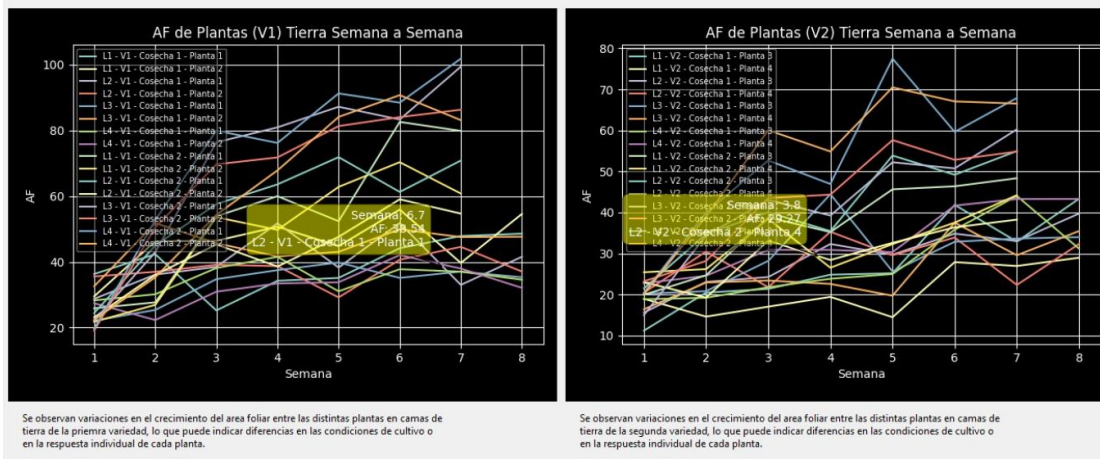
### AF de Plantas (V1) Tierra Semana a Semana

- **Descripción:** Muestra el Área Foliar de las plantas en tierra, clasificado como Variante 1 (V1), a lo largo de las semanas.
- **Interpretación:** Permite analizar el crecimiento foliar en tierra y evaluar la efectividad de diferentes prácticas de cultivo.

### AF de Plantas (V2) Tierra Semana a Semana

- **Descripción:** Similar a la gráfica anterior, pero para la Variante 2 (V2) del Área Foliar en plantas cultivadas en tierra.
- **Interpretación:** Facilita la comparación entre variantes y su impacto en el crecimiento de las plantas en tierra.

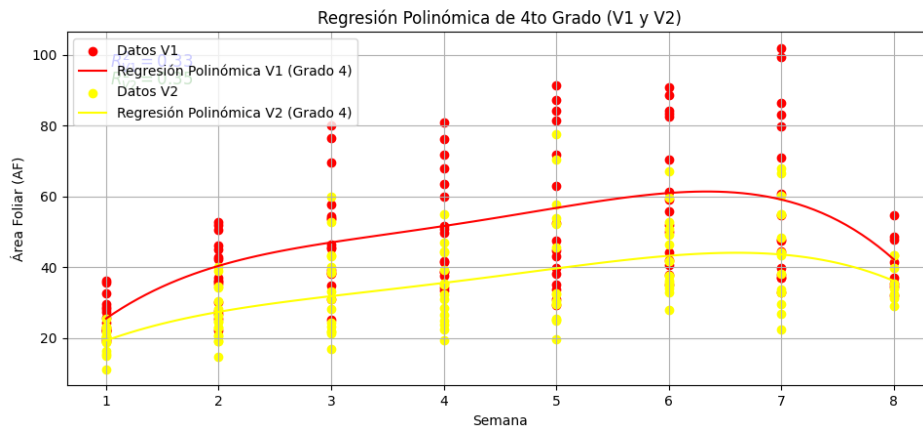
Ilustración 160 AF tierra



### Regresión Polinómica de 4to Grado

- **Descripción:** Muestra una regresión polinómica de cuarto grado que se ajusta a los datos de crecimiento de las plantas. Esta gráfica puede ayudar a identificar patrones complejos y tendencias en los datos.
- **Interpretación:** Utiliza esta gráfica para modelar y predecir el crecimiento de las plantas con base en datos históricos y ajustar las estrategias de cultivo.

Ilustración 161 Regrsion



### Uso de las Gráficas

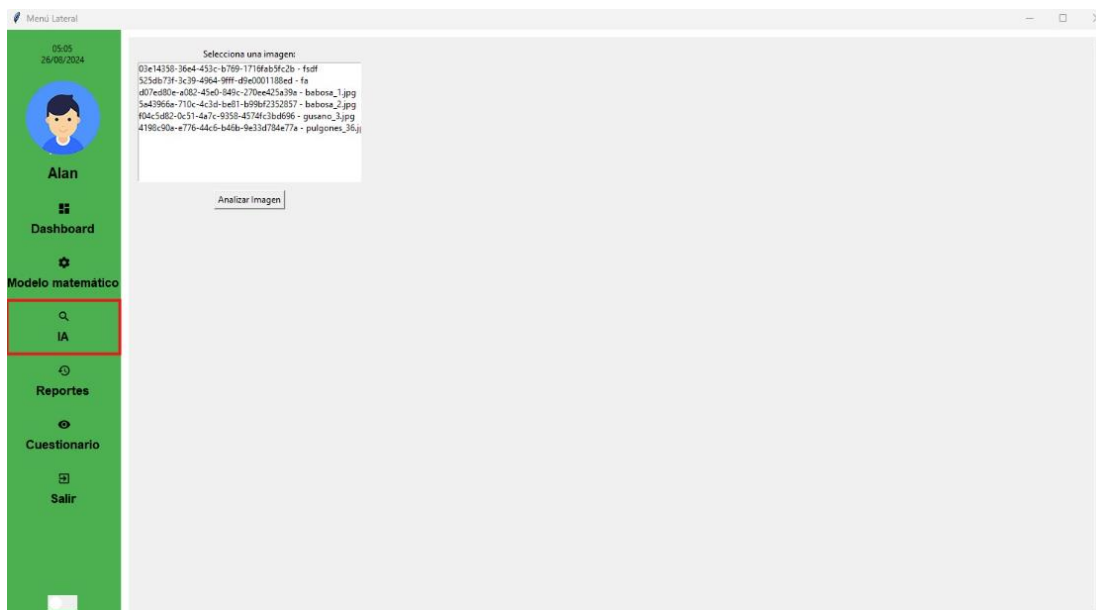
- **Interacción:** Puede hacer clic en las gráficas para ver detalles adicionales o hacer zoom en áreas específicas para un análisis más detallado. Las gráficas se actualizan en tiempo real para reflejar los datos más recientes disponibles.
- **Exportación:** Las gráficas pueden ser exportadas en formatos como PNG o PDF para incluirlas en reportes o presentaciones. Busque el icono de exportación en la esquina superior derecha de cada gráfica.
- **Interpretación de Datos:**

Para interpretar las gráficas, considere los ejes, leyendas y etiquetas proporcionadas. Cada gráfica incluye una descripción breve para ayudar a entender los datos presentados.

## IA (Inteligencia Artificial)

Al hacer clic en el botón **"IA"** en el menú de navegación, accederá a una sección dedicada a la identificación y clasificación de plagas mediante inteligencia artificial. Esta herramienta le permitirá cargar imágenes de plagas para obtener información detallada y sugerencias para su control.

Ilustración 162 IA

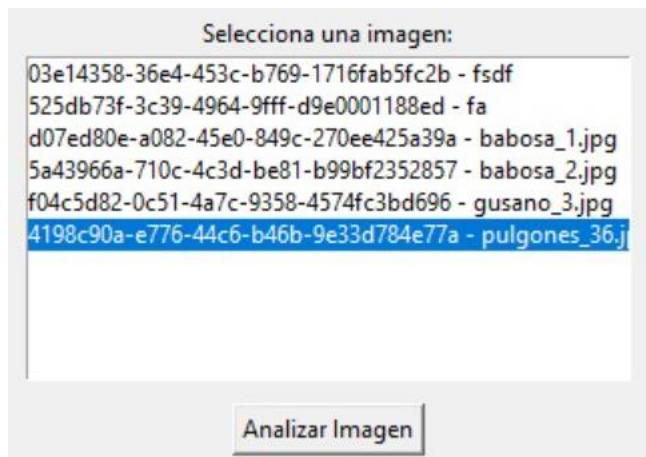


### Subida de Imágenes

#### I. Subir una Imagen:

**Descripción:** En la sección **"IA"**, encontrará un área para subir imágenes de plagas. Puede cargar una imagen desde su dispositivo utilizando el botón **"Seleccionar Archivo"** o **"Cargar Imagen"**.

**Formato Aceptado:** Asegúrese de que la imagen esté en uno de los formatos compatibles, como JPEG o PNG.



## II. Proceso de Clasificación:

- Una vez cargada la imagen, el modelo de inteligencia artificial analizará la foto y clasificará la plaga identificada en la imagen. Este proceso puede tomar algunos momentos dependiendo de la calidad y el tamaño de la imagen.

## Indicadores y Resultados

Después de que la imagen haya sido procesada, se le mostrará un conjunto de indicadores y detalles sobre la plaga identificada. Los resultados incluirán:

### *Nombre*

- **Descripción:** El nombre científico y común de la plaga identificada.
- **Ejemplo:** *Pseudococcus longispinus* (Cochinilla de algodón).

### *Descripción*

- **Descripción:** Una breve descripción de la plaga, incluyendo sus características físicas y biológicas.
- **Ejemplo:** La cochinilla de algodón es un insecto pequeño, blanquecino y ovalado que se adhiere a las hojas y tallos de las plantas.

### *Daños que Causa*

- **Descripción:** Información sobre los tipos de daños que la plaga puede causar a las plantas, como la reducción de la calidad o cantidad de la cosecha.
- **Ejemplo:** Puede causar manchas en las hojas, debilitamiento de las plantas y reducción en la producción de frutos.

### *Métodos de Control*

Se proporcionan sugerencias para controlar la plaga utilizando diferentes métodos:

- **Control Biológico:**
  - Descripción:** Utilización de enemigos naturales de la plaga, como depredadores o parásitos.
  - Ejemplo:** Introducción de mariquitas para controlar pulgones.
- **Control Cultural:**

**Descripción:** Cambios en las prácticas de cultivo para reducir la incidencia de la plaga.

**Ejemplo:** Rotación de cultivos para interrumpir el ciclo de vida de la plaga.

- **Control Físico:**

**Descripción:** Métodos físicos para eliminar o repeler la plaga.

**Ejemplo:** Uso de trampas adhesivas o barreras físicas alrededor de las plantas.

- **Control Químico:**

**Descripción:** Aplicación de pesticidas o herbicidas para controlar la plaga.

**Ejemplo:** Uso de insecticidas específicos para la plaga identificada.

- **Control con Plantas Repelentes:**

**Descripción:** Plantación de especies que repelen a la plaga de manera natural.

**Ejemplo:** Plantar caléndulas cerca de cultivos para repeler ciertos insectos.

### Monitoreo

- **Descripción:** Estrategias para monitorear la presencia y actividad de la plaga en sus cultivos.
- **Ejemplo:** Instalación de trampas de monitoreo y revisión regular de las plantas.

### Manejo Integrado


- **Descripción:** Un enfoque integrado que combina varios métodos de control para gestionar la plaga de manera efectiva y sostenible.
- **Ejemplo:** Implementación de un programa de manejo integrado de plagas (MIP) que combine control biológico, cultural y físico según las necesidades específicas de su cultivo.

Ilustración 164 Pulgon

Selecciona una imagen:

03e14358-36e4-453c-b769-1710fab5f2b - fsdf  
523db73f-3c39-4964-9ff1-d9e001188ed - fa  
a07e689e-a002-45a0-949c-270ee42a39a - babosa\_1.jpg  
5a43966a-710c-4c3d-be81-b99af2352857 - babosa\_2.jpg  
f04c5d82-0c51-4a7c-9358-4574fc3bd696 - gusano\_3.jpg  
[#19c50a-e776-44c5-b46b-9c33d784e77a - pulgon.es.36](#)

Analizar imagen



aphid:

Los pulgones son pequeños insectos de cuerpo blando, generalmente de 1-3 mm de longitud. Pueden ser de varios colores (verde, negro, marrón, rosa). Tienen antenas largas y, en algunas especies, un par de estructuras tubulares llamadas alifones en la parte posterior del abdomen. Se reproducen rápidamente y suelen vivir en colonias.

Daños causados:

- Succionan la savia de las plantas, debilitándolas
- Producen una sustancia pegajosa llamada melaza que fomenta el crecimiento de hongos
- Deforman hojas y brotes nuevos
- Transmiten enfermedades virales entre plantas
- En grandes infestaciones, pueden causar marchitamiento y muerte de la planta

Métodos de control:

Control biológico:

- Fomentar la presencia de depredadores naturales como mariquitas, crisopas y avispas parásitas
- Introducir estos insectos beneficiosos en el cultivo

Control cultural:

- Eliminar manualmente las partes infestadas de las plantas
- Usar trampas de color amarillo
- Mantener un buen equilibrio de nutrientes en el suelo

Control físico:

- Rociar las plantas con agua a presión para eliminar los pulgones
- Usar mallas anti-insectos en invernaderos

Control químico:

- Aplicar insecticidas específicos, preferiblemente de origen natural como el aceite de neem
- Usar jabones insecticidas

Control con plantas repelentes:

- Plantar especies como ajo, cebolla o caléndula cerca del cultivo

Monitoreo:

- Inspeccionar regularmente las plantas, especialmente los brotes nuevos
- Actuar rápidamente al detectar los primeros signos de infestación

Manejo integrado:


- Combinar varios métodos para un control más efectivo y sostenible

## Ilustración 165 Gusano gris

Selecciona una imagen:

02e14358-36e4-453c-b769-1716fab5fc2b - fddf  
525db73f-3c39-4964-9fff-d9e0001188ed - fa  
d07ed80e-a082-45e0-849c-270ee425a39a - babosa\_1.jpg  
5a43966a-710c-4c3d-be81-b99bf2352857 - babosa\_2.jpg  
f04c5d82-0c51-4a7c-9338-4574fc2bd996 - gusano\_3.jpg  
4198c90a-e776-44c6-b46b-9e33d784e77a - pulgones\_36.j

Analizar Imagen



gray worm:

Los gusanos grises, también conocidos como orugas cortadoras, pueden causar daños significativos a los cultivos. Aquí tienes información sobre los daños que provocan y cómo controlarlos.

Daños causados por gusanos grises:

- Cortan los tallos de las plantas jóvenes a nivel del suelo
- Se alimentan de hojas, dejando agujeros irregulares
- Dañan raíces y tubérculos subterráneos
- Pueden destruir completamente plántulas recién emergidas
- Reducen el rendimiento y la calidad de los cultivos

Métodos de control:

Control cultural:

- Rotación de cultivos
- Manejo adecuado de malezas
- Labranza del suelo para exponer las larvas a depredadores

Control biológico:

- Uso de enemigos naturales como avispas parasitoides y nematodos entomopatógenos
- Fomento de aves insectívoras en el área de cultivo

Control químico:

- Aplicación de insecticidas específicos, preferiblemente de bajo impacto ambiental
- Uso de cebos envenenados cerca de las plantas

Control físico:

- Colocación de barreras alrededor de las plantas
- Recolección manual de las larvas durante la noche

Monitoreo:

- Inspección regular del cultivo para detectar daños temprano
- Uso de trampas de feromonas para monitorear poblaciones

Manejo integrado de plagas:

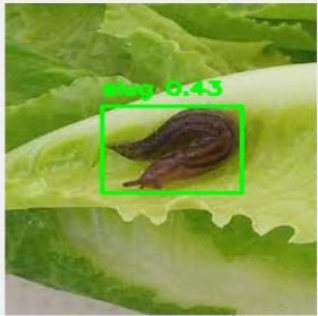
- Combinación de varios métodos de control para un manejo más efectivo y sostenible

## Ilustración 166 Babosa

Selecciona una imagen:

02e14358-36e4-453c-b769-1716fab5fc2b - fddf  
525db73f-3c39-4964-9fff-d9e0001188ed - fa  
d07ed80e-a082-45e0-849c-270ee425a39a - babosa\_1.jpg  
5a43966a-710c-4c3d-be81-b99bf2352857 - babosa\_2.jpg  
f04c5d82-0c51-4a7c-9338-4574fc2bd996 - gusano\_3.jpg  
4198c90a-e776-44c6-b46b-9e33d784e77a - pulgones\_36.j

Analizar Imagen



slug:

Las babosas son moluscos terrestres sin concha, de cuerpo blando y alargado. Suelen medir entre 1 y 15 cm de longitud, dependiendo de la especie. Son de movimiento lento y dejan un rastro de baba brillante. Son principalmente activas durante la noche y en condiciones húmedas.

Daños causados por babosas:

- Perforan hojas, dejando agujeros irregulares
- Consumen plántulas jóvenes, a veces completamente
- Dañan frutos y hortalizas, especialmente los que están en contacto con el suelo
- Dejan rastros de baba que pueden afectar la calidad y aspecto de las cosechas
- Pueden transmitir enfermedades de una planta a otra

Métodos de control:

Control cultural:

- Mantener el área de cultivo limpia de restos vegetales y escombros
- Regar por la mañana para que el suelo se seque durante el día
- Usar acolchados ásperos como cáscaras de huevo trituradas o diatomeas

Control físico:

- Colocar trampas (tablas, tejas o recipientes con cerveza)
- Crear barreras con materiales abrasivos (ceniza, serrín, arena)
- Recolección manual durante la noche o en días húmedos

Control biológico:

- Fomentar la presencia de depredadores naturales como erizos, sapos y aves
- Utilizar nematodos específicos contra babosas (*Phasmarhabditis* hermaphrodita)

Control químico:

- Uso de molusquicidas en cebos o gránulos, preferiblemente productos de bajo impacto ambiental
- Aplicación de sal o sulfato de cobre (con precaución, ya que pueden afectar al suelo)

Métodos alternativos:

- Usar plantas repelentes como ajo, menta o lavanda alrededor del cultivo
- Aplicar café molido o cáscaras de cítricos alrededor de las plantas

Prevención:

- Mantener el césped corto alrededor del área de cultivo
- Evitar el exceso de humedad en el suelo
- Inspeccionar regularmente el cultivo, especialmente en condiciones húmedas

Manejo integrado:

## Uso de los Resultados

### ● Recomendaciones:

Lea y siga las recomendaciones proporcionadas para controlar y manejar la plaga identificada.

Puede guardar o imprimir los resultados para referencia futura o para compartir con su equipo.

- **Actualización de Datos:**

Los resultados se basan en el análisis de la imagen cargada y la base de datos de plagas de la aplicación. Asegúrese de cargar imágenes claras y de buena calidad para obtener resultados más precisos.

- **Interacción:**

Para cualquier duda o consulta adicional sobre la plaga identificada o los métodos de control sugeridos, consulte los recursos adicionales proporcionados en la aplicación o contacte con un especialista en plagas.

## Reportes

Al hacer clic en el botón "**Reportes**" en el menú de navegación, se abrirá un cuadro con una tabla que contiene información clasificada relacionada con los cultivos. Esta sección le permite revisar, buscar, actualizar, y exportar reportes de manera eficiente.

Ilustración 167 Reportes

| ID          | Tipo de Siembra | Ubicación | Planta | Tipo de Lechl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descr |
|-------------|-----------------|-----------|--------|---------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 6ee964a0-d  | Tierra          | L1        | 4      | V2            | 8     | 14.47 | 12.0 | 5      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| 09a9a263-d  | Tierra          | L3        | 4      | V2            | 14    | 29.36 | 11.0 | 7      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| c8a509c7-7  | Tierra          | L2        | 3      | V2            | 8     | 35.44 | 17.0 | 4      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 92c2609f-4f | Agua            | L3        | 3      | V2            | 9     | 47.97 | 13.0 | 6      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| 79de6572-2  | Tierra          | L2        | 1      | V1            | 5     | 57.6  | 13.5 | 3      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 332a20e4-0  | Agua            | L3        | 4      | V2            | 8     | 47.13 | 15.5 | 4      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 85fcc15f-01 | Tierra          | L4        | 2      | V1            | 7     | 90.75 | 16.5 | 6      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| a3d8a148-0  | Tierra          | L3        | 4      | V2            | 9     | 57.64 | 18.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 2d86f9b3-a3 | Agua            | L2        | 2      | V1            | 4     | 22.13 | 8.0  | 2      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| a3c5324d-d  | Tierra          | L1        | 4      | V2            | 3     | 25.42 | 7.4  | 1      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |

### Vista General del Cuadro de Reportes

El cuadro de reportes está organizado en filas y columnas, cada una con un tipo específico de información. La tabla incluye las siguientes columnas:

- **ID**  
**Descripción:** Identificador único para cada registro en la tabla.
- **Tipo de Siembra**  
**Descripción:** Indica si la siembra es en agua o en tierra.
- **Plantas (Número)**  
**Descripción:** Número total de plantas para el registro correspondiente.
- **Tipo de Lechuga**  
**Descripción:** Variante de lechuga cultivada (V1 o V2).

- **Número de Hojas**  
Descripción: Cantidad de hojas contadas para las plantas en el registro.
- **AF (Área Foliar)**  
Descripción: Medida del área foliar de las plantas.
- **H (Altura)**  
Descripción: Altura de las plantas en el registro.
- **Semana**  
Descripción: Número de la semana en la que se registraron los datos.
- **Número de Siembra**  
Descripción: Identificador o número de la siembra específica.
- **Observación**  
Descripción: Comentarios adicionales o notas relevantes sobre el cultivo.
- **Otros**  
Descripción: Cualquier otra información relevante específica para el registro.

## Herramientas de Búsqueda

En la parte superior del cuadro de reportes, encontrará herramientas de búsqueda que le permiten filtrar la información mostrada en la tabla. Puede buscar por:

- **Semana**  
Descripción: Filtra los registros según el número de semana.

Ilustración 168 Filtro semana

|                  |                                |                  |                      |
|------------------|--------------------------------|------------------|----------------------|
| Semana:          | <input type="text" value="8"/> | Nº Cosecha:      | <input type="text"/> |
| Ubicación:       | <input type="text"/>           | Tipo de Lechuga: | <input type="text"/> |
| Tipo de Siembra: | <input type="text"/>           | Numero planta:   | <input type="text"/> |

| ID          | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF     | H    | Semana | Nº Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|-------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|--------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| cd6d572d-d  | Tierra       | L4        | 3      | V2           | 14    | 31.17  | 10.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 27bd9679-2  | Agua         | L1        | 3      | V2           | 11    | 25.16  | 19.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 7d54b329-fr | Agua         | L2        | 3      | V2           | 19    | 76.95  | 20.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| fd578721-9t | Agua         | L3        | 1      | V1           | 11    | 131.64 | 19.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 30c6c318-5  | Agua         | L4        | 1      | V1           | 9     | 221.33 | 15.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| f4346b44-4t | Agua         | L1        | 1      | V1           | 9     | 100.89 | 20.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| adec96f2-7i | Tierra       | L3        | 3      | V2           | 15    | 33.98  | 12.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 3fdf6e63-54 | Agua         | L3        | 2      | V1           | 11    | 148.64 | 18.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| be43e898-d  | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 17    | 35.47  | 12.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| e98dfe2a-d  | Tierra       | L1        | 2      | V1           | 8     | 54.61  | 7.5  | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |

- **Ubicación**  
Descripción: Filtra por la ubicación específica de la siembra.

Ilustración 169 Filtro ubicación

Semana:

Ubicación:

Tipo de Siembra:

Nº Cosecha:

Tipo de Lechuga:

Numero plantas:

| ID          | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | Nº Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descr |
|-------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 09a9e263-dl | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 14    | 29.56 | 11.0 | 7      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| 92c2608f-4f | Agua         | L3        | 3      | V2           | 9     | 47.97 | 13.0 | 6      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| 329a3be4-0  | Agua         | L3        | 4      | V2           | 8     | 47.13 | 15.5 | 4      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| a3d8a148-0l | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 9     | 57.64 | 18.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 7db947de-e  | Tierra       | L3        | 1      | V1           | 6     | 87.21 | 15.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 1c45dcfb-6f | Tierra       | L3        | 1      | V1           | 5     | 34.75 | 14.0 | 3      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| e881780c-9  | Agua         | L3        | 2      | V1           | 8     | 54.94 | 11.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| d9759eb0-d  | Agua         | L3        | 1      | V1           | 10    | 53.33 | 13.0 | 6      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 4b8fb268-3i | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 5     | 22.92 | 13.0 | 2      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| bbbd4e77-c  | Agua         | L3        | 3      | V2           | 5     | 18.41 | 12.0 | 2      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |

- Tipo de Siembra**

**Descripción:** Filtra por tipo de siembra (agua o tierra).

Ilustración 170 Filtro siembra

Semana:

Ubicación:

Tipo de Siembra:

Nº Cosecha:

Tipo de Lechuga:

Numero plantas:

| ID          | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | Nº Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descr |
|-------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 6ae964a0-d  | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 8     | 14.47 | 12.0 | 5      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| 09a9e263-dl | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 14    | 29.56 | 11.0 | 7      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| c8a509c7-7  | Tierra       | L2        | 3      | V2           | 8     | 35.44 | 17.0 | 4      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 79de8572-2  | Tierra       | L2        | 1      | V1           | 5     | 57.6  | 13.5 | 3      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 85fcc15f-9l | Tierra       | L4        | 2      | V1           | 7     | 90.75 | 16.5 | 6      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| a3d8a148-0l | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 9     | 57.64 | 18.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| a3c5324d-d  | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 3     | 25.42 | 7.4  | 1      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| 67581d88-8  | Tierra       | L4        | 2      | V1           | 9     | 37.98 | 10.0 | 7      | 1          | NaN       | -         | -         | -          |
| 7db947de-e  | Tierra       | L3        | 1      | V1           | 6     | 87.21 | 15.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |
| cb4bc367-d  | Tierra       | L2        | 1      | V1           | 6     | 61.29 | 13.0 | 6      | 2          | NaN       | -         | -         | -          |

- Número de Cosecha**

**Descripción:** Filtra por el número de cosecha asociado con el registro.

Ilustración 171 Filtro cosecha

Semana:  N° Cosecha:

Ubicación:  Tipo de Lechuga:

Tipo de Siembra:  Numero planta:

| ID           | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|--------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| c8a509c7-77  | Tierra       | L2        | 3      | V2           | 8     | 35.44 | 17.0 | 4      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 79de8572-2f  | Tierra       | L2        | 1      | V1           | 5     | 57.6  | 13.5 | 3      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 329a3be4-00  | Agua         | L3        | 4      | V2           | 8     | 47.13 | 15.5 | 4      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 85fcc15f-91  | Tierra       | L4        | 2      | V1           | 7     | 90.75 | 16.5 | 6      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| a3d8a148-0a  | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 9     | 57.64 | 18.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 2df6ff63-a3f | Agua         | L2        | 2      | V1           | 4     | 22.13 | 8.0  | 2      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| a3c5324d-df  | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 3     | 25.42 | 7.4  | 1      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 7db947de-e   | Tierra       | L3        | 1      | V1           | 6     | 87.21 | 15.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 3e7a0833-ec  | Agua         | L2        | 2      | V1           | 9     | 67.0  | 12.0 | 6      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 0017299f-32  | Agua         | L2        | 1      | V1           | 3     | 21.1  | 9.5  | 1      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |

- Tipo de Lechuga**

**Descripción:** Filtra por tipo de lechuga (V1, V2, V3 o V4).

Ilustración 172 Filtro lechuga

Semana:  N° Cosecha:

Ubicación:  Tipo de Lechuga:

Tipo de Siembra:  Numero planta:

| ID           | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|--------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 79de8572-2f  | Tierra       | L2        | 1      | V1           | 5     | 57.6  | 13.5 | 3      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 85fcc15f-91  | Tierra       | L4        | 2      | V1           | 7     | 90.75 | 16.5 | 6      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 2df6ff63-a3f | Agua         | L2        | 2      | V1           | 4     | 22.13 | 8.0  | 2      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 08fbfb8fb-9e | Agua         | L1        | 1      | V1           | 2     | 38.85 | 12.0 | 1      | 1          | na        | -         | -         | -            |
| 67581d88-8b  | Tierra       | L4        | 2      | V1           | 9     | 37.98 | 10.0 | 7      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 7db947de-e   | Tierra       | L3        | 1      | V1           | 6     | 87.21 | 15.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| f4031eca-6f  | Agua         | L4        | 2      | V1           | 7     | 69.79 | 10.5 | 5      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| d99c835f-25  | Agua         | L4        | 1      | V1           | 3     | 28.48 | 8.0  | 1      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| fefcdc24-7a  | Agua         | L2        | 2      | V1           | 3     | 22.03 | 11.0 | 1      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 3e7a0833-ec  | Agua         | L2        | 2      | V1           | 9     | 67.0  | 12.0 | 6      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |

- Número de Planta**

**Descripción:** Filtra por el número específico de planta.

Ilustración 173 Filtro planta

Semana:  N° Cosecha:

Ubicación:  Tipo de Lechuga:

Tipo de Siembra:  Numero planta:

| ID         | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 6ae964a0-d | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 8     | 14.47 | 12.0 | 5      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 09a9e263-d | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 14    | 29.56 | 11.0 | 7      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 329a3be4-0 | Agua         | L3        | 4      | V2           | 8     | 47.13 | 15.5 | 4      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| a3d8a148-0 | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 9     | 57.64 | 18.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| a3c5324d-d | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 3     | 25.42 | 7.4  | 1      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 4b8fb268-3 | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 5     | 22.92 | 13.0 | 2      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| a060857e-1 | Agua         | L1        | 4      | V2           | 11    | 32.39 | 10.0 | 7      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 872e310c-c | Tierra       | L2        | 4      | V2           | 5     | 19.25 | 11.0 | 2      | 2          | NaN       | -         | -         | -            |
| 2829d1e3-d | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 6     | 23.4  | 13.0 | 3      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 614b6e51-2 | Agua         | L2        | 4      | V2           | 6     | 18.33 | 15.0 | 2      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |

## Funcionalidades de Actualización y Eliminación

- Botón de Actualizar**

**Descripción:** Permite modificar la información de un registro seleccionado.

**Uso:** Haga clic en el registro que desea actualizar y seleccione **"Actualizar"**. Modifique los campos necesarios y guarde los cambios.

Ilustración 174 Editar hojas

Semana:  N° Cosecha:

Ubicación:  Tipo de Lechuga:

Tipo de Siembra:  Numero planta:

| ID         | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| be43e898-d | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 17    | 35.47 | 12.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| e63222c0-a | Tierra       | L2        | 4      | V2           | 21    | 32.31 | 9.0  | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 62964cfb-8 | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 9     | 28.96 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| a57fa553-c | Agua         | L2        | 4      | V2           | 21    | 62.61 | 19.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| b816a17b-e | Agua         | L3        | 4      | V2           | 17    | 69.71 | 20.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 8b089e37-2 | Tierra       | L4        | 4      | V2           | 17    | 43.29 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| fa4c3cea-f | Agua         | L4        | 4      | V2           | 17    | 56.22 | 11.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 3400b2b4-c | Agua         | L1        | 4      | V2           | 9     | 37.5  | 17.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |

Numero de hojas

Ilustración 175 Editar área

Semana:  N° Cosecha:

Ubicación:  Tipo de Lechuga:

Tipo de Siembra:  Numero planta:

| ID         | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| be43e898-d | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 17    | 35.47 | 12.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| e63222c0-a | Tierra       | L2        | 4      | V2           | 21    | 32.31 | 9.0  | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 62964cfb-8 | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 9     | 28.96 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| a57fa553-c | Agua         | L2        | 4      | V2           | 21    | 62.61 | 19.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| b816a17b-e | Agua         | L3        | 4      | V2           | 17    | 69.71 | 20.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 8b088e37-2 | Tierra       | L4        | 4      | V2           | 17    | 43.29 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| fa4c3cea-f | Agua         | L4        | 4      | V2           | 17    | 56.22 | 11.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 3400b2b4-c | Agua         | L1        | 4      | V2           | 9     | 37.5  | 17.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |

Actualizar Registro ✕

Nueva Área Foliar (cm2):

Eliminar
Actual

OK

Cancel

Generar Reporte Excel

Ilustración 176 Editar altura

Semana:  N° Cosecha:

Ubicación:  Tipo de Lechuga:

Tipo de Siembra:  Numero planta:

| ID         | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| be43e898-d | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 17    | 35.47 | 12.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| e63222c0-a | Tierra       | L2        | 4      | V2           | 21    | 32.31 | 9.0  | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 62964cfb-8 | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 9     | 28.96 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| a57fa553-c | Agua         | L2        | 4      | V2           | 21    | 62.61 | 19.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| b816a17b-e | Agua         | L3        | 4      | V2           | 17    | 69.71 | 20.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 8b088e37-2 | Tierra       | L4        | 4      | V2           | 17    | 43.29 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| fa4c3cea-f | Agua         | L4        | 4      | V2           | 17    | 56.22 | 11.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 3400b2b4-c | Agua         | L1        | 4      | V2           | 9     | 37.5  | 17.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |

Actualizar Registro ✕

Nueva Altura (cm):

Eliminar
Actual

OK

Cancel

Generar Reporte Excel

Ilustración 177 Editar semana

Semana:  N° Cosecha:

Ubicación:  Tipo de Lechuga:

Tipo de Siembra:  Numero planta:

| ID         | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| be43e898-d | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 17    | 35.47 | 12.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| e63222c0-a | Tierra       | L2        | 4      | V2           | 21    | 32.31 | 9.0  | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 62964cfb-8 | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 9     | 28.96 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| a57fa553-c | Agua         | L2        | 4      | V2           | 21    | 62.61 | 19.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| b816a17b-e | Agua         | L3        | 4      | V2           | 17    | 69.71 | 20.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 8b088e37-2 | Tierra       | L4        | 4      | V2           | 17    | 43.29 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| fa4c3cea-f | Agua         | L4        | 4      | V2           | 17    | 56.22 | 11.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 3400b2b4-c | Agua         | L1        | 4      | V2           | 9     | 37.5  | 17.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |

Actualizar Registro ✕

Nueva Semana:

Eliminar
Actual

OK

Cancel

Generar Reporte Excel

Ilustración 178 Editar siembra

|                  |   |                  |   |
|------------------|---|------------------|---|
| Semana:          | 8 | Nº Cosecha:      |   |
| Ubicación:       |   | Tipo de Lechuga: |   |
| Tipo de Siembra: |   | Numero planta:   | 4 |

| ID          | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | Nº Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|-------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| be43e898-d  | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 17    | 35.47 | 12.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| e63222c0-a  | Tierra       | L2        | 4      | V2           | 21    | 32.31 | 9.0  | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 62964cfb-8f | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 9     | 28.96 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| a57fa553-c0 | Agua         | L2        | 4      | V2           | 21    | 62.61 | 19.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| b816a17b-e  | Agua         | L3        | 4      | V2           | 17    | 69.71 | 20.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 8b088e37-2  | Tierra       | L4        | 4      | V2           | 17    | 43.29 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| fa4c3cea-f6 | Agua         | L4        | 4      | V2           | 17    | 56.22 | 11.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 3400b2b4-c  | Agua         | L1        | 4      | V2           | 9     | 37.5  | 17.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |

Actualizar Registro
✕

Nuevo Número de Siembra:

Eliminar
Actualizar
OK
Cancelar
Generar Reporte Excel

Ilustración 179 Editar observación

|                  |   |                  |   |
|------------------|---|------------------|---|
| Semana:          | 8 | Nº Cosecha:      |   |
| Ubicación:       |   | Tipo de Lechuga: |   |
| Tipo de Siembra: |   | Numero planta:   | 4 |

| ID          | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | Nº Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrij |
|-------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| be43e898-d  | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 17    | 35.47 | 12.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| e63222c0-a  | Tierra       | L2        | 4      | V2           | 21    | 32.31 | 9.0  | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 62964cfb-8f | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 9     | 28.96 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| a57fa553-c0 | Agua         | L2        | 4      | V2           | 21    | 62.61 | 19.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| b816a17b-e  | Agua         | L3        | 4      | V2           | 17    | 69.71 | 20.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 8b088e37-2  | Tierra       | L4        | 4      | V2           | 17    | 43.29 | 12.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| fa4c3cea-f6 | Agua         | L4        | 4      | V2           | 17    | 56.22 | 11.0 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |
| 3400b2b4-c  | Agua         | L1        | 4      | V2           | 9     | 37.5  | 17.5 | 8      | 1          | NaN       | -         | -         | -            |

Actualizar Registro
✕

Nuevas Observaciones:

Eliminar
Actualizar
OK
Cancelar
Generar Reporte Excel

- Botón de Eliminar**

**Descripción:** Permite eliminar un registro seleccionado de la tabla.

**Uso:** Haga clic en el registro que desea eliminar y seleccione **"Eliminar"**. Confirme la eliminación para remover el registro de manera permanente.

Ilustración 180 Eliminar

Semana:  N° Cosecha:


Ubicación:  Tipo de Lechuga:


Tipo de Siembra:  Numero planta:

| ID          | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lecl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaci | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descri |
|-------------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|-------|------|--------|------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| 6ae964a0-d  | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 8     | 14.47 | 12.0 | 5      | 1          | NaN       | -         | -         | -           |
| 6909c269-d  | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 14    | 29.56 | 11.0 | 7      | 1          | NaN       | -         | -         | -           |
| c8a509c7-7  | Tierra       | L2        | 3      | V2           | 8     | 35.44 | 17.0 | 4      | 2          | NaN       | -         | -         | -           |
| 92c2608f-4f | Agua         | L3        | 3      | V2           | 9     | 47.97 | 13.0 | 6      | 1          | NaN       | -         | -         | -           |
| 79de8572-2  | Tierra       | L2        | 1      | V1           | 5     | 57.6  | 13.5 | 3      | 2          | NaN       | -         | -         | -           |
| 329a3be4-0  | Agua         | L3        | 4      | V2           | 8     | 47.13 | 15.5 | 4      | 2          | NaN       | -         | -         | -           |
| 85fcc15f-91 | Tierra       | L4        | 2      | V1           | 7     | 90.75 | 16.5 | 6      | 2          | NaN       | -         | -         | -           |
| a3d8a148-0  | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 9     | 57.64 | 18.5 | 5      | 2          | NaN       | -         | -         | -           |
| 2dffff63-a3 | Agua         | L2        | 2      | V1           | 4     | 22.13 | 8.0  | 2      | 2          | NaN       | -         | -         | -           |
| a3c5324d-d  | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 3     | 25.42 | 7.4  | 1      | 2          | NaN       | -         | -         | -           |

Buscar

Ilustración 181 Notificación eliminar

 Confirmar ✕

 ¿Estás seguro de eliminar este registro?

## Exportación de Reportes

Puede exportar los reportes en dos formatos diferentes para su uso externo o para compartir con otros:

- **Generar Reporte en PDF**

**Descripción:** Crea un archivo PDF del reporte actual que puede ser visualizado, impreso o compartido.

Ilustración 182 Generar pdf

The screenshot shows a web application interface. On the left is a green sidebar with a user profile for 'Alan' and navigation options: Dashboard, Modelo matemático, IA, Reportes, Cuestionario, and Salir. The main area displays a data table with columns: ID, Tipo de Sier, Ubicación, Planta, Tipo de Lechl, Num h, AF, H, Semana, N° Siembra, Observación, Foto Nomb, Foto Ruta, and Foto Descrj. Above the table is a filter form with fields for Semana (8), Ubicación, Tipo de Siembra, N° Cosecha, Tipo de Lechuga, and Numero plantas (4). Below the table are buttons for 'Eliminar', 'Actualizar', 'Generar Reporte PDF' (highlighted with a red box), and 'Generar Reporte Excel'. A search bar is also visible above the buttons.

| ID          | Tipo de Sier | Ubicación | Planta | Tipo de Lechl | Num h | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observación | Foto Nomb | Foto Ruta | Foto Descrj |
|-------------|--------------|-----------|--------|---------------|-------|-------|------|--------|------------|-------------|-----------|-----------|-------------|
| b643e898-d  | Tierra       | L3        | 4      | V2            | 17    | 35.47 | 12.5 | 8      | 1          | NaN         | -         | -         | -           |
| e6322c0-e   | Tierra       | L2        | 4      | V2            | 21    | 32.31 | 9.0  | 8      | 1          | NaN         | -         | -         | -           |
| 62964cfb-8c | Tierra       | L1        | 4      | V2            | 9     | 28.96 | 12.0 | 8      | 1          | NaN         | -         | -         | -           |
| a578a553-c0 | Agua         | L2        | 4      | V2            | 21    | 62.61 | 19.0 | 8      | 1          | NaN         | -         | -         | -           |
| b016a17b-e  | Agua         | L3        | 4      | V2            | 17    | 69.71 | 20.0 | 8      | 1          | NaN         | -         | -         | -           |
| 8b088e37-2  | Tierra       | L4        | 4      | V2            | 17    | 43.29 | 12.0 | 8      | 1          | NaN         | -         | -         | -           |
| fa4c3cea-16 | Agua         | L4        | 4      | V2            | 17    | 56.22 | 11.0 | 8      | 1          | NaN         | -         | -         | -           |
| 3400b7b4-c  | Agua         | L1        | 4      | V2            | 9     | 37.5  | 17.5 | 8      | 1          | NaN         | -         | -         | -           |

**Uso:** Haga clic en el botón "Generar PDF" para descargar el reporte en formato PDF.

Ilustración 183 Pdf generado

The screenshot shows a notification dialog box with the title 'Reporte generado'. It contains an information icon and the text 'El reporte en PDF se ha generado exitosamente.' Below the text is an 'Aceptar' button.

Ilustración 184 Reporte pdf generado

The screenshot shows a file download notification for 'Reporte\_Lestoma.pdf' with a question mark icon.



### Reporte Lestoma - 2024-08-26

| ID    | Tipo_Siembra | Ubicación | Planta | Tipo_Lechuga | Num_H | Area_Folia | Altura | Semana | Numero de Siembra | Observaciones |
|-------|--------------|-----------|--------|--------------|-------|------------|--------|--------|-------------------|---------------|
| be4.. | Tierra       | L3        | 4      | V2           | 17    | 35.47      | 12.5   | 8      | 1                 | NaN           |
| e63.. | Tierra       | L2        | 4      | V2           | 21    | 32.31      | 9.0    | 8      | 1                 | NaN           |
| 629.. | Tierra       | L1        | 4      | V2           | 9     | 28.96      | 12.0   | 8      | 1                 | NaN           |
| a57.. | Agua         | L2        | 4      | V2           | 21    | 62.61      | 19.0   | 8      | 1                 | NaN           |
| b81.. | Agua         | L3        | 4      | V2           | 17    | 69.71      | 20.0   | 8      | 1                 | NaN           |
| 8b0.. | Tierra       | L4        | 4      | V2           | 17    | 43.29      | 12.0   | 8      | 1                 | NaN           |
| fa4.. | Agua         | L4        | 4      | V2           | 17    | 56.22      | 11.0   | 8      | 1                 | NaN           |
| 340.. | Agua         | L1        | 4      | V2           | 9     | 37.5       | 17.5   | 8      | 1                 | NaN           |

- **Generar Reporte en XLSX**

**Descripción:** Exporta los datos del reporte actual a un archivo de Excel (XLSX) para su análisis y manipulación en hojas de cálculo.

Ilustración 186 Generar reporte xlsx

The screenshot shows a web application interface. On the left is a green sidebar menu with the user's name 'Alan' and various navigation options like 'Dashboard', 'Reportes', and 'Salir'. The main content area displays a table of data with columns for ID, Tipo de Siembra, Ubicación, Planta, Tipo de Lechl, Num h, AF, H, Semana, N° Siembra, Observación, Foto Nomb, Foto Ruta, and Foto Descr. Above the table are several filter fields: 'Semana' (set to 8), 'Ubicación', 'Tipo de Siembra', 'N° Cosecha', 'Tipo de Lechuga', and 'Numero plantas' (set to 4). Below the table, there are buttons for 'Eliminar', 'Actualizar', 'Generar Reporte PDF', and 'Generar Reporte Excel', with the last one highlighted by a red box.

**Uso:** Haga clic en el botón "**Generar XLSX**" para descargar el reporte en formato XLSX.

Ilustración 187 Reporte xlsx generado

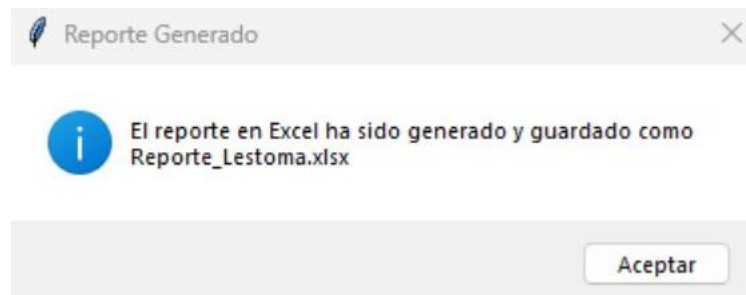


Ilustración 188 Reporte xlsx

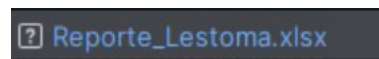
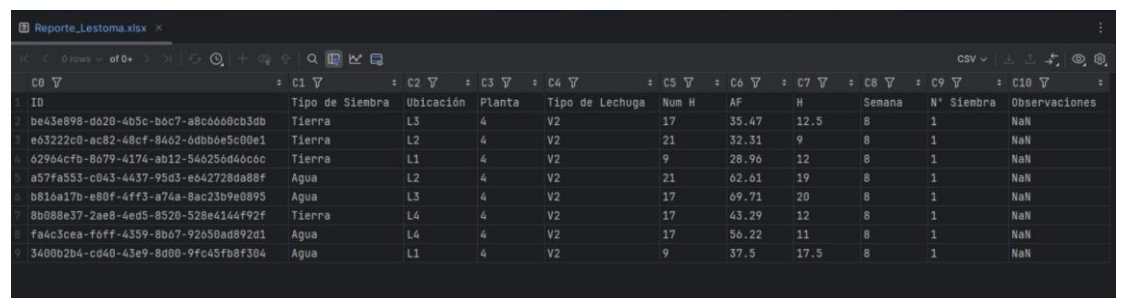


Ilustración 189 Reporte excel



| ID                                   | Tipo de Siembra | Ubicación | Planta | Tipo de Lechuga | Num H | AF    | H    | Semana | N° Siembra | Observaciones |
|--------------------------------------|-----------------|-----------|--------|-----------------|-------|-------|------|--------|------------|---------------|
| be43e898-d620-4b5c-b6c7-a8c6660cb3db | Tierra          | L3        | 4      | V2              | 17    | 35.47 | 12.5 | 8      | 1          | NaN           |
| e63222c0-ac82-48cf-8462-6dbb6e5e00e1 | Tierra          | L2        | 4      | V2              | 21    | 32.31 | 9    | 8      | 1          | NaN           |
| 62964cfb-8679-4174-ab12-546256d466c0 | Tierra          | L1        | 4      | V2              | 9     | 28.96 | 12   | 8      | 1          | NaN           |
| a57fa553-c043-4437-95d3-e642728da88f | Agua            | L2        | 4      | V2              | 21    | 62.61 | 19   | 8      | 1          | NaN           |
| b816a17b-e80f-4ff3-a74a-8ac23b9e0895 | Agua            | L3        | 4      | V2              | 17    | 69.71 | 20   | 8      | 1          | NaN           |
| 8b088e37-2ae8-4ed5-8520-528e4164f92f | Tierra          | L4        | 4      | V2              | 17    | 43.29 | 12   | 8      | 1          | NaN           |
| fa4c3cea-f6ff-4359-8b67-92650ad892d1 | Agua            | L4        | 4      | V2              | 17    | 56.22 | 11   | 8      | 1          | NaN           |
| 3400b2b4-cd40-43e9-8d00-9fc45fb8f384 | Agua            | L1        | 4      | V2              | 9     | 37.5  | 17.5 | 8      | 1          | NaN           |

## Consideraciones Adicionales

- **Actualización en Tiempo Real:**  
Los datos en la tabla se actualizan en tiempo real según las modificaciones realizadas en la base de datos.
- **Seguridad:**  
Asegúrese de que solo usuarios autorizados tengan acceso a las funcionalidades de actualización y eliminación para evitar cambios no deseados.
- **Validación de Datos:**  
Revise cuidadosamente los datos antes de realizar actualizaciones o eliminaciones para asegurar la precisión y consistencia de la información.

## Cuestionario

Al hacer clic en el botón "**Cuestionario**" en el menú de navegación, se abrirá una ventana que le permitirá completar un formulario para registrar información sobre las plantas, incluyendo observaciones y fotos de plagas o alteraciones. También tiene la opción de cargar datos de manera masiva desde un archivo XLSX.

Menú Lateral

05:19  
26/08/2024

Alan

Dashboard

Modelo matemático

IA

Reportes

Cuestionario

Salir

Tipo de Siembra:  Agua  Tierra

Ubicación:  L1  L2  L3  L4

Tipo de Lechuga:  V1  V2  V3  V4

Numero Planta(1 al 4): 2

Numero de hojas: 8

AF: 14.47

H: 12

Semana: 5

Número de Cosecha: 1

Observaciones:

Nombre Foto:

Ruta Foto:

Descripción Foto:

## Completar el Formulario

El formulario en la ventana del cuestionario incluye los siguientes campos para rellenar:

- **Tipo de Siembra**  
**Descripción:** Seleccione el tipo de siembra utilizado: Agua o Tierra.  
**Opciones:** Agua, Tierra.
- **Ubicación**  
**Descripción:** Indique la ubicación del cultivo. Puede elegir entre las ubicaciones predefinidas.  
**Opciones:** L1, L2, L3, L4.
- **Tipo de Lechuga**  
**Descripción:** Seleccione el tipo de lechuga cultivada.  
**Opciones:** V1, V2, V3, V4.
- **Número de Planta**  
**Descripción:** Indique el número de planta en el rango de 1 a 4.  
**Opciones:** 1, 2, 3, 4.
- **Número de Hojas**  
**Descripción:** Especifique el número total de hojas observadas en la planta.
- **AF (Área Foliar)**  
**Descripción:** Introduzca el valor del Área Foliar medido para la planta.
- **H (Altura)**  
**Descripción:** Proporcione la altura de la planta.
- **Semana**

**Descripción:** Indique el número de semana en la que se realizó la observación.

- **Número de Cosecha**

**Descripción:** Especifique el número de cosecha al que pertenece el registro.

- **Observaciones**

**Descripción:** Ingrese cualquier comentario o nota adicional relevante para el registro.

- **Nombre de Foto**

**Descripción:** Proporcione un nombre para la foto que se va a subir.

- **Ruta de Foto**

**Descripción:** Seleccione la ruta o el archivo de la foto desde su dispositivo. Este archivo debe ser una imagen de la plaga o alteración observada.

- **Descripción de Foto**

**Descripción:** Escriba una breve descripción de la foto, incluyendo detalles sobre la plaga o alteración visible.

Ilustración 191 Validación campo

The image shows a data entry form with the following fields and values:

|                        |                                                   |                                                                            |
|------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de Siembra:       | <input type="radio"/> Agua                        | <input checked="" type="radio"/> Tierra                                    |
| Ubicación:             | <input checked="" type="radio"/> L1               | <input type="radio"/> L2 <input type="radio"/> L3 <input type="radio"/> L4 |
| Tipo de Lechuga:       | <input checked="" type="radio"/> V1               | <input type="radio"/> V2 <input type="radio"/> V3 <input type="radio"/> V4 |
| Numero Planta(1 al 4): | 2                                                 |                                                                            |
| Numero de hojas:       | 8                                                 |                                                                            |
| AF:                    | 14.47                                             |                                                                            |
| H:                     | 12                                                |                                                                            |
| Semana:                | 5                                                 |                                                                            |
| Número de Cosecha:     | 1                                                 |                                                                            |
| Observaciones:         |                                                   |                                                                            |
| Nombre Foto:           |                                                   |                                                                            |
| Ruta Foto:             | <input type="button" value="Seleccionar Imagen"/> |                                                                            |
| Descripción Foto:      |                                                   |                                                                            |

At the bottom of the form, there are two buttons: "Guardar" and "Subir Masivo".

### Subir una Foto

- **Descripción:** Permite adjuntar una foto relacionada con el registro, que puede ser utilizada para documentar plagas o alteraciones en las plantas.
- **Uso:** Haga clic en el botón "**Seleccionar Foto**" para elegir una imagen desde su dispositivo. Asegúrese de proporcionar una descripción clara para la foto.

Ilustración 192 Seleccionar imagen

|                        |                                    |                              |                          |                          |
|------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tipo de Siembra:       | <input type="radio"/> Agua         | <input type="radio"/> Tierra |                          |                          |
| Ubicación:             | <input type="radio"/> L1           | <input type="radio"/> L2     | <input type="radio"/> L3 | <input type="radio"/> L4 |
| Tipo de Lechuga:       | <input type="radio"/> V1           | <input type="radio"/> V2     | <input type="radio"/> V3 | <input type="radio"/> V4 |
| Numero Planta(1 al 4): | <input type="text" value="2"/>     |                              |                          |                          |
| Numero de hojas:       | <input type="text" value="8"/>     |                              |                          |                          |
| AF:                    | <input type="text" value="14.47"/> |                              |                          |                          |
| H:                     | <input type="text" value="12"/>    |                              |                          |                          |
| Semana:                | <input type="text" value="5"/>     |                              |                          |                          |
| Número de Cosecha:     | <input type="text" value="1"/>     |                              |                          |                          |
| Observaciones:         | <input type="text"/>               |                              |                          |                          |
| Nombre Foto:           | <input type="text" value="Plaga"/> |                              |                          |                          |
| Ruta Foto:             | <input type="text"/>               |                              |                          |                          |
| Descripción Foto:      | <input type="text"/>               |                              |                          |                          |

Ilustración 193 Imagen seleccionada

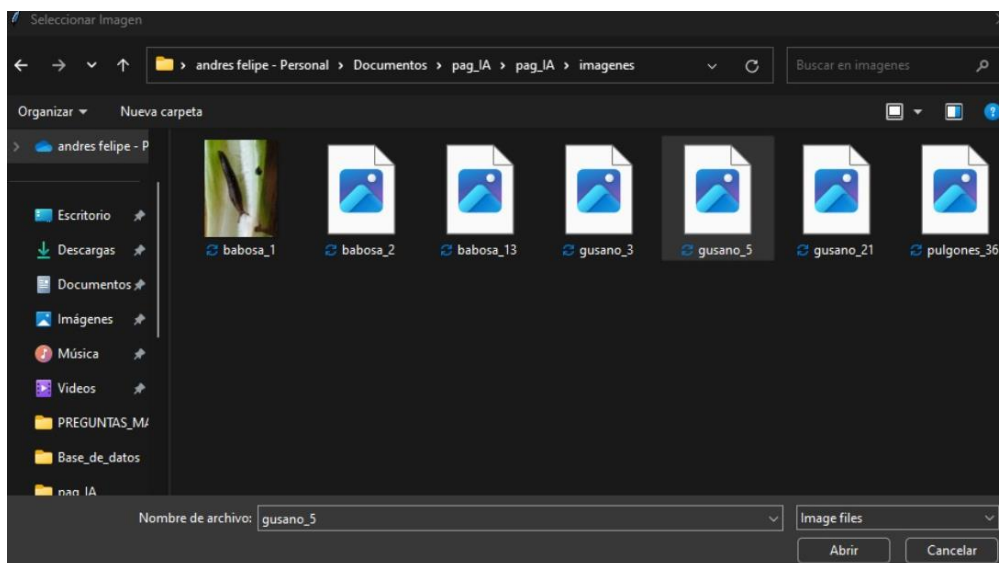


Ilustración 194 Ruta

|                        |                                                    |                                                                            |
|------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de Siembra:       | <input type="radio"/> Agua                         | <input checked="" type="radio"/> Tierra                                    |
| Ubicación:             | <input checked="" type="radio"/> L1                | <input type="radio"/> L2 <input type="radio"/> L3 <input type="radio"/> L4 |
| Tipo de Lechuga:       | <input checked="" type="radio"/> V1                | <input type="radio"/> V2 <input type="radio"/> V3 <input type="radio"/> V4 |
| Numero Planta(1 al 4): | <input type="text" value="2"/>                     |                                                                            |
| Numero de hojas:       | <input type="text" value="8"/>                     |                                                                            |
| AF:                    | <input type="text" value="14.47"/>                 |                                                                            |
| H:                     | <input type="text" value="12"/>                    |                                                                            |
| Semana:                | <input type="text" value="5"/>                     |                                                                            |
| Número de Cosecha:     | <input type="text" value="1"/>                     |                                                                            |
| Observaciones:         | <input type="text"/>                               |                                                                            |
| Nombre Foto:           | <input type="text" value="Plaga"/>                 |                                                                            |
| Ruta Foto:             | <input type="text" value="imagenes\gusano_5.jpg"/> | <small>Seleccionar Imagen</small>                                          |
| Descripción Foto:      | <input type="text"/>                               |                                                                            |
|                        | <input type="button" value="Guardar"/>             | <input type="button" value="Subir Masivo"/>                                |

## Guardar Datos

- **Botón de Guardar**

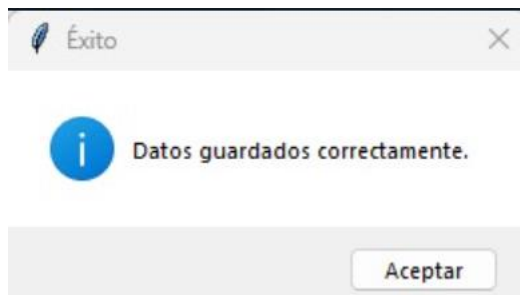
**Descripción:** Envía directamente los datos completados en el formulario a la base de datos de la aplicación.

**Uso:** Después de completar todos los campos del formulario y cargar la foto (si es necesario), haga clic en el botón "**Guardar**" para almacenar los datos.

Ilustración 195 Guardar

|                        |                                                    |                                                                            |
|------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de Siembra:       | <input type="radio"/> Agua                         | <input checked="" type="radio"/> Tierra                                    |
| Ubicación:             | <input checked="" type="radio"/> L1                | <input type="radio"/> L2 <input type="radio"/> L3 <input type="radio"/> L4 |
| Tipo de Lechuga:       | <input checked="" type="radio"/> V1                | <input type="radio"/> V2 <input type="radio"/> V3 <input type="radio"/> V4 |
| Numero Planta(1 al 4): | <input type="text" value="2"/>                     |                                                                            |
| Numero de hojas:       | <input type="text" value="8"/>                     |                                                                            |
| AF:                    | <input type="text" value="14.47"/>                 |                                                                            |
| H:                     | <input type="text" value="12"/>                    |                                                                            |
| Semana:                | <input type="text" value="5"/>                     |                                                                            |
| Número de Cosecha:     | <input type="text" value="1"/>                     |                                                                            |
| Observaciones:         | <input type="text"/>                               |                                                                            |
| Nombre Foto:           | <input type="text" value="Plaga"/>                 |                                                                            |
| Ruta Foto:             | <input type="text" value="imagenes\gusano_5.jpg"/> | <small>Seleccionar Imagen</small>                                          |
| Descripción Foto:      | <input type="text" value="na"/>                    | <input type="button" value="Guardar"/>                                     |
|                        |                                                    | <input type="button" value="Subir Masivo"/>                                |

Ilustración 196 Notificación guardar



## Carga Masiva de Datos

- **Botón de Subir Masivo**

**Descripción:** Permite cargar datos desde un archivo XLSX, lo que facilita la entrada de grandes cantidades de datos de manera rápida.

**Uso:** Haga clic en el botón "**Subir Masivo**" para seleccionar y cargar un archivo de Excel (.xlsx) desde su dispositivo. El archivo debe contener los datos en el formato adecuado que la aplicación puede procesar automáticamente.

Ilustración 197 Descargar formato

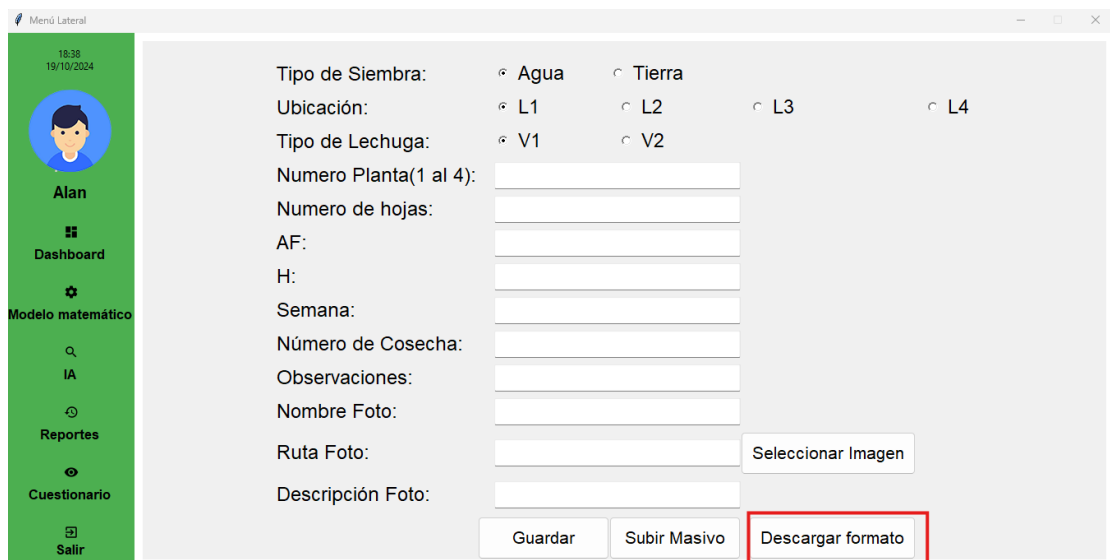


Ilustración 198 Subir masivo

Tipo de Siembra:  Agua  Tierra

Ubicación:  L1  L2  L3  L4

Tipo de Lechuga:  V1  V2  V3  V4

Numero Planta(1 al 4):

Numero de hojas:

AF:

H:

Semana:

Número de Cosecha:

Observaciones:

Nombre Foto:

Ruta Foto:

Descripción Foto:

- Formato del Archivo XLSX:**

Asegúrese de que el archivo siga el formato requerido por la aplicación, con las columnas correspondientes a los campos del formulario (Tipo de Siembra, Ubicación, Tipo de Lechuga, etc.).

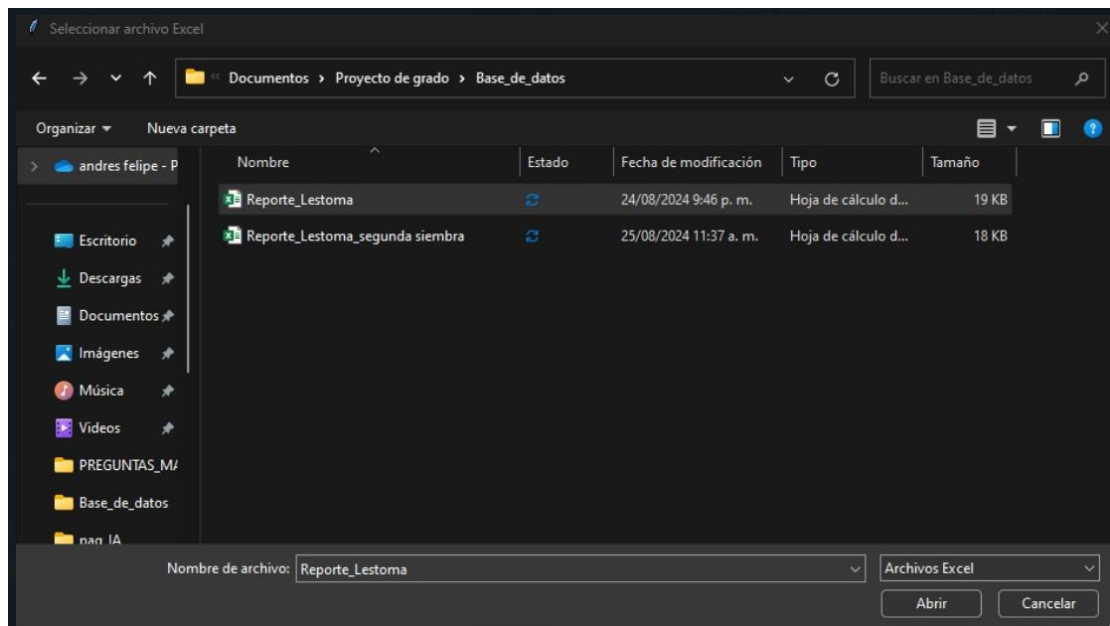
Ilustración 199 Formato

|    | A               | B         | C               | D      | E        | F     | G    | H      | I          | J             | K | L |
|----|-----------------|-----------|-----------------|--------|----------|-------|------|--------|------------|---------------|---|---|
|    | Tipo de Siembra | Ubicación | Tipo de Lechuga | Planta | NumHojas | AF    | H    | Semana | Nº Siembra | Observaciones |   |   |
| 1  | Agua            | L1        | V1              | 1      | 2        | 38,85 | 12   | 1      | 1          | na            |   |   |
| 2  | Agua            | L1        | V1              | 2      | 3        | 34,87 | 10,5 | 1      | 1          | na            |   |   |
| 3  | Agua            | L1        | V2              | 3      | 3        | 18,72 | 13   | 1      | 1          | niguna        |   |   |
| 4  | Agua            | L1        | V2              | 4      | 3        | 17,78 | 13   | 1      | 1          | niguna        |   |   |
| 5  | Agua            | L2        | V1              | 1      | 3        | 34,57 | 10,5 | 1      | 1          | niguna        |   |   |
| 6  | Agua            | L2        | V1              | 2      | 3        | 22,03 | 11   | 1      | 1          |               |   |   |
| 7  | Agua            | L2        | V2              | 3      | 4        | 24    | 14   | 1      | 1          |               |   |   |
| 8  | Agua            | L2        | V2              | 4      | 4        | 18,29 | 16   | 1      | 1          |               |   |   |
| 9  | Agua            | L3        | V1              | 1      | 4        | 26,93 | 8    | 1      | 1          |               |   |   |
| 10 | Agua            | L3        | V1              | 2      | 4        | 23,89 | 8,5  | 1      | 1          |               |   |   |
| 11 | Agua            | L3        | V2              | 3      | 4        | 18,73 | 11   | 1      | 1          |               |   |   |
| 12 | Agua            | L3        | V2              | 4      | 4        | 16    | 11,8 | 1      | 1          |               |   |   |
| 13 | Agua            | L4        | V1              | 1      | 3        | 28,48 | 8    | 1      | 1          |               |   |   |
| 14 | Agua            | L4        | V1              | 2      | 3        | 36,25 | 9    | 1      | 1          |               |   |   |
| 15 | Agua            | L4        | V2              | 3      | 3        | 20,3  | 11,5 | 1      | 1          |               |   |   |
| 16 | Agua            | L4        | V2              | 4      | 3        | 17,61 | 13   | 1      | 1          |               |   |   |
| 17 | Agua            | L1        | V1              | 1      | 2        | 36,82 | 12   | 1      | 1          |               |   |   |

- Proceso de Carga:**

La aplicación procesará el archivo XLSX y cargará los datos en la base de datos. Puede recibir una notificación o mensaje de confirmación una vez que la carga se haya completado exitosamente.

Ilustración 200 Formato subido



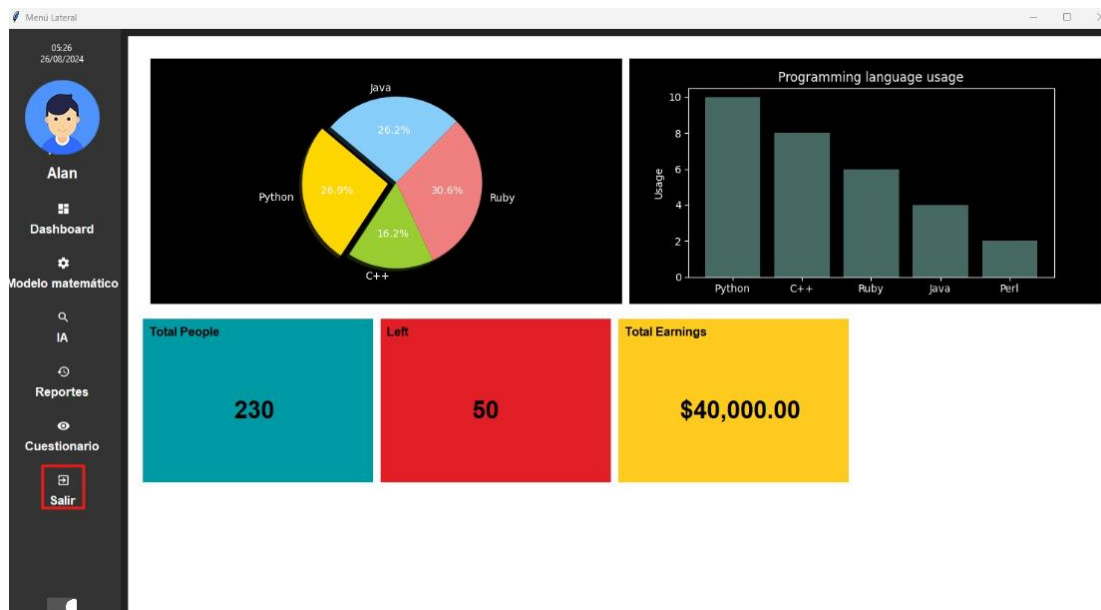
## Consideraciones Adicionales

- **Validación de Datos:**  
Verifique que toda la información proporcionada en el formulario sea correcta y completa antes de guardarla o cargarla masivamente.
- **Formato de Fotos:**  
Asegúrese de que las fotos estén en un formato compatible (JPEG, PNG) y que sean de buena calidad para una correcta documentación y análisis.
- **Errores y Problemas:**  
Si encuentra problemas al cargar el archivo XLSX o al guardar datos, consulte la sección de ayuda de la aplicación o contacte al soporte técnico.

## Salir

Al hacer clic en el botón "**Salir**" en el menú de navegación, se cerrará la sesión actual y se saldrá de la aplicación. A continuación se describen los detalles del proceso y la funcionalidad asociada.

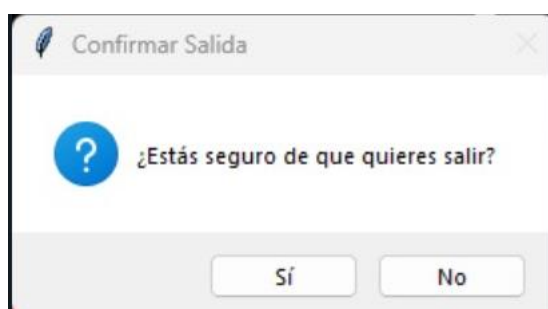
Ilustración 201 Salir



## Funcionalidad del Botón Salir

- **Descripción:** El botón **"Salir"** permite desloguear de la cuenta actual y cerrar la aplicación de manera automática.
- **Uso:** Haga clic en el botón **"Salir"** para iniciar el proceso de cierre de sesión.
- **Confirmación de Cierre:**
  - **Descripción:** Antes de cerrar la aplicación, se le preguntará si realmente desea salir. Esta medida evita cierres accidentales.
  - **Mensaje de Confirmación:** "¿Está seguro de que desea salir? Todos los cambios no guardados se perderán."

Ilustración 202 Notificación salir



- **Acciones Disponibles:**
  - **Sí:** Confirma que desea cerrar sesión y salir de la aplicación. Se le redirigirá a la pantalla de inicio de sesión.
  - **No:** Cancela la acción y regresa a la sesión actual sin realizar cambios.

## Aspectos Visuales

La aplicación está diseñada para proporcionar una experiencia de usuario intuitiva y consistente. A continuación se detallan los aspectos visuales clave de la aplicación:

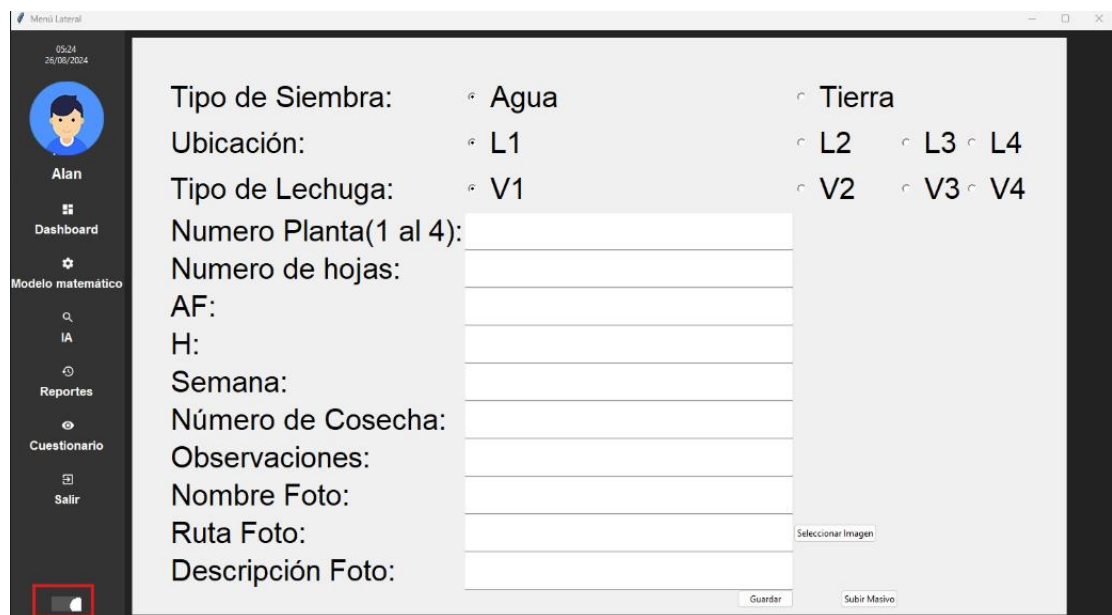
- **Modo Oscuro:**

**Descripción:** La aplicación ofrece un botón para cambiar entre el modo claro y el modo oscuro.

**Ubicación:** El botón para activar el modo oscuro generalmente se encuentra en la esquina superior derecha de la interfaz de usuario.

**Uso:** Haga clic en el botón para alternar entre los modos. El modo oscuro puede ayudar a reducir la fatiga ocular en entornos con poca luz.

Ilustración 203 Estilo

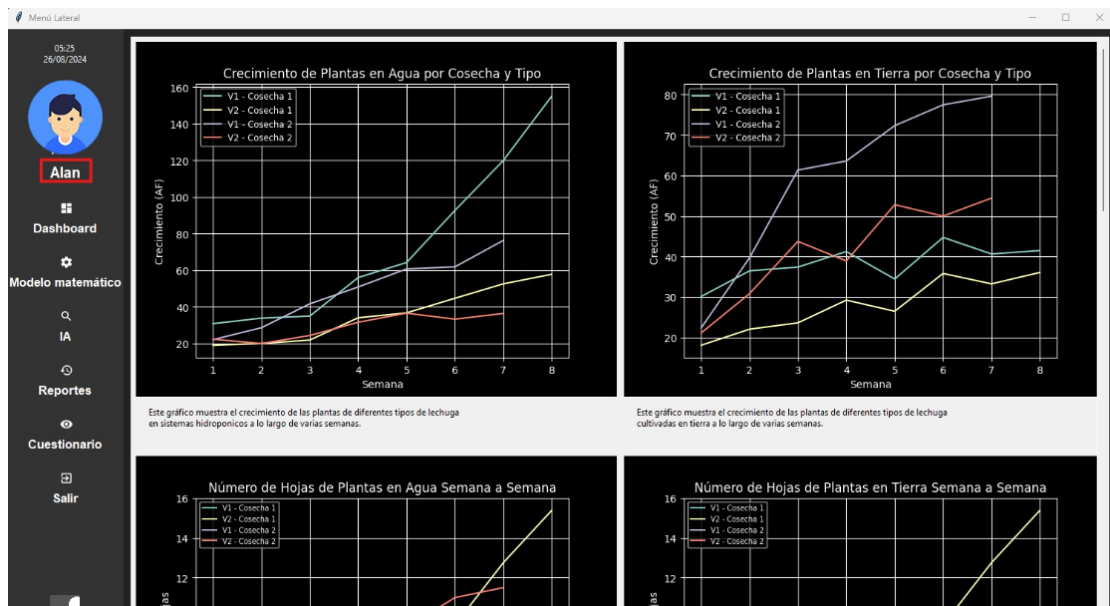


- **Nombre del Usuario:**

**Descripción:** El nombre del usuario que ha iniciado sesión se muestra en la parte superior derecha de la interfaz, asegurando que siempre esté visible.

**Ubicación:** Cerca del área de navegación o en un panel superior.

## Ilustración 204 Usuario

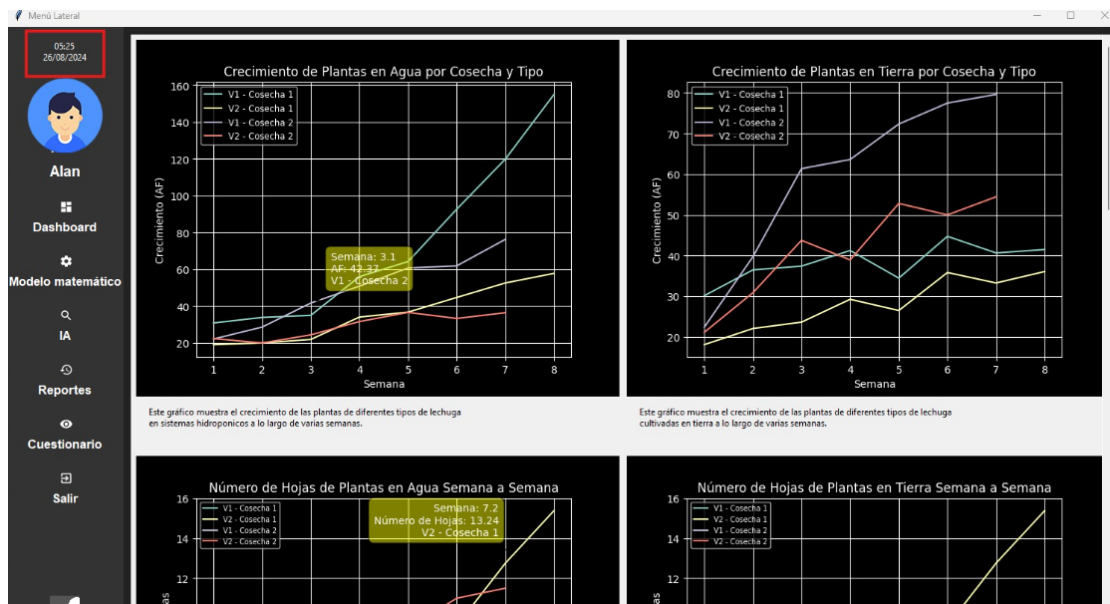


- **Hora y Fecha:**

**Descripción:** La hora y la fecha actuales se muestran en formato **dd/mm/aaaa** en la parte superior o inferior de la interfaz.

**Ubicación:** Generalmente se encuentra en la esquina superior derecha o en una barra de estado.

## Ilustración 205 Fecha y hora



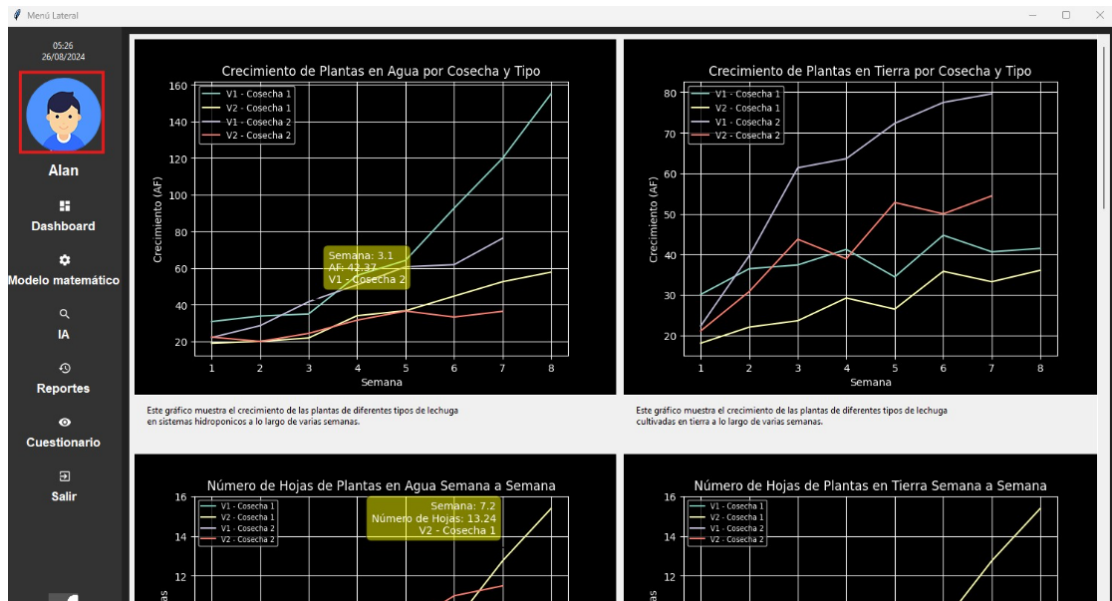
- **Foto de Perfil:**

**Descripción:** La foto de perfil del usuario se muestra en la interfaz para una identificación visual rápida.

**Ubicación:** Suele estar en la esquina superior derecha, cerca del nombre del usuario.

**Uso:** La foto de perfil ayuda a personalizar la experiencia y proporciona una referencia visual para el usuario actual.

Ilustración 206 Imagen usuario





**UDECA**  
UNIVERSIDAD DE  
CUNDINAMARCA

### **11.3 ARTÍCULOS Y PONENCIAS**

#### **PROTOTIPO DEEP LEARNING PARA IDENTIFICACION DE INSECTOS EN SISTEMAS ACUAPONICOS**

Nombre Autor 1: Andres Felipe Porras Garzon

Universidad de Cundinamarca, Madrid Cundinamarca, Colombia.

Correo: [afporras@ucundinamarca.edu.co](mailto:afporras@ucundinamarca.edu.co)

Perfil Estudiante investigador

Nombre Autor 2: Jaime Eduardo Andrade Ramírez

Universidad de Cundinamarca, Facatativá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6077-2449>

Correo: [jeandrade@ucundinamarca.edu.co](mailto:jeandrade@ucundinamarca.edu.co)

Perfil Docente investigador.

Nombre Autor 3: Angelica Bravo Bohórquez

Universidad de Cundinamarca, Facatativá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7655-4278>

Correo: [abravob@ucundinamarca.edu.co](mailto:abravob@ucundinamarca.edu.co)

Perfil: Docente investigador.

## Resumen

Los sistemas de producción alimentaria en el sector agrícola en Colombia requieren una mayor inclusión de tecnología, siendo este un objetivo primordial en el desarrollo del campo, y en aras de la superación de la pobreza y mejor gestión de recursos naturales, es así que, en la Universidad de Cundinamarca extensión Facatativá se está desarrollando un proyecto de investigación en torno a un sistema de producción acuapónico automatizado (Lestoma) que incluye cultivos en diferentes sustratos y en un ambiente de recirculación de agua, además del uso de energías renovables y la implementación de procesos de captura de información a partir de imágenes.

En este trabajo se propuso construir una aplicación Deep Learning para la identificación de insectos en cultivos acuapónicos, con el propósito de ser una herramienta que permita generar alertas tempranas en presencia de estos en dos variedades de lechuga (crespa y lisa). Para cumplir con el objeto propuesto se desarrolló una metodología mixta y se contempló el desarrollo de la aplicación mediante algunas fases de la metodología Scrum; en general se inició con el estudio del estado del arte, luego se propuso una solución al problema mediante la construcción de una arquitectura de software y Deep learning, seguidamente se codificó en python y se implementó el sistema inteligente; finalmente, se realizó un análisis comparativo usando herramientas estadísticas y pruebas de campo en el laboratorio Lestoma, obteniendo modelos estandarizados de IA con una alta exactitud en la identificación de tres tipos diferentes de insectos.

Palabras clave: DeepLearning, Acuaponía, Software.

### Abstract

Es la traducción del resumen. Para esto, la Universidad Incca de Colombia se encargará de hacer la traducción.

*Keywords:* Es la traducción de las palabras clave al inglés. Para esto, la Universidad Incca de Colombia se encargará de hacer la traducción.

### Introducción

En los cultivos tradicionales se evidencia un gran riesgo de pérdida de productividad, por la aparición de insectos en este tipo de cultivos. Uno de ellos es el pulgón que se caracteriza

por ser de color verde-amarillo, rosáceo, se alimentan al interior de la planta hacia el centro sobre las hojas más jóvenes, la forma de identificar su presencia es con trampas adhesivas amarillas o trampas de agua, haciendo un recuento directo para estimar el número de insectos también se hace un control químico, su tamaño en adultos es alrededor de 1 mm, presentando un color amarillento sin alas (Godoy, Paulo. Zolezzi, Marcelo. Sepúlveda, 2018). Los gusanos grises o rosquilla por lo general causa daños las larvas de cualquier edad, la hembra deposita los huevos en el centro de la planta y una vez que estos eclosionan viajan a la parte superior de la planta donde se encuentran las partes más tiernas (Rivera Naranjo, 2022). Las babosas tienen la máxima actividad en ambientes húmedos y en lugares con amplia vegetación no suelen desplazarse demasiado ya que se movilizan en las hojas de las plantas para alimentarse de ellas (Córdoba Vargas, 2010).

Se desarrolló un modelo de deep learning para detectar insectos en cultivos de lechuga utilizando métodos hidropónicos y tradicionales en tierra. Se capturaron imágenes de tres especies de insectos comunes: la babosa, el piojo y el gusano gris. Estas imágenes fueron tratadas y etiquetadas para asegurar una identificación precisa.

Las imágenes etiquetadas se integraron en la plataforma Roboflow, donde se aplicaron técnicas de aumento de datos para mejorar el dataset. Este dataset se usó para entrenar un modelo de detección de objetos basado en la arquitectura YOLOv8. Durante el entrenamiento, se ajustaron parámetros clave para optimizar el rendimiento del modelo. Finalmente, se desarrolló un software para implementar y probar el modelo, evaluando su precisión con imágenes no vistas previamente. Los resultados permitieron ajustar el modelo, logrando una herramienta eficaz para la detección de insectos en la agricultura.

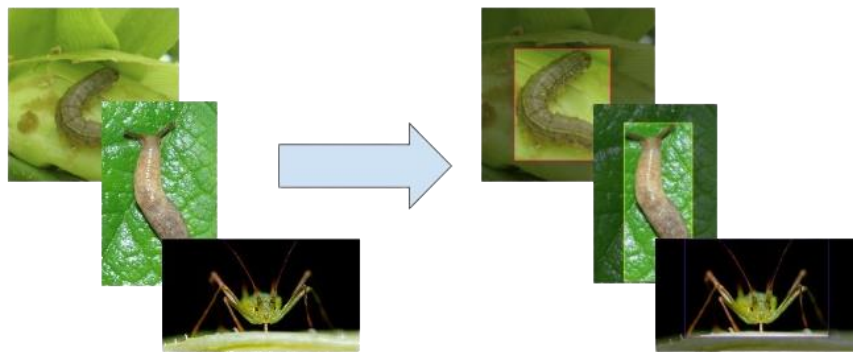
## **Método**

Inicialmente, se diseñó un espacio dedicado en laboratorio experimental de sistemas tecnológicos orientados a modelos acuapónicos “LESTOMA”. Este sistema se centró en la hidroponía la cual busca la circulación de la técnica de película de nutrientes (NFT) en un área angosta (Hernández, 2005). permitiendo la siembra de dos variedades de lechuga en dos métodos distintos: uno hidropónico y otro tradicional en tierra. El objetivo principal era comparar y analizar el crecimiento, desarrollo y salud de las lechugas en ambos sistemas, evaluando aspectos como el rendimiento, la resistencia a insectos y enfermedades, y la calidad nutricional.

Se realizó una investigación en el laboratorio Lestoma con el objetivo de identificar las especies de insectos presentes y evaluar su impacto en los cultivos. Los resultados revelaron una alta incidencia de tres especies en particular: la babosa, el piojo y el gusano gris.

Las imágenes capturadas de estos insectos se sometieron a un minucioso proceso de tratamiento de imagen para resaltar las características más importantes de los insectos en cuento a color, forma, entre otros (Mata Pastor, 2009). Este tratamiento incluyó la adición manual de etiquetas informativas a cada imagen (Figura 1), que especificaban datos críticos como la especie, el estado de desarrollo, y la localización en la planta. Además, se aplicaron técnicas avanzadas de procesamiento de imágenes, tales como la mejora del contraste, la eliminación de ruido, y el ajuste de la iluminación, con el fin de optimizar la claridad y precisión.

**Figura 1.** *Tratamiento de imagen*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

Con las imágenes tratadas y etiquetadas, se procedió a la clasificación de estas según su clase de insecto. La clasificación se realizó utilizando algoritmos de aprendizaje supervisado, que ayudaron a categorizar las imágenes de forma precisa, basándose en las características distintivas de cada insecto. Una vez clasificadas, las imágenes fueron integradas en la plataforma Roboflow para la construcción de un repositorio robusto y bien estructurado del dataset. Durante este proceso, se aplicaron diversos filtros y técnicas de aumento de datos. Estas técnicas incluyeron rotaciones, escalados, transformaciones de color, y ajustes de brillo y contraste, lo que permitió incrementar la cantidad y variedad de datos disponibles en el dataset. Este enriquecimiento del dataset fue fundamental para mejorar la precisión y robustez de los modelos de aprendizaje automático que se desarrollarían posteriormente (Lin, Q, 2022).

## **Resultados**

El dataset fue exportado en un formato específico compatible con YOLOv8, una arquitectura de red neuronal especializada en la detección de objetos (Terven, 2023). La selección de este dataset fue un paso crucial, ya que aseguraba que los datos estuvieran organizados y etiquetados correctamente, facilitando su integración con el modelo YOLOv8. Una vez obtenido el dataset de RoboFlow, se procedió a preparar estos datos para el entrenamiento.

Después de verificar y ajustar el dataset, lo entregamos a la arquitectura YOLOv8 para iniciar el proceso de entrenamiento. Esta etapa involucró cargar los datos en el sistema y configurar los entornos de trabajo para el aprendizaje automático (Parés Marín, 2023). Después, procedimos a configurar los parámetros de entrenamiento, incluyendo las épocas (el número de veces que el modelo revisa el dataset completo) y el coeficiente de aprendizaje (learning rate), que determina la velocidad con la que el modelo ajusta sus pesos. Ajustar estos parámetros adecuadamente es fundamental para evitar problemas como el sobreajuste o el sub-ajuste del modelo (la Ingeniería y Tecnología, 2023).

Paralelamente al entrenamiento del modelo, desarrollamos un software dedicado que nos permitiría implementar y probar el modelo entrenado. Este software fue diseñado para ser robusto y fácil de usar, con interfaces que permitieran la carga de imágenes y la visualización de resultados. La creación de este software implicó no solo la implementación del modelo de deep learning, sino también la construcción de herramientas adicionales para facilitar el análisis y la interpretación de los resultados. Esto incluyó funcionalidades para generar informes detallados y gráficos a partir de las predicciones del modelo (Requena García, 2024).

Una vez que el software estuvo listo y el modelo entrenado, comenzamos la fase de pruebas. Se enviaron al software una serie de imágenes de insectos para evaluar cómo el modelo respondía a datos no vistos previamente. Este proceso de pruebas es crucial para determinar la precisión y la fiabilidad del modelo en situaciones reales. Las imágenes utilizadas en esta fase fueron seleccionadas para representar una variedad de escenarios posibles, asegurando una evaluación exhaustiva del rendimiento del modelo (Carrasco Sauñe, 2024).

Durante la fase de pruebas, generamos numerosas gráficas, tablas y otros estudios analíticos para evaluar el rendimiento del modelo (Tabla 1). Este análisis incluyó la precisión de las detecciones, el número de falsos positivos y negativos, y otras métricas clave que nos permitieron entender en profundidad el comportamiento del modelo. Estos resultados fueron esenciales para identificar áreas de mejora y determinar la efectividad del modelo en la

detección de diferentes tipos de insectos. Además, estos análisis proporcionaron una base sólida para realizar ajustes precisos y mejorar la exactitud del modelo (Buitrón Tandalia, 2023).

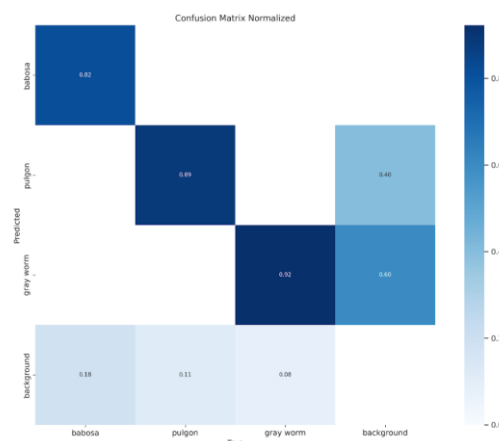
Tabla 1. *Clasificación de los datos*

|                  | Slug        | Louse       | Grey Worm   |
|------------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Train set</b> | 86 Imágenes | 84 Imágenes | 86 Imágenes |
| <b>Valid set</b> | 11 Imágenes | 9 Imágenes  | 13 Imágenes |
| <b>Tets set</b>  | 10 Imágenes | 10 Imágenes | 12 Imágenes |

*Nota.* Elaboración propia.

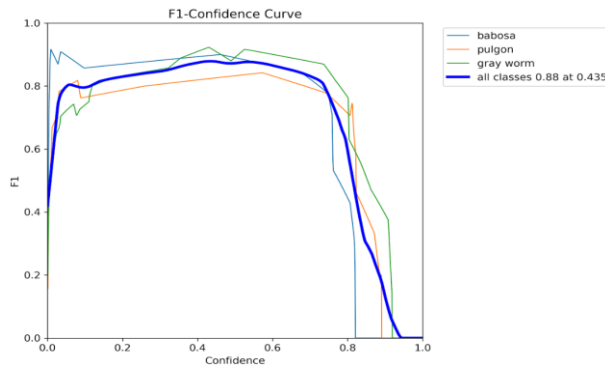
Con base en los resultados y análisis obtenidos durante las pruebas (Figura 2), realizamos los ajustes necesarios al modelo para mejorar su exactitud y rendimiento general. Esto implicó revisar los parámetros de entrenamiento y hacer modificaciones en el software para optimizar su funcionamiento (Figura 3). La iteración entre pruebas y ajustes fue un proceso continuo, orientado a refinar el modelo hasta alcanzar un nivel de precisión satisfactorio. Finalmente, logramos un modelo de deep learning robusto y preciso, listo para ser implementado en aplicaciones prácticas de detección de insectos.

Figura 2. *Matrix de confusión*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. *Curva de confianza*



*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

## Discusión

El modelo YOLO demostró una alta precisión en la detección de insectos en el entorno hidropónico. Esto sugiere que la metodología de entrenamiento utilizada fue adecuada y que el modelo puede identificar correctamente los diferentes tipos de insectos presentes. La precisión del modelo es un indicativo clave de su potencial utilidad práctica, ya que permite la identificación temprana y precisa de insectos, lo que es esencial para el manejo efectivo de cultivos hidropónicos. Otro hallazgo significativo es la capacidad del modelo para procesar imágenes en tiempo real. Esta característica permite una respuesta rápida ante la presencia de insectos, facilitando la implementación de medidas correctivas de manera oportuna. La velocidad de procesamiento es crucial en sistemas hidropónicos, donde los insectos pueden propagarse rápidamente y causar daños significativos en un corto período.

Gracias a la detección temprana y precisa de los insectos, los agricultores pueden aplicar tratamientos de manera más dirigida y eficiente. Esto puede reducir significativamente el uso de pesticidas, minimizando el impacto ambiental y los costos asociados (Campos, M, 2018). La capacidad del modelo para identificar insectos en etapas iniciales permite una intervención más focalizada, lo que contribuye a prácticas agrícolas más sostenibles. El modelo YOLO mostró adaptabilidad a diferentes condiciones dentro del entorno hidropónico, incluyendo variaciones en la iluminación y la presencia de diferentes tipos de cultivos. Esta adaptabilidad es crucial para la aplicación práctica del modelo en diversos escenarios agrícolas, asegurando que su eficacia no se vea comprometida por cambios en el entorno (Badgujar, C, 2024).

**Figura 4.** Pruebas del modelo



*Nota.* Fuente: Elaboración propia.

La implementación del modelo en sistemas hidropónicos existentes fue relativamente sencilla y no requirió modificaciones significativas en la infraestructura. Esta facilidad de integración permite a los agricultores adoptar rápidamente esta tecnología sin incurrir en costos adicionales sustanciales, favoreciendo una transición más fluida hacia prácticas de cultivo más inteligentes y tecnológicamente avanzadas (Novak, F, 1992). Además, la información proporcionada por el modelo en tiempo real mejora significativamente la toma de decisiones agrícolas. Los agricultores pueden monitorizar continuamente el estado de sus cultivos y reaccionar de manera proactiva ante cualquier amenaza potencial. Esto no solo optimiza el manejo de insectos, sino que también mejora la eficiencia general de la producción agrícola.

## Conclusiones

La aplicación de Inteligencia Artificial con la arquitectura YOLO ha demostrado ser una solución efectiva para la detección temprana de insectos en cultivos de lechuga, beneficiando a los agricultores, el medio ambiente y los consumidores.

El uso de YOLO ha evidenciado una significativa reducción en la necesidad de pesticidas, promoviendo prácticas agrícolas más sostenibles y reduciendo el impacto ambiental. Este avance no solo disminuye los costos operativos para los agricultores, sino que también contribuye a la producción de alimentos más seguros para los consumidores.

Seguiremos explorando el potencial de la IA en la agricultura, buscando mejoras continuas en la precisión, la velocidad y la adaptabilidad del modelo a diferentes condiciones de cultivo.

## Referencias

- Sierra Guzmán, V. Y. (2021). Algoritmo de detección de mosca blanca por medio de inteligencia artificial en las hojas de plátano. Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4). México D. F DF: McGraw-Hill Interamericana.
- Godoy, Paulo. Zolezzi, Marcelo. Sepúlveda, Paulina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile). 2018. Principales plagas y enfermedades en lechuga, tomate y cebolla Boletín INIA N°388. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Chile). La Platina. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/29387>
- Rivera Naranjo, E. W. (2022). Insectos plagas defoliadores del cultivo de Tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el Ecuador (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022).
- Córdoba Vargas, C. A., & León Sicard, T. (2010). Efecto del manejo agroecológico y convencional sobre la fluctuación de babosa en cultivos de lechuga en Tenjo Cundinamarca. *Acta Biológica Colombiana*, 15(1), 115-128.
- Hernández, C. J., & Hernández, J. L. (2005). Valoración productiva de lechuga hidropónica con la técnica de película de nutrientes (nft). *Naturaleza y desarrollo*, 3(1), 11-16.
- Mata Pastor, M. (2009). Algunas pautas para el tratamiento de imágenes y contenido gráfico en proyectos de localización (II).
- Lin, Q., Ye, G., Wang, J., & Liu, H. (2022, January). Roboflow: a data-centric workflow management system for developing ai-enhanced robots. In *Conference on Robot Learning* (pp. 1789-1794). PMLR.
- Terven, J., Córdoba-Esparza, D. M., & Romero-González, J. A. (2023). A comprehensive review of yolo architectures in computer vision: From yolov1 to yolov8 and yolo-nas. *Machine Learning and Knowledge Extraction*, 5(4), 1680-1716.
- Parés Marín, G. (2023). Desarrollo de un sistema de detección de prendas de ropa en imágenes de moda mediante la implementación de redes YOLOv8 personalizadas (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- la Ingeniería y Tecnología, C. E. de I. A. A. a., & de México, E. (s/f). IMPLEMENTACIÓN DE YOLOV8 PARA LA CLASIFICACIÓN DE CUBOS DE COLORES EN TIEMPO REAL. Unam.mx. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/intar/memoriasceiaait/wp->

content/uploads/sites/19/2024/01/47-IMPLEMENTACION-DE-YOLOV8-PARA-LA.pdf

- Requena García, A. (2024). Sistema de Seguimiento y Análisis de Comportamiento de Hormigas mediante técnicas de Visión por Computador.
- Carrasco Sauñe, F. (2024). Determinación del mejor algoritmo de reconocimiento de imágenes de camélidos sudamericanos mediante machine learning, Apurímac, 2023.
- Buitrón Tandalia, I. A. (2023). Análisis de rendimiento de you only look once, retinanet y single shot detector aplicado a la detección y conteo vehicular (Master's thesis, Quito: EPN, 2023.).
- Novak, F. J., & Brunner, H. (1992). Fitotecnia: Tecnología de mutación inducida para el mejoramiento de los cultivos. Boletín del OIEA, 4, 24-33.
- Campos, M. A. R. (2018). El uso de pesticidas en la agricultura y su desorden ambiental. Revista Enfermería la Vanguardia, 6(2), 40-47.
- Badgujar, C. M., Poulouse, A., & Gan, H. (2024). Agricultural object detection with You Only Look Once (YOLO) Algorithm: A bibliometric and systematic literature review. Computers and Electronics in Agriculture, 223, 109090.

## I. Aproximación al modelo matemático de Lechugas en el Caso Lestoma

**Angelica María Bravo Bohórquez**

Universidad de Cundinamarca, Grupo de Investigación Axioma  
Facatativá, Colombia  
[abravob@ucundinamarca.edu.co](mailto:abravob@ucundinamarca.edu.co)

**Jaime Eduardo Andrade Ramírez**

Universidad de Cundinamarca, Grupo de Investigación GISTFA  
Facatativá, Colombia  
[jeandrade@ucundinamarca.edu.co](mailto:jeandrade@ucundinamarca.edu.co)

**Andrés Felipe Porras**

Universidad de Cundinamarca, Grupo de Investigación GISTFA  
Facatativá, Colombia  
[jeandrade@ucundinamarca.edu.co](mailto:jeandrade@ucundinamarca.edu.co)

### A. Resumen

No superar 250 palabras, no se debe utilizar tabulación y los numero y unidades deben estar en negrita, sin citas a pie de página, sin numeraciones, no incluir ecuaciones.

Palabras Claves: modelo matemático, lechuga, acuicultura

### INTRODUCCIÓN

La Acuicultura se define como el proceso de explotación de animales acuáticos y plantas según la Food and Agriculture Organization (FAO), el desarrollo de sistemas acuícolas en Colombia ha estado vigente desde los años 70 y se ha incrementado significativamente para la producción comercial en los últimos 20 años [1], teniendo

en cuenta el contexto Colombiano donde la pobreza es cerca del 25% [2] y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) proporcionados por las Naciones Unidas (UN) se encuentra que los niveles de pobreza, seguridad alimentaria y violencia se correlacionan de forma directa, el campo colombiano enfrenta grandes desafíos por su precaria forma de producción alimentaria y la falta de regularidad en el empleo, son problemáticas a abordar, una forma de mitigar y mejorar estas condiciones es generar modelos de producción agrícola o animal que aprovechen la inserción tecnológica, es así que una parte fundamental de este proceso es la incorporación de la tecnología como Inteligencia Artificial (AI), análisis y obtención de modelos matemáticos que permitan refinar los procesos de producción, y finalmente, la investigación académica es

determinante para bajar los costos y hacer eficiente estas iniciativas, según la sioc se ha configurado el departamento de Cundinamarca para el desarrollo de la acuicultura [4] en el 2024.

La modelación de crecimiento de plantas se distingue en tres tipos: empíricos, mecanicistas y teleonómicos; en el caso de las lechugas se han generado modelos para cultivos en invernadero documentados desde 1981, entre los cuales están el modelo Sweeney en 1981 en Inglaterra, el modelo Henten y validado por Henten y Straten en 1994 en Holanda, revalidado por Ramíez en 2001, Seginer trabajo el modelo NICOLET que incluye el estudio del balance de carbono y algunas modificaciones más recientes con Loolovich en 2002 y López en 2003 [3], estos modelos son de tipo mecanicistas que contemplan en general variables como el contenido de nitratos, peso fresco y peso seco, y parámetros como la temperatura y la intensidad lumínica, área foliar y número de hojas, se distinguen por ser explicativos.

El Laboratorio Experimental de Sistemas Tecnológicos Orientados a Modelos Acuapónicos (LESTOMA) es un modelo único de acuicultura desarrollado en la Universidad de Cundinamarca extensión Facatativá, donde se estudiaron el crecimiento de Lechugas en 2 variedades, así mismo, se desarrolló un software que permite la captura y visualización de variables y parámetros significativos, a partir de los cuales, se obtienen 2 modelos de crecimiento de las plantas.

En el caso de los peces se encuentran variables como el ph, la temperatura, la cantidad de alimentación, el oxígeno disuelto DBO y la conductividad que se registraron de forma manual

#### **Análisis de datos: Métodos y Materiales**

El presente estudio se realizó en el laboratorio Experimental la Universidad de Cundinamarca extensión Facatativá en el Laboratorio Experimental LESTOMA, asociado al programa de Ingenierías de Sistemas y Computación y el programa de Ingeniería Agronómica. La temperatura promedio de la zona es de 17 grados Celsius, una altura de 2750 msnm.

Se cultivan las plántulas de aproximadamente un mes, las variables tomadas fueron el área foliar (con regla o similar) y el número de hojas sin tener en cuenta las

centrales que son muy pequeñas, las mediciones son manuales cada 8 días durante 6 semanas entre las 8 am y las 10 am, se cultivaron 32 plántulas de lechuga en variedades 16 crespa y 16 lisa, y en 2 tipos de sustrato tierra y agua (cultivo hidropónico), se realiza aplicación de nutrientes de forma foliar de Crecer 500 y se realiza control de insectos con un compuesto de ... se toman las plantas centrales,



Figura 1: Cultivo de Lechugas en Lestoma

#### **1) Procedimiento y Análisis:**

#### **Etapas de un problema de *machine learning***

- Definir el problema: ¿Qué se pretende predecir? ¿De qué datos se dispone? o ¿Qué datos es necesario conseguir?
- Explorar y entender los datos que se van a emplear para crear el modelo.
- Métrica de éxito: definir una forma apropiada de cuantificar cómo de buenos son los resultados obtenidos.
- Preparar la estrategia para evaluar el modelo: separar las observaciones en un conjunto de entrenamiento, un conjunto de validación (o validación cruzada) y un conjunto de test. Es muy importante asegurar que ninguna información del conjunto de test participa

en el proceso de entrenamiento del modelo.

- Preprocesar los datos: aplicar las transformaciones necesarias para que los datos puedan ser interpretados por el algoritmo de *machine learning* seleccionado.
- Ajustar un primer modelo capaz de superar unos resultados mínimos. Por ejemplo, en problemas de clasificación, el mínimo a superar es el porcentaje de la clase mayoritaria (la moda). En un modelo de regresión, la media de la variable respuesta.
- Gradualmente, mejorar el modelo incorporando-creando nuevas variables u optimizando los hiperparámetros.
- Evaluar la capacidad del modelo final con el conjunto de test para tener una estimación de la capacidad que tiene el modelo cuando predice nuevas observaciones.
- Entrenar el modelo final con todos los datos disponibles.

El modelo que se contempla es de tipo empírico y el análisis es descriptivo, se realizan las correlaciones entre las variables, tomando como parámetro el tiempo.

El primer modelo para ajustar es una regresión polinómica de tipo:

$$y = ax + bx^2 + cx^3 + \dots + . \quad (1)$$

El segundo modelo es una regresión exponencial de tipo:

$$y = k_1 e^x. \quad (2)$$

Los datos tienen un proceso de limpieza y transformación ya que el análisis se realiza por medio de Python. Se ajusta por medio de regresión lineal a la ecuación logística, regresión polinómica y exponencial. Para la validación se calculan el error medio absoluto (Mean Absolute Error o MAE) y el Error Cuadrático Medio (Mean Square Differences o MSD), también el coeficiente de determinación con la siguiente ecuación:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=0}^{n-1} (y_i - f(x_i))^2}{\sum_{i=0}^{n-1} (y_i - \bar{y})^2}$$

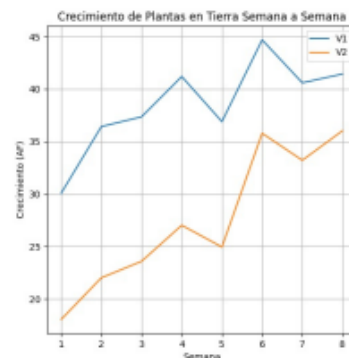
Donde  $f(x_i)$  es la predicción del regresor para la muestra  $x_i$ .

#### A. Resultados: Generación de Modelos matemáticos para la producción

Para abordar el estudio del modelo matemático se realizan las gráficas de correlación de Pearson para el área foliar y el número de hojas, se evidencia un factor por debajo de 0.5, no es significativo. Se evidencia además la variedad 1 lechuga crespa con menor valor en el función del número de hojas, y en la variedad 2 lechuga lisa valores muy superiores.

#### Graficas de Correlaciones

El estudio se encuentra que el crecimiento es significativamente mayor en el sustrato hidropónico, esto se evidencia en las figuras, el modelo que corresponde es:



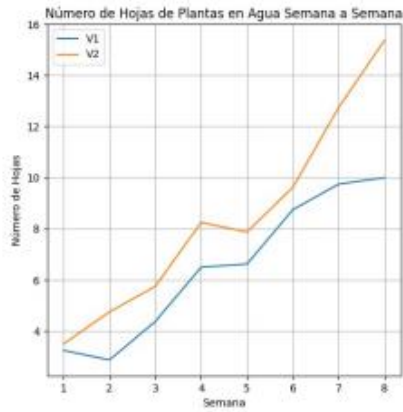


Fig 2 correlacion entre área foliar y No hojas para sustrato hidropónico



A partir de los datos de Area foliar obtenidos en la primera siembra se evidencia el crecimiento acelerado la variable 1 con un porcentaje de diferencia de---

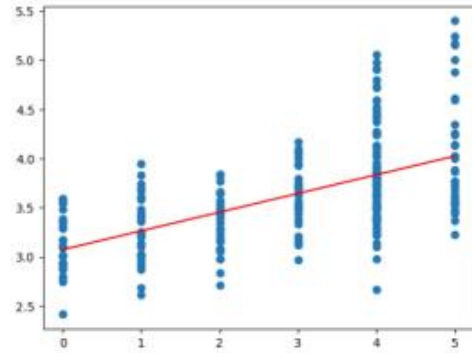


Figura:

El ajuste se realiza por medio del software Python usando modelos de machine learning, el modelo obtenido después de la regresión lineal por medio de la librería sciciti es

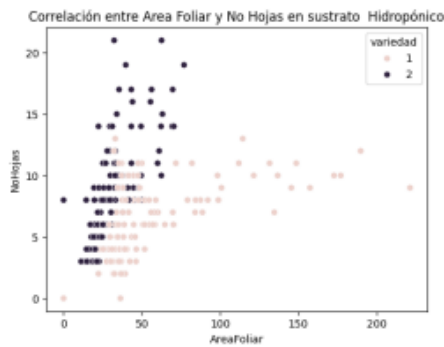
$$y = kexp(ax)$$

$$AreaFoliar = 1.12exp(0.19 t)$$

Con un valor de correlación de Pearson de 0,47 y un  $R^2$  igual a 0,34. El valor de es de

Figura: se debe mantener dentro de un área de impresión de 17,5 cm de ancho por 23 cm de alto

Modelos



Se evidencia en la figura el contraste entre las variedades hidropónica y tierra, mientras en el hidropónico el área foliar es significativamente mayor por encima de 150, el número de hojas es menor por debajo de 15 y caso contrario en el sustrato tierra, el área foliar es por debajo de 100 cm cuadrados y el No hojas es mayor a 20.

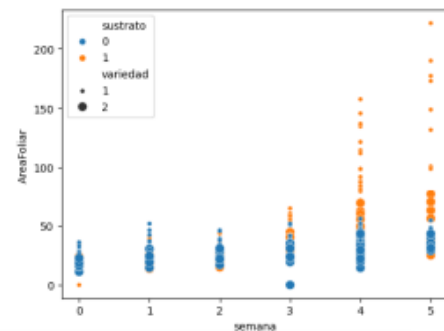
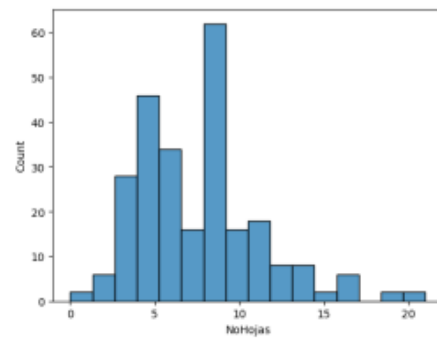
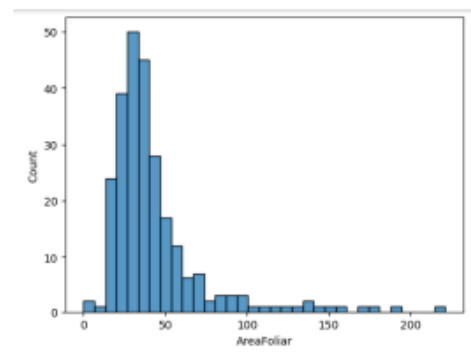


Figura: comparación de parámetros variedad, sustrato

Los datos del sustrato 1 hidropónico se evidencia significativamente mayor, implica que productivamente las lechugas son más grandes en su área foliar, no se toma en cuenta aquí otras variables como el color o número de hojas.



(a) Histograma



(b)

Figura: Histogramas de área foliar y número de hojas. Primera siembra.

La figura muestra la diferencia entre las distribuciones de los datos en donde el área foliar se encuentra mayor densidad cerca de los 50 cm cuadrados y valores atípicos en 200 cm cuadrados, en relación con el número de hojas que se evidencia mas normalizada entre 5 y 10 hojas por planta al final del proceso. En la parte productiva esto implica mejores resultados por su peso final.

## B. Herramientas de software para estimar crecimiento de lechuga

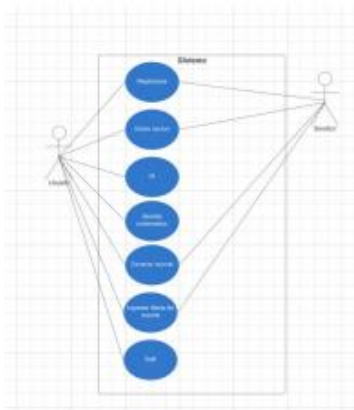
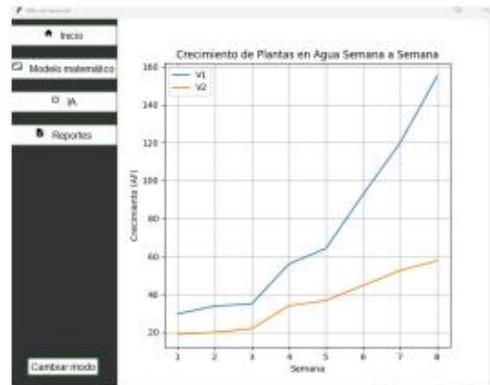


Fig casos de uso



Fig Menu Inicial

Se incluye el software que se esta desarrollando y los pantallazos de el mismo, también se habla un poco de la base de datos y parámetros técnicos de los mismos, se pueden incluir los diagramas de caso de uso u otros



## C. Reflexiones y Discusión

Se realiza en este caso el análisis estadístico, se toma el modelo logístico para generar las aproximaciones de crecimiento

## D. Conclusiones

## E. Agradecimientos

## F. Bibliografía o referencias

- [ «Organización de las Naciones Unidad para la Pesca y la
- 1 Acuicultura,» FAO, 2024. [En línea]. Available:
- ] [https://firms.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=countrysector&xml=naso\\_colombia.xml&lang=es](https://firms.fao.org/fi/website/FIRetrieveAction.do?dom=countrysector&xml=naso_colombia.xml&lang=es). [Último acceso: 15 07 2024].
  
- [ DANE, «Ministerio de Agricultura,» Min Agricultura, 2023. [En
- 2 línea]. Available:
- ] <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/M%C3%A1s-de-232-mil-personas-de-zonas-rurales-salieron-de-la-pobreza-en-el-%C3%BAltimo-a%C3%B1o.aspx>. [Último acceso: 2024].
  
- [ A. R.-A. A. R.-A. I. L. López-Cruz, «Modelos matemáticos de
- 3 hortalizas en invernadero: trascendiendo la contemplación de la
- ] dinámica de cultivos,» REVISTA CHAPINGO SERIE
- HORTICULTURA, vol. 11, n° 2, pp. 257-267, 2005.
  
- [ «sioc,» Ministerio de Agricultura, 2024. [En línea]. Available:
- 4 <https://sioc.minagricultura.gov.co/Acuicultura/Pages/default.aspx>.
- ] [Último acceso: 17 07 2024].
  
- [ p. perez, «guia academica,» revista titulo, vol. uno, n° uno, p. 100,
- 5 2024.
- ] ]

## 11.4 CERTIFICACIONES PONENCIAS Y ARTÍCULOS



Lima 12 de agosto de 2024.

Estimadas:

Andres Felipe Porras Garzon; Angelica Bravo Bohórquez; Jaime Eduardo Andrade Ramírez

Reciban un cordial saludo. Sirva la presente para informarles que la ponencia de su autoría titulada **“Prototipo de un aplicativo de escritorio para la gestión y monitoreo en sistemas hidropónicos”**, identificada con el código “02-015” ha sido **aprobada en revisión de pares** para su presentación en el 2do Congreso Internacional de Investigación e Innovación (CINIIN 2024), lo cual confirma su participación como **ponente** en nuestro evento, en la modalidad virtual.

Les recordamos que el Congreso tendrá una sesión presencial en el Campus UCAL en Lima-Perú el día jueves 24 de octubre de 2:00 a 6:00 p.m. El evento se transmitirá desde nuestra plataforma para quienes no puedan asistir presencialmente. Las ponencias serán presentadas en las sesiones virtuales del evento, las cuales se realizarán el viernes 25 de octubre en la mañana y en la tarde. Todos los detalles y la programación se harán públicos oportunamente en la página <https://live.eventtia.com/es/ciniin-2024>

Para prevenir cualquier eventualidad que impida su participación como ponente y garantizar su inclusión en las memorias del evento, deberá enviar un correo electrónico con el link del video de su ponencia a su coordinador/a de mesa del 30-08 al 15-09 de 2024. Este video solo se usará en caso de estricta emergencia, ya que las presentaciones se harán en la modalidad sincrónica. Este video deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Duración 15-20 minutos.
- Deberá estar alojado en YouTube en modo 'no listado' o en un drive desde el cual se pueda visualizar y escuchar.
- Debe verse tanto la presentación como el rostro del ponente. El audio debe ser de calidad.
- Es obligatorio el uso de la plantilla del congreso para las diapositivas de su presentación. Puede **descargarla [aquí](#)**.
- En los trabajos en coautoría, podrán exponer hasta dos autores, pero el total de la presentación no podrá exceder 20 minutos.

Sin otro particular y agradeciendo su valiosa participación en este compartir de saberes y experiencias, me despido en nombre del Comité Académico.

Atentamente,

Dra. Beni Perdomo  
Directora de Investigación UCAL  
[ciniin@ucal.edu.pe](mailto:ciniin@ucal.edu.pe)

Andrés Acosta A.  
Jefe del Centro de Investigación  
De la Creatividad (UCAL)



# UNIVERSIDAD INCCA DE COLOMBIA

Reconocimiento como Universidad: Decreto Ejecutivo No. 687 del 6 de mayo de 1970  
Personería Jurídica: Resolución Ministerial No. 1891 del 19 de junio de 1963  
Vigilada Mineducación



CERTIFICA QUE:

**Andres Felipe Porras Garzón**

Identificado(a) con C.C. No. 1000687581

Participó como **Ponente** en el evento:

**V Congreso Internacional de Ciencia, Tecnología E  
Innovación Para El Desarrollo Sustentable**

Realizado el 22 y 23 de mayo del 2024

31 de mayo de 2024  
Bogotá, D.C., Colombia

*Santiago Sepúlveda C.*

SANTIAGO SEPÚLVEDA CARDONA  
VICERRECTOR GENERAL



*Laura Milena Villar Piraquive*

LAURA MILENA VILLAR PIRAQUIVE  
SECRETARIA GENERAL

"El presente documento se expide por única vez y certifica Educación Continua no formal, que no certifica aptitudes, saberes y no conduce a la obtención de un título"

## CERTIFICADO REVISIÓN CAPÍTULO DE LIBRO DE INVESTIGACIÓN

*La Editorial Universidad Incca y la Dirección de Investigación hacen constar que:*

El capítulo titulado “*Prototipo Deep Learning para identificación de insectos en sistemas acuapónicos.*” presentado por *Andrés Felipe Porras Garzón, Jaime Eduardo Andrade Ramírez y Angelica Bravo Bohórquez* se encuentra en proceso de revisión por los pares evaluadores, una vez se culmine este proceso, el capítulo será publicado en el Libro de Investigación del *V Congreso de Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo sustentable* de la Editorial Universidad Incca.

Se expide como constancia del proceso editorial para los autores y para la Universidad Incca de Colombia.

Como constancia se firma en Bogotá el día 17 del mes de septiembre del 2024.

*Aldemar Mendoza*

ALDEMAR MENDOZA RAMÍREZ  
C.C. 1.003.196.781 de Bogotá  
Coordinador de Investigaciones – Dirección de Investigación  
[investigacion@unincca.edu.co](mailto:investigacion@unincca.edu.co)

San José de Cúcuta, 26 de agosto de 2024

Estimados Autores

ANDRES FELIPE PORRAS GARZON  
ANGELICA BRAVO BOHÓRQUEZ  
JAIME EDUARDO ANDRADE RAMÍREZ

Cordial saludo;

El Comité Organizador del evento **11ª SEMANA INTERNACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**, agradece su interés en participar en el **8º ENCUENTRO INTERINSTITUCIONAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN** un importante espacio de difusión científica, que se llevará a cabo los días 22 al 25 de octubre de 2024, en la ciudad de Cúcuta (Colombia), en la Universidad Francisco de Paula Santander, Avenida Gran Colombia 12E-96 Barrio Colsag. Por otra parte, nos permitimos comunicarles que luego de ser valorada la ponencia de su autoría titulada "**PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA LA GESTIÓN Y ANÁLISIS DE VARIABLES CRÍTICAS EN SISTEMAS ACUAPÓNICOS PARA ESTIMACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SUPERVISIÓN Y CONTROL**", el Comité Científico determinó **APROBAR** su presentación en **Modalidad oral virtual** en el área de conocimiento de **Ingeniería**, a la cual se le asignó el **ID S24411** considerando las siguientes observaciones:

*"Es un excelente trabajo, de importancia científica que aborda una temática interesante, novedosa y se ajusta a los criterios establecidos por el evento."*

Los autores interesados en someter a proceso de evaluación sus trabajos, pueden identificar la revista de interés de acuerdo con su área temática, elaborar el artículo científico y postularlo para evaluación en alguna de las revistas propuestas por el evento, teniendo en cuenta el enfoque y alcance de cada una de ellas. Los artículos sometidos estarán sujetos a las políticas editoriales de las revistas y este proceso será realizado por el Editor; la comunicación se realizará directamente entre la revista y el autor correspondiente de cada artículo. Información de revistas disponibles: [\(Haga clic aquí para ver las Revistas Vinculadas a la SICTel 2024\)](#).

**Nota1:** Si usted somete el artículo a publicación, deberá registrar el sometimiento a través del siguiente [Formulario Sometimiento de Artículo a Publicación SICTel 2024](#), con el objetivo de facilitar el seguimiento de los artículos asociados al evento por parte de los editores de las revistas vinculadas.

**Nota2:** Si no está interesado en el sometimiento del trabajo a una Revista, la publicación del resumen de la ponencia aprobada se realizará en las [Memorias del evento](#) con ISSN 2422-3115 (En línea), siempre y cuando lo haya aprobado en la inscripción.

Para lo anterior, es importante que tengan en cuenta las siguientes fechas:

**Fecha límite para registrar el pago:** 26 de septiembre de 2024 (sólo Externos)

**Fecha límite para remitir el video pregrabado o póster de la ponencia:** 07 de octubre de 2024

**Fecha límite para la postulación de artículos a revistas:** 18 de octubre de 2024

1. Los trabajos de instituciones Externas **Aceptados** deberán realizar el pago o descargar la factura a través del siguiente [Portal Acceso UFPS](#). **Nota 1:** Dirigirse en el menú a la opción de **Otros pagos** y seleccionar en la lista desplegable la opción de **Inscripción de Ponencia 8 Encuentro Interinstitucional de Semilleros de Investigación** por un valor de **\$30.000 COP**. **Nota 2:** El sistema estará habilitado el 26 de agosto de 2024.

2. Ingresar al siguiente enlace y **Registrar su pago** ([Haga clic aquí para diligenciar el Formulario de Registro Pago de Inscripción](#)) (Fecha límite para registrarlo **26 de septiembre de 2024**)

Es importante informar que los autores que participan solo en modalidad oral presencial y/o virtual de cada trabajo aprobado deberá enviar un **video pregrabado** de la **Presentación** a más tardar el día **lunes 07 de octubre de 2024** al formulario establecido a continuación, el cual quedará cargado en las memorias del [Canal de YouTube Ciencia, Tecnología e Innovación UFPS](#) (tenga en cuenta que el video **NO** se utilizará en sustitución de la presentación en vivo que deberá realizar el día y la hora que se le asignen) lo anterior de acuerdo con las siguientes indicaciones: utilizando el siguiente formato, el cual debe contener (título, introducción, objetivos, metodología, resultados, conclusiones y referencias). **Nota:** Descargarlo por medio de Archivo > Descargar > Microsoft PowerPoint.

[\(Formato de Diapositiva 8<sup>vo</sup> Encuentro Semilleros\)](#)

[\(Formato de presentación Póster\)](#)

- **Presentación en modalidad Oral Presencial y/o Virtual:** Enviar video con una duración de **máximo 10 minutos**, (no puede exceder el tiempo máximo), formato de video MP4, MPEG o MOV, en el video se debe visualizar el autor que participará en calidad de ponente y las diapositivas, en posición horizontal. Se sugiere evitar ruidos de fondo y verificar la calidad de la imagen y audio. El video se recepcionará a través del siguiente formulario que según corresponda:

[\(Haga clic aquí para la Recepción de Archivos Modalidad Oral 8<sup>vo</sup> EISI\)](#)

- **Presentación en modalidad Póster:** Las ponencias aprobadas en esta modalidad deben enviar solo el formato póster en PDF al siguiente formulario, los cuales se cargarán en la página web del evento.

[\(Haga clic aquí para la Recepción de Archivos Modalidad Póster 8<sup>vo</sup> EISI\)](#)

Las jornadas de presentación de ponencias tendrán una duración de **20 minutos** y se realizarán de manera híbrida, ponencias presenciales en las instalaciones de la institución y ponencias virtuales empleando Google Meet, los autores serán citados al auditorio y/o sala virtual correspondiente en la fecha y hora indicada en la [Programación del evento](#). Los autores deben presentarse en vivo durante la jornada y estar atentos a la sección de preguntas por parte de la audiencia.

Se solicita de manera respetuosa a los autores que presenten algún inconveniente o desistan de la participación en el evento, informar la novedad a más tardar el día **26 de septiembre de 2024** para actualización de la respectiva programación.

Gracias por su atención.

Cordialmente,





**CARLOS HUMBERTO FLÓREZ GÓNGORA**  
Vicerrector Asistente de Investigación y Extensión  
Semana Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación  
Universidad Francisco de Paula Santander  
Tel. (607) 5776655 Extensión 350  
Cúcuta, Norte de Santander, Colombia



San José de Cúcuta, 26 de agosto de 2024

Estimados Autores

ANDRES FELIPE PORRAS GARZON  
ANGELICA BRAVO BOHÓRQUEZ  
JAIME EDUARDO ANDRADE RAMÍREZ

Cordial saludo;

El Comité Organizador del evento **11ª SEMANA INTERNACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**, agradece su interés en participar en este importante espacio de difusión científica, que se llevará a cabo los días 22 al 25 de octubre de 2024, en la ciudad de Cúcuta (Colombia), en la Universidad Francisco de Paula Santander, Avenida Gran Colombia 12E-96 Barrio Colsag. Por otra parte, nos permitimos comunicarles que luego de ser valorada la ponencia de su autoría titulada **"PROTOTIPO DE APLICATIVO DE ESCRITORIO PARA LA GESTIÓN, IDENTIFICACIÓN DE PLAGAS Y ESTIMACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS EN SISTEMAS HIDROPÓNICOS"**, el Comité Científico determinó **APROBAR** su presentación en **Modalidad oral virtual** en el área de conocimiento de **Ingeniería**, a la cual se le asignó el **ID G24467** considerando las siguientes observaciones:

*"Es un excelente trabajo, de importancia científica que aborda una temática interesante, novedosa y se ajusta a los criterios establecidos por el evento."*

Los autores interesados en someter a proceso de evaluación sus trabajos, pueden identificar la revista de interés de acuerdo con su área temática, elaborar el artículo científico y postularlo para evaluación en alguna de las revistas propuestas por el evento, teniendo en cuenta el enfoque y alcance de cada una de ellas. Los artículos sometidos estarán sujetos a las políticas editoriales de las revistas y este proceso será realizado por el Editor; la comunicación se realizará directamente entre la revista y el autor correspondiente de cada artículo. Información de revistas disponibles: ([Haga clic aquí para ver las Revistas Vinculadas a la SICTel 2024](#)).

**Nota 1:** Si usted somete el artículo a publicación, deberá registrar el sometimiento a través del siguiente [Formulario Sometimiento de Artículo a Publicación SICTel 2024](#), con el objetivo de facilitar el seguimiento de los artículos asociados al evento por parte de los editores de las revistas vinculadas.

**Nota 2:** Si no está interesado en el sometimiento del trabajo a una Revista, la publicación del resumen de la ponencia aprobada se realizará en las [Memorias del evento](#) con ISSN 2422-3115 (En línea), siempre y cuando lo haya aprobado en la inscripción.

Para lo anterior, es importante que tengan en cuenta las siguientes fechas:

**Fecha límite para registrar el pago:** 26 de septiembre de 2024

**Fecha límite para remitir el video pregrabado o póster de la ponencia:** 07 de octubre de 2024

**Fecha límite para la postulación de artículos a revistas:** 18 de octubre de 2024

1. Los trabajos **Aceptados** deberán realizar el pago o descargar la factura a través del siguiente [Portal Acceso UFPS](#). **Nota 1:** Dirigirse en el menú a la opción de **Otros pagos** y seleccionar en la lista desplegable la opción de **Inscripción de Ponencia 11 Semana Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación** por un valor de **\$120.000 COP**. **Nota 2:** El sistema estará habilitado el 26 de agosto de 2024.
2. Ingresar al siguiente enlace y **Registrar su pago** ([Haga clic aquí para diligenciar el Formulario de Registro Pago de Inscripción](#)) (Fecha límite para registrarlo **26 de septiembre de 2024**)

Es importante informar que los autores que participan solo en modalidad oral presencial y/o virtual de cada trabajo aprobado deberá enviar un **video pregrabado** de la **Presentación** a más tardar el día **lunes 07 de octubre de 2024** al formulario establecido a continuación, el cual quedará cargado en las memorias del [Canal de YouTube Ciencia, Tecnología e Innovación UFPS](#) (tenga en cuenta que el video **NO** se utilizará en sustitución de la presentación en vivo que deberá realizar el día y la hora que se le asignen) lo anterior de acuerdo con las siguientes indicaciones: utilizando el siguiente formato, el cual debe contener (título, introducción, objetivos, metodología, resultados, conclusiones y referencias). **Nota:** Descargarlo por medio de Archivo > Descargar > Microsoft PowerPoint.

[\(Formato de Diapositiva 11ª Semana Internacional\)](#)

[\(Formato de presentación Póster\)](#)

- **Presentación en modalidad Oral Presencial y/o Virtual:** Enviar video con una duración de **máximo 10 minutos**, (no puede exceder el tiempo máximo), formato de video MP4, MPEG o MOV, en el video se debe visualizar el autor que participará en calidad de ponente y las diapositivas, en posición horizontal. Se sugiere evitar ruidos de fondo y verificar la calidad de la imagen y audio. El video se recepcionará a través del siguiente formulario que según corresponda:

[\(Haga clic aquí para la Recepción de Archivos Modalidad Oral 11ª SICTel\)](#)

- **Presentación en modalidad Póster:** Las ponencias aprobadas en esta modalidad deben enviar solo el formato póster en PDF al siguiente formulario, los cuales se cargarán en la página web del evento.

[\(Haga clic aquí para la Recepción de Archivos Modalidad Póster 11ª SICTel\)](#)

Las jornadas de presentación de ponencias tendrán una duración de **20 minutos** y se realizarán de manera híbrida, ponencias presenciales en las instalaciones de la institución y ponencias virtuales empleando Google Meet, los autores serán citados al auditorio y/o sala virtual correspondiente en la fecha y hora indicada en la [Programación del evento](#). Los autores deben presentarse en vivo durante la jornada y estar atentos a la sección de preguntas por parte de la audiencia.

Se solicita de manera respetuosa a los autores que presenten algún inconveniente o desistan de la participación en el evento, informar la novedad a más tardar el día **26 de septiembre de 2024** para actualización de la respectiva programación.

Gracias por su atención.

Cordialmente,



  
**CARLOS HUMBERTO FLÓREZ GÓNGORA**  
Vicerrector Asistente de Investigación y Extensión  
Semana Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación  
Universidad Francisco de Paula Santander  
Tel. (607) 5776655 Extensión 350  
Cúcuta, Norte de Santander, Colombia

