



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS COMPUTACIONALES

**“REVISIÓN SISTEMÁTICA DE S.O IOT AGRÍCOLAS: UN CASO PRÁCTICO EN
UNA EMPRESA FLORÍCOLA DE COTOPAXI”.**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero en Informática y
Sistemas Computacionales

Autores:

Vilca Iza Rosa Fernanda

Zambrano Verduga Daniela Mercedes

Tutor Académico:

Ing. Karla Cantuña

LATACUNGA-ECUADOR

2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Vilca Iza Rosa Fernanda** con C.I.: **050423242-2** y **Zambrano Verduga Daniela Mercedes** con C.I.: **131646650-5**, declaramos ser los autores del presente proyecto de Investigación: **“REVISIÓN SISTEMÁTICA DE S.O IOT AGRÍCOLAS: UN CASO PRÁCTICO EN UNA EMPRESA FLORÍCOLA DE COTOPAXI”**, siendo la Ing. Mg. Karla Susana Cantuña Flores, tutora del presente trabajo, eximio expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Atentamente,

Vilca Iza Rosa Fernanda

C.I.: 050423242-2

Zambrano Verduga Daniela Mercedes

C.I.: 131646650-5



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación con el título:

“REVISIÓN SISTEMÁTICA DE S.O IOT AGRÍCOLAS: UN CASO PRÁCTICO EN UNA EMPRESA FLORÍCOLA DE COTOPAXI”, de los estudiantes: **Vilca Iza Rosa Fernanda** y **Zambrano Verduga Daniela Mercedes** de la Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Vaglidación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 30 agosto 2022

Ing. Mg. Karla Susana Cantuña Flores

C.I: 050230511-3



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, los postulantes: **VILCA IZA ROSA FERNANDA Y ZAMBRANO VERDUGA DANIELA MERCEDES**, con el título del proyecto de investigación: **“REVISIÓN SISTEMÁTICA DE S.O IOT AGRÍCOLAS: UN CASO PRÁCTICO EN UNA EMPRESA FLORÍCOLA DE COTOPAXI”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 30 agosto 2022

Mg. Martínez Freire Maira Natalia

C.I: 1712507761

Mg. Villa Quishpe Manuel William

C.I.: 1803386950

Mg. Iza Carate Miryan Dorila

C.I:0501957617

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme salud y vida para poder culminar un sueño y una etapa más en mi vida, por haberme permitido conocer amistades verdaderas.

Agradezco a mis padres Luis Alfredo y Rosa María quienes siempre velaran por mí, por brindarme el apoyo y la confianza en todo el trayecto del camino que me ha llevado alcanzar a mi objetivo.

Agradezco a mis hermanos y hermanas, por su aliento para seguir adelante, brindándome la comprensión y el sacrificio que han asumido para apoyar de manera incondicional en cada paso y en cada desafío.

Agradezco mi amiga Daniela por su dedicación y entusiasmo plasmado en este proyecto y por estos 5 años de amistad.

Fernanda.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme culminar una etapa más de mi vida, por darme fuerzas y salud.

Agradezco a mis padres Lupe Verduga Y José Leonardo que siempre me han apoyado y creído en mí, a mis hermanos José Manuel, Steven, Ignacio y Evelyn por estar a mi lado dándome apoyo y sobre todo a mi hijo Anthony que ha sido mi fortaleza para seguir adelante. A mi tía Vanessa y mi abuela Josefina que de alguna u otra forma siempre me dieron sus consejos de amor y apoyo.

Agradezco a mi amiga Fernanda por su amistad y que juntas pudimos sacar adelante esta tesis. A Mauricio Toalombo que también fue mi apoyo en momentos difíciles y en los buenos también en este proceso.

Agradezco a mi Tutora Académica Ing. Karla Cantuña que con su guía nos ayudó en nuestras dudas y nos dirigió con paciencia.

Daniela

DEDICTORIA

Este proyecto de Titulación dedico a Dios por su infinita bondad, por colmar de bendiciones para llegar hasta donde he llegado, y brindarme sabiduría para seguir el buen camino, a mi familia, especialmente a mis padres para ustedes que hicieron todo en la vida para que yo lograra mis sueños, por motivarme y darme siempre sus buenos consejos.

A mis hermanos y hermanas por ser el incentivo para seguir adelante. A mis sobrinos y sobrinas quienes han sido una de mis motivaciones, inspiraciones felicidad. A todas las personas a mi alrededor que de una u otra manera estuvieron conmigo brindándome su ayuda y apoyo moral.

Fernanda.

DEDICTORIA

A mi familia le dedico esta nueva etapa de mi vida porque gracias a ellos esto hoy es posible. A mi Madre Lupe Verduga y a mi padre José Zambrano que han sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mi hijo por ser la persona más importante en mi vida y que ha sido el más afectado debido a mi ausencia por culminar con este sueño. Y que es para él y por él.

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Daniela Zambrano.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

Tema: “REVISIÓN SISTEMÁTICA DE S.O IOT AGRÍCOLAS: UN CASO PRÁCTICO EN UNA EMPRESA FLORÍCOLA DE COTOPAXI”.

Autores: Rosa Fernanda Vilca Iza; Daniela Mercedes Zambrano Verduga.

Tutor Académico: Ing. Karla Cantuña Flores

RESUMEN

En la actualidad la agricultura se ha visto afectada productivamente debido a los diferentes factores climáticos, o a su vez por el manejo de la agricultura tradicional considerando que el uso de la tecnología puede ayudar a automatizar los procesos de cultivo. Esta investigación está orientada a realizar una revisión sistemática acerca de los sistemas operativos IoT a través de un caso práctico aplicado al “Invernadero Alexander” de la provincia de Cotopaxi. Para la elaboración de esta revisión sistemática se empleó la metodología de Bárbara Kitchenham, en donde, se identificaron un total de 165 artículos en base a la literatura sobre sistemas operativos IoT en el sector agrícola de las bases de datos digitales: IEEE Xplore, Scopus, Web Science y Google Académico y tras seguir el protocolo de revisión de esta metodología, estos se redujeron a 17 artículos. Además, para la construcción del prototipo se emplearon dos sistemas operativos de IoT de código abierto como el FreeRTOS y RIOT, un módulo ESP32, microordenador Raspberry Pi 3, sensores de humedad y temperatura para la captura de los datos. Finalmente, se realizó una comparación entre los sistemas operativos FreeRTOS y RIOT, en donde, se optó por FreeRTOS ya que cuenta con una interfaz independiente de otras aplicaciones y a su vez permite planificar los tiempos de ejecución y tareas concurrentes, de tal manera, que se mejoró el proceso de cultivo midiendo la humedad del suelo en tiempo real, obteniendo así la satisfacción de los clientes del invernadero.

Palabras claves: Agricultura, IoT, invernadero, prototipo, revisión sistemática.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

Topic: "SYSTEMATIC REVIEW OF AGRICULTURAL IOT S.O: A PRACTICAL CASE IN A FLOWER COMPANY IN COTOPAXI".

Authors: Rosa Fernanda Vilca Iza; Daniela Mercedes Zambrano Verduga.

Academic Tutor: Ing. Karla Cantuña Flores

ABSTRACT

At present, agriculture has been productively affected due to different climatic factors, or in turn due to the management of traditional agriculture, considering that the use of technology can help automate cultivation processes. This research is aimed at conducting a systematic review of IoT operating systems through a practical case applied to the "Alexander Greenhouse" in the province of Cotopaxi. For the preparation of this systematic review, the methodology of Bárbara Kitchenham was used, where a total of 165 articles were identified based on the literature on IoT operating systems in the agricultural sector of digital databases: IEEE Xplore, Scopus, Web Science and Google Scholar and after following the review protocol of this methodology, these were reduced to 17 articles. In addition, for the construction of the prototype, two open source IoT operating systems such as FreeRTOS and RIOT, an ESP32 module, a Raspberry Pi 3 microcomputer, humidity and temperature sensors were used to capture the data. Finally, a comparison was made between the FreeRTOS and RIOT operating systems, where FreeRTOS was chosen since it has an independent interface from other applications and, in turn, allows planning execution times and concurrent tasks, in such a way that improved the cultivation process by measuring soil moisture in real time, thus obtaining the satisfaction of greenhouse customers.

Keywords: Agriculture, IoT, greenhouse, prototype, systematic review.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“REVISIÓN SISTEMÁTICA DE S.O IOT AGRÍCOLAS: UN CASO PRÁCTICO EN UNA EMPRESA FLORÍCOLA DE COTOPAXI, PERIODO 2022”** presentado por: **Vilca Iza Rosa Fernanda y Zambrano Verduga Daniela Mercedes**, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales pertenecientes a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, septiembre del 2022

Atentamente,


Mg. María Fernanda Aguaiza Iza
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 050345849-9



CENTRO
DE IDIOMAS

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	I
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN	III
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	x
ÍNDICE DE CONTENIDO	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XVII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIX
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. RESUMEN	2
2.2. EL PROBLEMA	3
2.2.1. Planteamiento del Problema	3
2.2.2. Formulación del problema.....	4
2.3. BENEFICIARIOS	4
2.3.1. Beneficiarios directos	4
2.3.2. Beneficiarios indirectos	4
2.4. JUSTIFICACIÓN.....	4
2.5. HIPÓTESIS	5
2.6. OBJETIVOS.....	5
2.6.1. Objetivo general	5
2.6.2. Objetivos específicos.....	5
2.7. SISTEMA DE TAREAS	6
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7

3.1.	ANTECEDENTES	7
3.2.	MARCO CONCEPTUAL REFERENCIAL	8
3.2.1.	Revisión sistemática de Literatura.....	8
3.2.1.1.	Plantear la pregunta de investigación	9
3.2.1.2.	Localización de estudios.....	9
3.2.1.3.	Evaluación de los estudios.....	9
3.2.2.	IoT	9
3.2.2.1.	Definición	9
3.2.2.2.	Objetivo del IoT	10
3.2.2.3.	Importancia del IoT	10
3.2.2.4.	Arquitectura	11
3.2.2.5.	Principales componentes del IoT.....	11
3.2.2.6.	Tecnologías: dispositivos y redes utilizadas en IoT	12
3.2.2.7.	Teoría de componentes	13
3.2.2.8.	Arquitectura	14
3.2.2.9.	Plataformas	17
3.2.2.10.	Fuente conmutada tipo “step-down”	19
3.2.3.	Sistemas Operativos IoT.....	23
3.2.3.1.	Definición	23
3.2.3.2.	Antroid things.....	23
3.2.3.3.	Contiki	24
3.2.3.4.	RIOT.....	25
3.2.3.5.	FreeRTOS.....	26
3.2.4.	Aplicaciones del IoT.....	26

3.2.4.1.	Sector Salud.....	26
3.2.4.2.	Sector comercial	27
3.2.4.3.	Sector empresarial e industrial	27
3.2.4.4.	Sector transporte y logística	27
3.2.4.5.	Sector agricultor	27
3.2.5.	Agricultura.....	28
3.2.5.1.	Agricultura en relación con el IoT.....	28
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	29
4.1.	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	29
4.1.1.	Enfoques de Investigación.....	29
4.1.1.1.	Cualitativo	29
4.1.1.2.	Cuantitativo	29
4.1.2.	Tipos de Investigación.....	29
4.1.2.1.	Investigación bibliográfica	29
4.1.2.2.	Investigación de campo	30
4.1.3.	Nivel de Investigación.....	30
4.1.3.1.	Investigación Exploratoria.....	30
4.1.3.2.	Investigación Descriptiva	30
4.1.4.	Métodos teóricos	30
4.1.4.1.	Método analítico.....	30
4.1.4.2.	Método Hipotético.....	30
4.1.5.	Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos.....	30
4.1.5.1.	Bibliográfica	31
4.1.5.2.	Entrevista.....	31
4.1.6.	Técnicas para el análisis de datos.....	31

4.2.	METODOLOGÍA DE BARBARA KITCHENHAM	31
4.2.1.	Fase de Planeación de la revisión	31
4.2.2.	Fase de realización de la revisión	32
4.2.3.	Fase de reporte de la revisión	33
4.3.	DESARROLLO DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA	33
4.3.1.	Fase de Planeación de la revisión	33
4.3.1.1.	Identificación de la necesidad de una revisión	33
4.3.1.2.	Preguntas de investigación	35
4.3.1.3.	Estructura de las preguntas	35
4.3.1.4.	Protocolo de búsqueda.....	36
4.3.2.	Fase de Realización de la revisión.....	38
4.3.2.1.	Identificación de la investigación.....	38
4.3.2.2.	Selección de estudios primarios	41
4.3.2.3.	Evaluación de calidad de los Estudios.....	56
4.3.2.4.	Extracción de datos.....	59
4.3.2.5.	Sintetizar Datos	60
4.3.2.6.	Fase de Informe	69
4.4.	DESARROLLO DEL PROTOTIPO CON LAS PRÁCTICAS ÁGILES DE KANBAN	70
4.4.1.1.	Entrevista.....	70
4.4.1.2.	Materiales	71
4.4.1.3.	Recursos Humanos	71
4.4.2.	Funcionamiento del Prototipo	73
4.4.2.1.	Arquitectura del prototipo	73
4.4.2.2.	Nodo Recolector (Modulo Wifi ESP32)	74

4.4.2.3.	Diseño de Conexión del prototipo	74
4.4.3.	Instalación de sistemas operativos.....	74
4.4.3.1.	Instalación Sistema operativo FreeRTOS.....	74
4.4.3.2.	Instalación de s.o Raspberry	80
4.4.4.	Creación de una cuenta en la plataforma Ubidots	83
4.4.5.	Medir la humedad.....	86
4.4.6.	Análisis de los resultados	86
4.5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	88
4.5.1.	Resultados de la Revisión Sistemática	88
4.5.1.1.	Protocolo de búsqueda.....	88
4.5.2.	Resultado de la construcción del prototipo.....	91
4.5.2.1.	Tabla comparativa	91
4.6.	EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA	93
4.6.1.	Técnico	93
4.6.2.	Ambiental	93
4.6.3.	Económico	94
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
5.1.	CONCLUSIONES.....	94
5.2.	RECOMENDACIONES	94
5.3.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	95
6.	BIBLIOGRAFÍA	96
7.	ANEXO	103
7.1.	Informe de plagio.....	104
7.1.1.	Hoja de vida del investigador 1	105
7.1.2.	Hoja de vida del investigador 2	106

7.2.	Fase de Realización de la revisión.....	107
7.2.1.	Proceso de búsqueda.....	118
7.2.2.	Formularios para la extracción de datos de los 17 artículos seleccionados.....	119
7.3.	Solicitud de ingreso a los invernaderos "Rosas ALEXANDER".....	136
7.4.	Solicitud de aceptación por parte de invernaderos "Rosas ALEXANDER".....	137
7.5.	Entrevista.....	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Modulo Wifi ESP8266 [16]	13
Figura 3.2. Sensor de humedad y temperatura DHT11 [19]	15
Figura 3.3. Chips de la familia ESP32[21].....	16
Figura 3.4. Nomenclatura de los chips[21].....	17
Figura 3.5. Logo Ubidots [22].....	18
Figura 3.6. Funcionamiento protocolo MQTT[23]	19
Figura 3.7. Fuente conmutada tipo “step-down”[24]	20
Figura 3.8. Convertidor conmutado DC/DC[24].....	20
Figura 3.9. Raspberry Pi [25]	21
Figura 3.10. Modelos de cables USB[26]	22
Figura 3.11. Logo [30].....	23
Figura 3.12. Contiki[30].....	24
Figura 3.13. Google Brillo [30].....	25
Figura 3.14. Riot [30]	25
Figura 4.1. Resultado de cada base de dato digital, dando un total de 165 artículos.	42
Figura 4.2. Resultado de los artículos eliminados por estar duplicados.	45
Figura 4.3. Artículos excluidos.	53
Figura 4.4. Artículos incluidos en las bases de datos Scopus y IEEE Xplore.....	55
Figura 4.5. Documentos en el gestor bibliográfico Mendeley.	60
Figura 4.6. Grafica de los documentos seleccionados en las bases de datos digitales.	61
Figura 4.7. Estudios incluidos por año.	62
Figura 4.8. Arquitectura del prototipo simulado en tinkercad por los investigadores.....	73
Figura 4.9. Simulación del prototipo con sus respectivas herramientas.....	74
Figura 4.10. Instalación de software de arduino para ello en todas las interfaces hay que hacer clic en siguiente.	75
Figura 4.11. Después de haber completado la instalación, se visualiza una interfaz haciendo clic en finalizar.	75
Figura 4.12. Abriendo el software de arduino, siendo su interacción con el usuario fácil de usar.	76

Figura 4.13. Para instar librerías, seleccionamos la opción Programa, incluir librería, administrar Bibliotecas.	76
Figura 4.14 .Ingresamos en la barra de búsqueda la librería FreeRTOS.....	77
Figura 4.15 .Ubicamos la versión de la librería FreeRTOS y Clic en instalar.	77
Figura 4.16. Visualización de su instalación.	78
Figura 4.17. Ingreso de la librería para la conexión con la plataforma de ubidots en tiempo real.	78
Figura 4.18. Declaración de variables de humedad.....	79
Figura 4.19 .Ingreso d de la red de wifi y su contraseña.	79
Figura 4.20. Definición de tiempo para la lectura de datos.....	79
Figura 4.21. Seleccionamos para que sistema operativo se va a instalar.	80
Figura 4.22. ejecucion e instalaciòn de raspbian.	81
Figura 4.23. Instalacion de raspberry	81
Figura 4.24. Clonacion de archivos.	82
Figura 4.25. Proceso de comunicación con el sensor para la toma de valore.	82
Figura 4.26. Resultado de valores de variables a trabajar.	83
Figura 4.27. Búsqueda de la página oficial de ubidots en el navegador Chrome.....	83
Figura 4.28. Seleccionamos para registrar la cuenta.	84
Figura 4.29. Seleccionamos el educacional o uso personal.....	84
Figura 4.30. Creación de una cuenta en ubidots.....	85
Figura 4.31. Visualización de lectura de los datos de temperatura y humedad en tiempo real.....	85
Figura 4.32. Escenario 1, medición del suelo florícola, tomando en cuenta el tipo de planta a cultivar rosal “freedom.	87
Figura 4.33. Escenario 1, medición 2, basándose el suelo estuvo más húmedo que el otro, en la variedad Freedom.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Características Generales[16].....	13
Tabla 3.2. Características del sensor DTH11 [20].....	15
Tabla 4.2:Base de datos utilizadas para la revisión.....	38
Tabla 4.3. Estrategia de búsqueda automática.....	39
Tabla 4.4. Términos de búsqueda.....	40
Tabla 4.5. Cadena de búsqueda (“operative system” OR “operating system”) AND (IoT OR IoTs OR “internet of things”) AND (agriculture).....	40
Tabla 4.6: Artículos eliminados por estar duplicados en las bases de datos digitales.....	43
Tabla 4.7. Artículos duplicados.....	45
Tabla 4.8: Criterios de Exclusión.	46
Tabla 4.9. Total, de artículos excluidos.....	53
Tabla 4.10: Resultados de artículos incluidos.	54
Tabla 4.11: Verificación de calidad de Estudios.	56
Tabla 4.12: Formulario para la extracción de datos.	59
Tabla 4.13. Resultados del análisis cuantitativo.....	60
Tabla 4.14: Sistemas Operativos que se encontraron en cada artículo científico.....	63
Tabla 4.15. Características de los S.O.....	67
Tabla 4.16. Herramientas del prototipo requerimiento de voltaje para su uso.....	71
Tabla 4.17. Costos unitarios de los materiales.....	71
Tabla 4.18. Gastos de indirectos.....	72
Tabla 4.19. Costo del prototipo.....	72
Tabla 4.20. Resultado cuantitativo de la Revisión.	88
Tabla 4.21. S.O IoT utilizados para la construcción del prototipo.....	89
Tabla 4.22. Comparativa de Raspberry Pi OS y FreeRTOS.	91
Tabla 7.1: Total de artículos científicos encontrados,165.....	107
Tabla 7.2. Resultados del articulo #12.	119
Tabla 7.3. Resultados del artículo #16.	120
Tabla 7.4: Resultados del articulo #23.	121
Tabla 7.5. Resultados del articulo #28.	122
Tabla 7.6. Resultado del articulo #35.....	123

Tabla 7.7. Resultado del artículo #42.	124
Tabla 7.8. Resultados del artículo #47.	125
Tabla 7.9. Resultados del artículo #49.	126
Tabla 7.10: Resultado del artículo #56.	127
Tabla 7.11. Resultado del artículo #66.	128
Tabla 7.0.12. Resultado del artículo #114.	129
Tabla 0.2. Resultado del artículo #116.	130
Tabla 0.3. Resultado del artículo #121.	131
Tabla 0.4. Resultado del artículo #123.	132
Tabla 0.5. Resultados del artículo #126.	133
Tabla 0.6: Resultado del artículo #152.	134
Tabla 0.7. Resultado del artículo #163.	135

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título:

Revisión sistemática de los S.O IoT agrícolas: un caso práctico en una empresa florícola de Cotopaxi

Fecha de inicio: 18 de abril del 2022.

Fecha de finalización: 16 de agosto del 2022.

Lugar de ejecución: Cotopaxi, Lasso, Invernadero ALEXANDER.

Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia: Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales.

Proyecto de investigación vinculado: Si

Equipo de Trabajo:

Estudiantes:

Vilca Iza Rosa Fernanda

Zambrano Verduga Daniela Mercedes

Tutor Académico:

Ing. Karla Cantuña

Área de Conocimiento: Información y Comunicación (TIC).

Línea de investigación: Tecnologías de la información y Comunicación (TICS).

Sublíneas de investigación de la carrera:

Ciencias Informáticas para la modelación de Sistemas de Información a través del desarrollo de software.

2. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el rendimiento y la calidad de los campos agrícolas se han visto afectados por los diferentes cambios climáticos y porque algunos agricultores aún siguen practicando la agricultura tradicional. Por ese motivo el sector agrícola se ve en la necesidad de innovar con nuevas tecnologías que le ayuden a automatizar procesos.

Una de las tecnologías de mayor crecimiento hoy en día es el internet de las cosas, se está convirtiendo en el auge de las operaciones de conectividad de los diferentes dispositivos.

IoT el camino hacia un mundo de innovación, donde se entrelazan elementos tangibles e intangibles como: un computador, internet, un sistema operativo, inteligencia artificial, una red, entre otros. Por ese motivo es necesario la conexión de este conjunto de elementos para poder recolectar información, analizar los datos y distribuir información y así ayudar con la toma de decisiones evitando, consumir en exceso, tiempo, costos y recursos. La información se recopila mediante sensores y actuadores.

Con la demanda de conexión de dispositivos entre sí, aparece la necesidad de sistemas operativos que permitan que la conexión de dispositivos heterogéneos sea más fácil.

Hoy en día existen pocos estudios que traten de S.O en relación con el IoT en el sector agrícola, se habla mucho de aplicaciones IoT, pero no de sistemas operativos que aporten a estos dos campos. Por ese motivo este presente proyecto de investigación tiene el objetivo de realizar una revisión sistemática de sistemas operativos IoT aplicados en el sector agrícola para su aplicación en el Invernadero “Rosas ALEXANDER”

2.1. RESUMEN

En la actualidad la agricultura se ve afectada en productividad y calidad, debido a factores climáticos externos. Es por ese motivo que surge la necesidad de innovar con nuevas tecnologías que ayuden en la automatización de sus procesos. El objetivo de este trabajo es desarrollar una revisión sistemática de literatura que permita identificar que S.O IoT son más recomendados para el área de la agricultura y posteriormente con sus resultados realizar la aplicación en el Invernadero Alexander. Utilizando la metodología propuesta por Barbara Kitchenham, la cual consta de tres fases y cuenta con protocolo de búsqueda y su última fase involucra el informe de resultados para el cual se desarrolló un borrador de un artículo científico.

Como resultado de la hipótesis se identificó dos S.O IoT que fueron instalados mediante la construcción de un prototipo de bajo costo, donde se utilizó el módulo ESP32, micro-ordenador Raspberry Pi 3 y sensores de humedad y temperatura que permiten capturar datos como la humedad del suelo y la temperatura. A medida que aumenta la comunicación entre dispositivos, también aumenta la necesidad de un Sistema Operativo que haga más eficiente y fácil con dispositivos heterogéneos, trabaje con recursos limitados y con baja memoria.

ABSTRACT

2.2. EL PROBLEMA

2.2.1. Planteamiento del Problema

Uno de los principales desafíos de las próximas décadas es conseguir producir alimentos suficientes para satisfacer la demanda alimenticia a nivel mundial y admitir los drásticos cambios climáticos de hoy en día.

Desde el punto científico [1]“ el software de sistemas interesante que se ejecuta en los terminales son los sistemas operativos denominado internet of things, el centro del problema está en los chips, los sensores, los protocolos de comunicación y los escenarios son extremadamente diferentes o compatibles, obstaculizando el desarrollo del IoT.”

Es difícil encontrar una buena compatibilidad entre software, hardware, el lenguaje de comunicación y el uso de bibliotecas. Incluso la conexión o el acceso a la nube que tenga los requerimientos para el sistema operativo y que su costo en los recursos en hardware no sean tan elevados.

En Cotopaxi lo que más aplican los agricultores son los métodos antiguos o tradicionales, debido a ello el problema que conlleva un mal uso del agua, cambios climáticos violento, el tiempo de trabajo y esto produce pérdidas en la producción.

Para este trabajo, se tomó en cuenta al invernadero “ALEXANDER”, el cual no cuenta con ningún tipo de tecnología para mediar la humedad del suelo y la temperatura ambiental del invernadero de rosas, conllevando que la medición del suelo agrícola su resultado sea dudosa y no ayude al

desarrollo estable de la planta. Y todos los procesos se realizan de manera manual, ocasionando que los recursos y tiempo sean excedidos por parte de los trabajadores.

2.2.2. Formulación del problema

¿Cómo evidenciar la falta de información de sistemas operativos IoT recomendados en el área de la agricultura en los últimos cinco años para su aplicación en el invernadero Alexander?

2.3. BENEFICIARIOS

2.3.1. Beneficiarios directos

Gerente, empleados y personal del “Invernadero ALEXANDER”

2.3.2. Beneficiarios indirectos

Clientes del “Invernadero ALEXANDER.

2.4. JUSTIFICACIÓN

Hoy en día el sector agrícola ha incrementado la demanda de tecnologías IoT para conectar dispositivos a las redes mediante sensores, pero estos artefactos son limitados en memoria, recursos y energía. Para un buen cultivo es necesario tener en cuenta dos variables muy importantes que son la temperatura y la humedad del suelo.

En Ecuador según la FAO la agricultura representa más del 80% de las explotaciones agrícolas, provee el 27% y 67% de la producción alimentaria y genera el 77% del empleo en el país y permite la consolidación de las comunidades rurales. [3] Estos datos reflejan la importancia de la agricultura en el país. Por ese motivo se realizó una revisión sistemática de literatura sobre los distintos sistemas operativos IoT que permitan una adecuada administración de energía y memoria de los dispositivos IoT, además de otras características necesarias para su aplicación.

Para la aplicación del caso práctico se llevó a cabo en el “Invernadero Alexander”, tomando valores como la humedad del suelo, temperatura mediante la construcción del prototipo ayudando en un

futuro en el desarrollo o implementación de sistemas de riego inteligente, control de plagas y sistema de monitoreo ambiental

2.5. HIPÓTESIS

Mediante la revisión sistemática de la literatura permitirá identificar los S.O IoT más idóneos para el área de la agricultura para la aplicación en el “Invernadero ALEXANDER”

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. Objetivo general

Desarrollar una revisión sistemática de evidencia científica sobre los sistemas operativos IoT en el área de la agricultura en los últimos cinco años empleando la metodología propuesta por Kitchenham para su aplicación en el “Invernadero Alexander”.

2.6.2. Objetivos específicos

- Aplicar la metodología propuesta por Barbara Kitchenham para el desarrollo de la revisión sistemática de la literatura sobre los sistemas operativos IoT en el área de la agricultura en los últimos cinco años.
- Instalar el S.O más recomendado en el área de la agricultura mediante la construcción de un prototipo para la medición de la humedad del suelo en el “Invernadero ALEXANDER”.
- Elaborar el informe de resultados mediante el desarrollo de un borrador de artículo científico como evidencia de los S.O IoT más idóneos para el sector agricultura.

2.7. SISTEMA DE TAREAS

Objetivos Específicos	Actividades	Resultados Esperados	Técnicas Medios e Instrumentos
-Aplicar la metodología propuesta por Barbara Kitchenham para el desarrollo de la revisión sistemática de la literatura sobre los sistemas operativos IoT en el área de la agricultura en los últimos cinco años.	-Desarrollo de la fase de planificación. -Elaboración de la fase de desarrollo	-Fase de planificación Fase de desarrollo Informe de resultados	-Revisión -Formularios de extracción de datos. -Técnicas gráficas (gráficos estadísticos)
Elaborar el informe de resultados de los S.O IoT en el sector agrícola.	-Redacción de la fase informe de resultados. -Cadena de búsquedas. -Protocolo de búsqueda	Resultados de la SLR.	-Técnicas gráficas (gráficos estadísticos)
Instalar el S.O más recomendado en el área de la agricultura mediante la construcción de un prototipo para la medición de la humedad del suelo en el “Invernadero ALEXANDER”.	-Selección del sistema operativo IoT -Definición de la arquitectura del prototipo. -Comparación de desempeño de sistemas operativos IoT.	-Diseño de la arquitectura del prototipo del sistema de control de humedad del suelo -Tabla comparativa de sistemas operativos IoT enfocados en la agricultura.	-Técnicas gráficas (Diseño de la arquitectura del prototipo del sistema de control de humedad del suelo). -Tablero Kanban

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. ANTECEDENTES

Desde hace unos años atrás el estudio del internet de las cosas (IoT) ha despertado el interés de los investigadores, a partir de ese momento se ha visto involucrado en diferentes industrias como en la salud, en procesos de automatización, educación, en la agricultura, etc. Ya que este tipo de tecnología inteligente ayuda a la comunicación entre personas a objetos y de objetos a objeto.

Diferentes trabajos proponen arquitecturas y plataformas IoT para diferentes aplicaciones como la investigación realizada en el 2017 que detalla lo siguiente Propuesta de una Arquitectura para Agricultura de Precisión Soportada en IoT [1], en estos estudios los autores determinan que gracias a la gran flexibilidad y funcionalidad que ofrece la combinación de herramientas de hardware de bajo costo software libre consiguieron el diseño e implementación y despliegue de una arquitectura soportada en IoT para un escenario de agricultura de precisión además se logra verificar la correcta operación de las variables climáticas el almacenamiento de esta información su procesamiento y consultas sirviendo como referencia para los agricultores y la comunidad interesada en utilizar nuevas tecnologías, técnicas y servicios basados en IoT que buscar mejorar la productividad agrícola.

La investigación sobre internet de las cosas, una alternativa para el cuidado del agua realizada en el 2018[2] sus autores concluyen que el desarrollo regional está fuertemente basado en la agricultura, por ende, es necesario el desarrollo de herramientas como los sistemas automatizados de riego para el uso eficiente del agua, pues como es evidente en la actualidad la escasez de agua a nivel mundial es una realidad y con ello los problemas que esto acarrea son inmensos en el sector agrícola. Aunque en el mercado actual se encuentren sistemas autónomos y automatizados, la gran mayoría de ellos son difíciles de acceder debido al elevado costo económico que presentan.

La literatura investigada sobre Paradigma IoT desde su conceptualización hacia su aplicación en la agricultura [3], la misma que fue indagada en el año 2019 presenta una sólida información donde se detalla que las arquitecturas IoT presentan como ventaja significativa la facilidad de integración tecnológica gracias a la diversidad de dispositivos que se pueden usar como; sensores,

transmisores, actuadores, placas computacionales de código abierto, concentradores entre muchos otros.

En la investigación de, propuesta de una plataforma de bajo costo basada en internet de las cosas para la agricultura inteligente[4] realizada en el año 2020 menciona sus autores que la ventaja de la disponibilidad de hardware de bajo costo y el acceso a herramientas de código abierto permitieron desarrollar un dispositivo de medición de variables climáticas de bajo costo y una plataforma que gestiona los datos del dispositivo basado en IoT.

A su vez el dispositivo permitió capturar datos y enviarlos a un servidor, para que sean procesados y almacenados y la ventaja de la interfaz gráfica desarrollada es sumamente aprovechadora ya que permite analizar de manera visual la información en tiempo real.

Al calcular el error medio entre nuestro dispositivo y el dispositivo testigo se pudo comprobar que la exactitud en la medición de la temperatura fue de un 96.2%, mientras que la exactitud en la humedad fue de un 98.4%.

La investigación realizada del IoT Aplicado a la Agricultura y Ganadería[5] en el año 2021 permitió identificar aspectos claves concluidos por sus autores en diferentes ámbitos de la agricultura, en la gestión agrícola permite monitorizar y tener un registro histórico de los elementos influyentes en el cultivo de productos agrícolas (agua, temperaturas, sulfatos y minerales) para así aumentar el rendimiento de los cultivos y reducir los costes asociados al cuidado de estos mientras que en la gestión ganadera utilizado para la identificación y control de las cabezas de ganado en el sistema además de su localización GPS para tenerlas controladas y en caso de que se desubicaran esto no suponga una pérdida en costes.

3.2. MARCO CONCEPTUAL REFERENCIAL

3.2.1. Revisión sistemática de Literatura

Una revisión sistemática es una forma bien planificada de interpretar, evaluar toda la información que se encuentre disponible acerca de una interrogante de investigación. Se realiza de forma compleja, detallada y rigurosa para que sea de alto valor científico. Donde se pretende responder a las preguntas de investigación o a la pregunta de investigación haciendo uso de una metodología

sistemática que ayude para identificar, seleccionar y evaluar los resultados incluidos de la SLR. Los artículos científicos que se utilicen para la revisión sistemática de la literatura deben de tener enfoques metodológicos rigurosos.

3.2.1.1. Plantear la pregunta de investigación

Una SLR debe de darle prioridad a la pregunta de investigación y debe de estar bien formulada para eso se deben de utilizar criterios que guíen en la estructura de esta.

3.2.1.2. Localización de estudios

En la localización de información se utilizan fuentes confiables que ayuden a identificar que estudios serán excluidos e incluidos.

3.2.1.3. Evaluación de los estudios

Para encontrar los estudios más relevantes acerca de un tema en particular se utilizan criterios específicos que ayudan a dar un enfoque adecuado en la SLR que facilita la toma de decisiones y a justificar la exclusión e inclusión de artículos científicos que contribuyan a responder la pregunta de investigación.

3.2.2. IoT

3.2.2.1. Definición

Una definición del término Internet de las Cosas o IoT por sus siglas en inglés se presenta en la IEEE la cual menciona que:

“Es una red cableada o inalámbrica de dispositivos conectados identificables de manera única que pueden procesar datos y comunicarse entre sí con o sin participación humana” [1].

Este concepto sugiere que todo dispositivo, sistema y aplicación conectado a una red de internet, sea esta inalámbrica o cableada, que tenga algún propósito funcional y adicional, que se encuentre en comunicación dentro de la nube, se llama Internet de las cosas (IoT).[6]

El termino IoT fue introducido por Kevin Ashton un experto en innovación digital[7] en 1999, en el contexto de la gestión de la cadena de suministro[8] teniendo como objetivo principal la promoción de información de sentido computacional sin ayuda o intervención humana, recopilando información del ambiente e interactuando con el mundo físico [9].

Se han propuesto muchas definiciones técnicas de IoT, aprobadas por diversos entes de estandarización, los cuales utilizan palabras y frases altamente relacionadas como los términos M2M (Machine to Machine communications) y CPS (Cyber Physical Systems).[10]

Pero en general, se puede describir como una combinación de tecnologías que permiten el acceso a servicios y aplicaciones basados en Internet desde dispositivos electrónicos conectados a objetos o cosas físicas para obtener datos y controlar procesos.

Otros conceptos la definen como una “revolución tecnológica” como es el caso de Madakam[7] quien la representa como el futuro de la informática y las comunicaciones finalmente, la agencia de la Unión Europea para la ciberseguridad[11] define a IoT como “un ecosistema ciberfísico de sensores y actuadores interconectados, que permiten la toma de decisiones inteligentes”.

Todos los conceptos del Internet de las cosas apuntan a un mundo de dispositivos tecnológicos hiperconectado que cumplen con el objetivo de facilitar y automatizar las actividades diarias en diferentes áreas que van desde la vida cotidiana hasta sectores empresariales e industriales.

3.2.2.2. Objetivo del IoT

Por lo general, al hablar del Internet de las cosas se hace referencia a la conectividad de los dispositivos con cualquier otro de su alrededor. Por tanto, es válido mencionar que el principal objetivo de esta revolución tecnológica “es hacer que todos los objetos físicos que rodean, que se comuniquen entre sí, y, por consiguiente, sean más inteligentes e independientes Para que este concepto tomara forma, se requirió un desarrollo tecnológico considerable” [12].

En esta nueva revolución tecnológica, gracias al Internet de las Cosas, los objetos cotidianos están en constante evolución, conectándose entre sí y dotándolos de nuevas funciones, pudiendo controlar y gestionar desde tabletas, ordenadores o teléfonos móviles.

3.2.2.3. Importancia del IoT

El crecimiento en auge de la tecnología evidencia una gran cantidad de objetos y dispositivos conectados a internet en la actualidad, cabe mencionar que a este grupo no solo se incluyen los teléfonos inteligentes sino que hoy en día, otro tipo de dispositivos como cómo neveras, lavadoras, televisores, elementos de cocina, sensores, actuadores, pueden acceder a las redes sociales, al e-mail o algún servicio de nube de alojamiento de archivos cómo dropbox o drive de google, por lo tanto, todos estos dispositivos son capaces de contener y transmitir información relevante, asegurando que las personas accedan a u datos o información de forma rápida y variada[6].

Esta conectividad constante de los objetos que rodean, abre paso a la necesidad de adquirir nuevos productos, servicios y aplicaciones. Que permitan agilizar y dinamizar el control de diferentes procesos de la vida cotidiana. Desde el control de la energía del hogar remotamente hasta aplicaciones para dinamizar la industria y la ciudad, en áreas del transporte, salud, energía, logística, medio ambiente, entre otro[10].

Los recientes avances en el ámbito de la IoT aceleran la aparición de plataformas IoT a gran escala[12] y a la par la tecnología evoluciona con componentes mejores equipados para soportar los requerimientos de tales plataformas y sistemas.

Para IoT el beneficio más importante es que los procesos sean automatizados, ágiles, eficientes y disponibles, que generen algún tipo de valor, ya sea una mejor calidad de vida o se obtenga un crecimiento financiero para distintos negocios, por tal motivo, se debe considerar las ventajas y las desventajas que se tiene hasta el día de hoy del Internet de las cosas, pues la información se puede convertir en un activo que puede generar ganancia o por el contrario, se puede convertir en un activo que puede generar pérdidas[6].

3.2.2.4. Arquitectura

En [14] Sánchez et al menciona que “es importante considerar aspectos de diseño para establecer estandarizaciones de las arquitecturas para IoT” las mismas que son:

- Ampliar para experimentar con el mundo real.
- Heterogeneidad, ya que el futuro de IoT consiste en varios dispositivos integrados con otras infraestructuras y plataformas de provisión de servicios. Móvil porque los dispositivos deben interactuar entre sí en escenarios de la vida real y deben ser transparentes para el usuario.
- Habilitación del usuario y compromiso del usuario final, es decir, buscando reducir los costos para llegar a los usuarios finales y permitir la segmentación de aplicaciones y servicios de ciudades inteligentes [14].
- Confiabilidad para una operación suave e ininterrumpida.

3.2.2.5. Principales componentes del IoT

Según Mital citado en [7] menciona que: “Una red IoT es una red multi-salto de "cosas" que están interconectadas mediante radiofrecuencia siguiendo estándares de comunicación inalámbrica como

Wi-Fi (IEEE 802.11) y la tercera generación (3G) de telefonía móvil”, los componentes de esta tecnología permiten emplear y así estar conectados con portátiles, tabletas, celulares inteligentes, dispositivos de asistencia personal como los sistemas operativos informáticos hasta artefactos de asistencia médica o medidores en diferentes campos que facilitan el desarrollo de la comunicación por medios web[7].

Todos los componentes que forman parte de las tecnologías antes citadas forman parte de una buena experiencia de conexión a experiencia de conexión a la IoT un momento agradable y satisfactorio, considerando todos los factores que puedan dar como resultado la comunicación y transmisión de datos o señales de manera óptima[7].

3.2.2.6. Tecnologías: dispositivos y redes utilizadas en IoT

Para que el Internet de las Cosas sea posible en un entorno inteligente es necesario la intervención de más tecnologías, como garantizar el acceso a internet, Cloud Computing y el Big Data para el análisis de los datos recopilados.

IOT hace uso constante de sensores que le permiten adquirir datos, que transformen las actividades comunes a un ambiente automatizado e inteligente. Esto permite la facilidad e innovación en actividades que realizan las personas[15].

Para Identificación y censado de los objetos en IoT, se cuenta sensores para recolectar la información deseada, identificación única para que se puedan comunicar inequívocamente dentro de una red, procesamiento embebido a través de microcontroladores para procesar la información capturada por los sensores[13], componentes imprescindibles dentro de la IoT ya que son los que captan la información del exterior para que sea procesada por el sistema.

Para la identificación de los objetos se utilizan diversas tecnologías, dentro de las cuales principalmente se encuentran RFID, EPC y NFC[13].

Para la Comunicación, los objetos deben tener la capacidad de acceder a la red de Internet para hacer uso de los datos y enviar la información de estado actualizada, principalmente se utilizan tecnologías inalámbricas. También están las redes LPWAN o Redes de área amplia de baja potencia, conectan objetos para los que no existe una solución de conectividad práctica, cubriendo distancias que van hasta unos pocos kilómetros[13].

En cuanto a Computación y Semántica, IoT requiere de plataformas de hardware y software para almacenamiento y procesamiento de los datos, así como de procesos de análisis que extraigan los datos. La semántica en IoT es soportada por tecnologías de Web Semánticas, donde el formato

Efficient XML Interchange (EXI) se adoptó como recomendación por el consorcio World Wide Web (W3C)[13].

3.2.2.7. Teoría de componentes

Modulo Wifi ESP8266

ESP8266 es el nombre de un microcontrolador diseñado por Espressif Systems, una compañía china con sede en Shanghai. El volumen de producción de estos microcontroladores no empezó hasta principios de 2014.

Memoria flash externa de 4MB, pero este último varía entre diferentes versiones de modulo así lo afirma en [17].

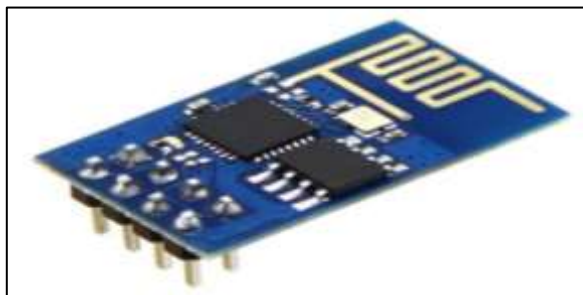


Figura 3.1. Modulo Wifi ESP8266 [16]

Tabla 3.1. Características Generales[16]

Voltaje	3.3 V
Consumo de corriente	10 μ A – 170 Ma
Memoria Flash	16 MB máx. (512 k normal)
Procesador	Tensilica L106 32 bit
Velocidad del procesador	80 – 160 MHz
GPIOs	17
Analógico a digital	1 entrada con 10 bit de resolución (1024 valores)
Soporte de 802.11	b/g/n/d/e/i/k/r
Máximas conexiones simultáneas	5

3.2.2.8. Arquitectura

Tiene una arquitectura Harvard que permite que la CPU lea instrucciones y acceda a la memoria de datos al mismo tiempo, incluso sin cachés. Por lo tanto, la arquitectura de la computadora de Harvard puede ser más rápida para circuitos complejos porque las instrucciones pueden acceder a los datos y no compiten por una sola ruta de memoria[18].

Variante

Sus características estructurales difieren en muchos aspectos, por lo que existen diferentes versiones cuando se construye sobre una placa de circuito impreso. Hay varios fabricantes de estas excelentes variantes basadas en ESP8266. La empresa china AI-Thinker es una de las empresas más importantes que ofrece una amplia variedad de módulos con excelente calidad a escala mundial. Wemos (una empresa china) y Olimex (Europa) también ofrecen sus propias versiones. Las compañías Norte Americanas Adafruit y SparkFun no se pueden quedar atrás, fabricando dos modelos más de estas poderosas tarjetas Wi-fi[18].

Sensor de humedad y temperatura DHT11

El sensor DHT11 permite medir la temperatura y humedad entregando los resultados de una manera digital a través de un pin específico, este sensor al disponer de un resultado analógico su grado de sensibilidad se amplía así lo afirma[19].

La velocidad de muestreo máxima que soporta es de 1 muestra por segundo y la salida es una señal digital así lo menciona [20].

El sensor contiene un microcontrolador integrado de 8 bits y, por lo tanto, presenta una señal digital calibrada, lo que garantiza una alta calidad y confiabilidad a largo plazo. Consta de dos sensores resistivos (NTC y Humedad). Tiene una excelente calidad y una rápida respuesta de medición. La humedad se puede medir desde el 20 % hasta aproximadamente el 95 %, y la temperatura se puede medir desde 0 °C hasta 50 °C. Cada sensor DHT11 está rigurosamente calibrado en el laboratorio, lo que representa una precisión extrema en la calibración. Los coeficientes de calibración se almacenan como programas en la memoria OTP, que son empleados por el proceso de detección de señal interna del sensor así lo afirma [20].

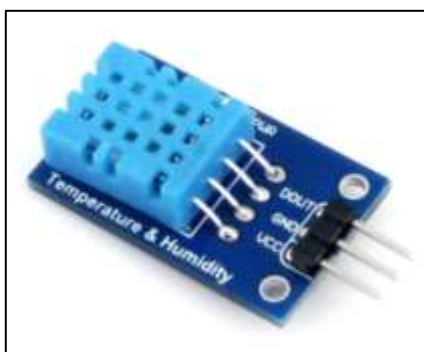


Figura 3.2. Sensor de humedad y temperatura DHT11 [19]

Tabla 3.2. Características del sensor DTH11 [20]

Modelo	DHT11
Alimentación	de 3,5V a 5V
Consumo	2,5 Ma
Señal de salida	Digital
Temperatura	
Rango	de 0°C a 50°C
Precisión	A 25°C ± 2°C
Humedad	
Rango	de 20% RH a 90% RH
Precisión	entre 0°C y 50°C±5%RH

Transmisión de datos del sensor de Humedad

Saber enviar la información digitalmente desde el sensor DHT11 para que pueda ser analizada en el espacio de programación de la placa para la integración, manipulación y evaluación de los datos integrados vía Arduino. El paquete de datos transmitido tiene una longitud de 40 bits y corresponde a la información de temperatura y humedad de DHT11. El primer grupo de 8 bits es la parte entera del contenido de agua y el segundo grupo es la parte fraccionaria. Lo mismo ocurre con el tercer y cuarto grupo, la parte entera de la

temperatura y la parte decimal. Para finalizar, los bits de paridad para confirmar que no hay datos corruptos así lo afirma [19].

Sensor de humedad del suelo

Proporciona una medición simple de la humedad del suelo utilizando 2 electrodos de resistencia. Los electrodos están conectados a una placa de acondicionamiento (YL-38) que proporciona salidas digitales y analógicas. La salida digital (DO) es la salida del amplificador operacional en modo comparador y se activa cuando el nivel de humedad cae por debajo de este nivel (umbral o threshold) se puede regular con el potenciómetro de la tarjeta. La salida analógica (AO) es la salida de un divisor de tencion entre una resistencia fija y la resistencia entre los electrodos, entrega un voltaje analógico desde 0v para un suelo muy húmedo hasta 5v para un suelo muy seco así lo mencionan en [2]

Módulo ESP32

El ESP32 es un dispositivo diseñado por la empresa de origen chino Espressif y fabricado por la empresa “Taiwan Semiconductor Manufacturing Company” (TSMC), de origen Taiwanes[21].

. Además, la serie ESP32 es capaz de ejecutar sus propias aplicaciones de tiempo real, lo que le hace un dispositivo muy interesante. Es importante distinguir entre chips, módulos y placas de desarrollo, aunque a menudo se los denomina módulos ESP32 o chips ESP32. Por regla general, el módulo tiene un chip integrado, así como un cristal de 40 MHz, una memoria flash y una antena, según el modelo. Las placas de desarrollo suelen integrar módulos en la placa de circuito impreso que proporcionan conectividad serie/USB, alimentación USB, botones de inicio y reinicio y pines de soldadura a la placa, así lo afirma los investigadores en [21].

Ordering code	Core	Embedded flash	Connection	Package
ESP32-D0WQ06	Dual core	No embedded flash	Wi-Fi b/g/n + BT/BLE Dual Mode	QFN 6*6
ESP32-D0WD	Dual core	No embedded flash	Wi-Fi b/g/n + BT/BLE Dual Mode	QFN 5*5
ESP32-D2WD	Dual core	16-Mbit embedded flash (40 MHz)	Wi-Fi b/g/n + BT/BLE Dual Mode	QFN 5*5
ESP32-S0WD	Single core	No embedded flash	Wi-Fi b/g/n + BT/BLE Dual Mode	QFN 5*5

Figura 3.3. Chips de la familia ESP32[21]

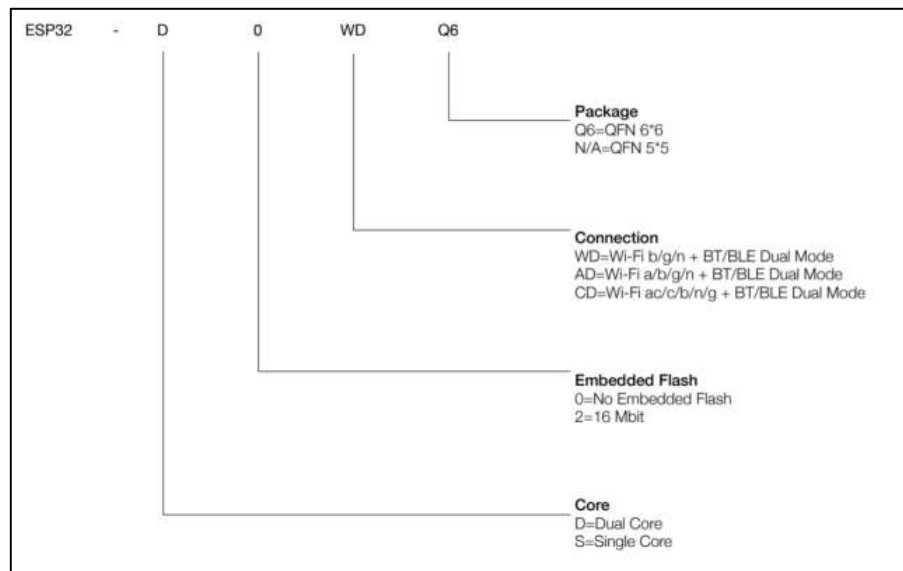


Figura 3.4. Nomenclatura de los chips[21]

Python

El autor menciona [1]Python es un lenguaje de programación creado por Guido Van Rossum en el año 1990, permite en su programación que sea rápido, elegante, flexible fomentando la productividad, sus módulos son bien estructurados, es uno de los lenguajes más usados en la actualidad.”

Python es un lenguaje de programación sencillo, utilizado para la creación de aplicaciones, se trata de un lenguaje multiplataforma de código abierto, es gratuito, permite el desarrollo de software sin límites siendo web o móvil.

3.2.2.9. Plataformas

Ubidots

Es un servicio gratuito que permite a los desarrolladores crear un entorno de computación en la nube asequible, fiable y utilizable en un ecosistema de plataformas “IoT”. Ubidots está especializado en soluciones de hardware y software conectadas para monitorizar, controlar y automatizar procesos remotamente en el ámbito de la salud, energía, industria, fabricación, servicios públicos, agricultura y transporte, con el fin de crear aplicaciones desde básicas hasta avanzadas así lo menciona los autores en [22].

Beneficios:

- Configuración de variables de forma automática, configurable sus propiedades y su apariencia en los dispositivos para duplicar el proceso en nuevos dispositivos.
- Modificación de la API (Application Programming Interface).
- Diseño para cuadros de mando analizados en tiempo real para el análisis de datos y control en los dispositivos.
- Mejora la función compartir datos con enlaces públicos o integrando cuadros de mando o widgets en aplicaciones web privadas y móviles.
- Los siguientes comandos “kill switch” o “restart” se activan cuando el hardware ha estado inactivo durante mucho tiempo.
- Asignación de permisos y restricciones para cualquier usuario que busque interactúe con los mandos, dispositivos y/o eventos.

Ubidots maneja términos necesarios para el manejo de datos en la nube.

- *Data Source*: maneja un conjunto de información haciendo referencia a un dispositivo, en donde cada data source utiliza una o más variables.
- *Value*: es un valor actual de una variable en un momento determinado.
- *Event*: permite tomar una acción en un instante determinado, permite la interacción con cada elemento de ubidots de su API, por lo tanto, cada elemento que presenta puede ser creado, modificado o eliminado, esta investigación es afirmada por [22].



Figura 3.5. Logo Ubidots [22]

El protocolo MQTT es un protocolo de publicación y suscripción que facilitan el poder conectar una gran cantidad de dispositivos, este protocolo también tiene cierta facilidad para comprobar que el mensaje llega a su objetivo y proporcionan seguridad mediante certificados electrónicos así lo cita los autores en [23]

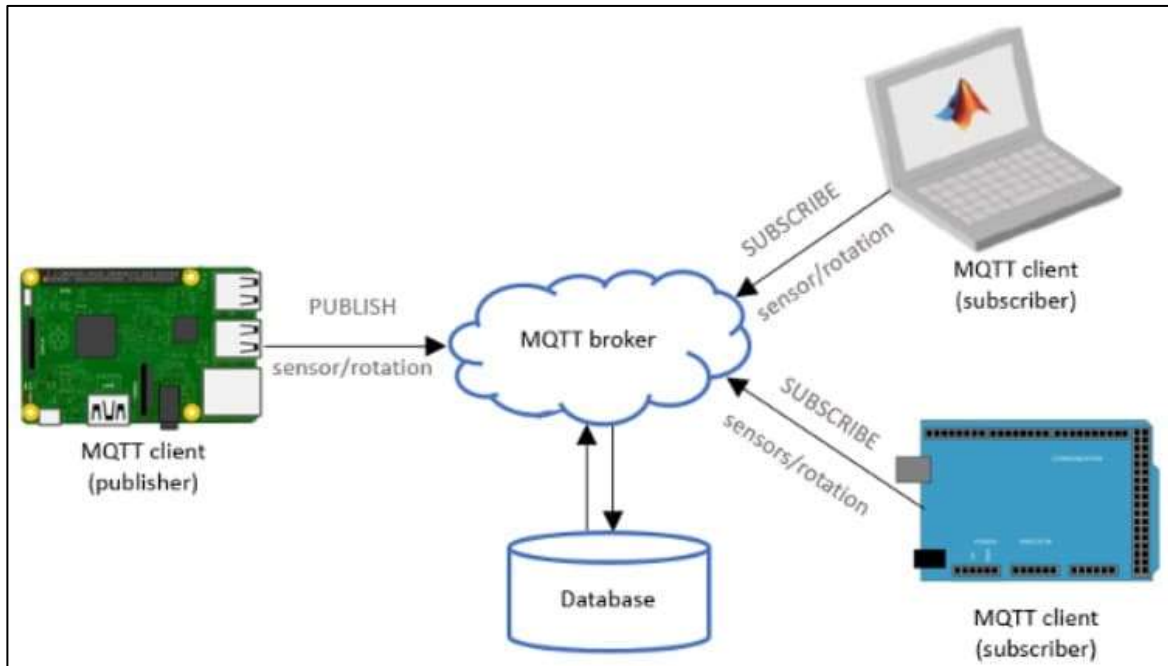


Figura 3.6. Funcionamiento protocolo MQTT[23]

3.2.2.10. Fuente conmutada tipo “step-down”

Es un tipo de regulador que realizar una tarea similar a la de un transformador reductor y el voltaje de salida que esta entrega es siempre menor que el voltaje de entrada. Cuando el interruptor "S"(transistor operando como switch) se cierra ON, una corriente fluye a través del inductor L. Una parte de esta corriente va a la carga y la otra sirve como corriente de carga del condensador C. Durante ON debido a la polaridad del voltaje entre los extremos de la bobina, el diodo D esta polarizado en inversa y no conduce. En la siguiente figura se muestra el esquema básico, así lo afirman los autores en [24]



Figura 3.7. Fuente conmutada tipo “step-down”[24]

Convertidor conmutado DC/DC

para mejorar la respuesta transitoria del lazo de control, finalmente, el control de regulación de la fuente se va a lograr mediante un controlador, así lo afirman los autores en [24].

si durante algún momento la corriente en el inductor llega a ser cero, así lo menciona los autores en[24].

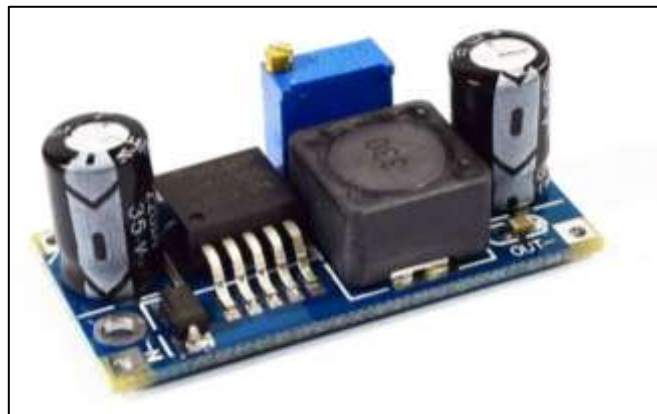


Figura 3.8. Convertidor conmutado DC/DC[24]

Raspberry Pi

Es una microcomputadora que tiene su propio sistema operativo para trabajar. Su objetivo es el aprendizaje de programación, entre sus ventajas se tienen un precio económico y fácil conectividad de los puertos y pines de comunicación. En la actualidad se encuentran distintos modelos en el mercado. [25].

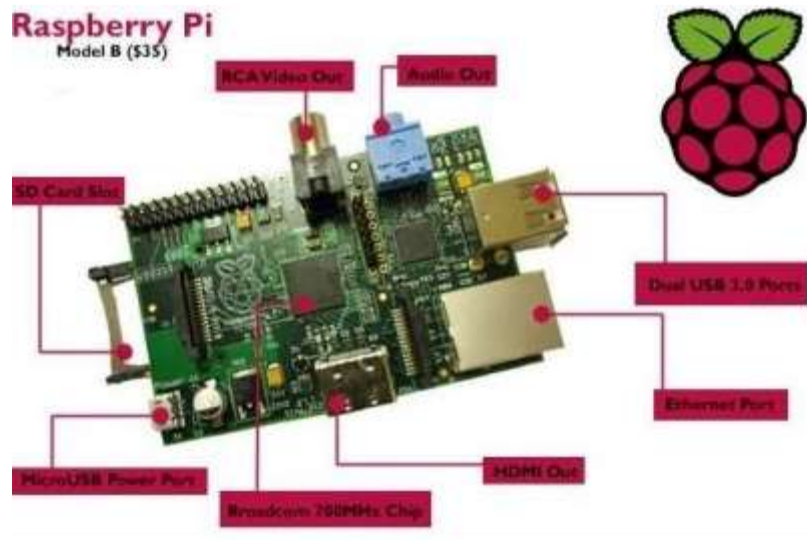


Figura 3.9. Raspberry Pi [25]

Cable USB

La tecnología de conexión que utiliza el USB es una de las más exitosas y se ha utilizado en casi todos los dispositivos electrónicos a lo largo de los años. Tanto el USB-A (el original, con un conector grande) como el USB-B se han utilizado en productos electrónicos de consumo, como computadoras y teléfonos inteligentes. Aquí viene el USB-C con una nueva versión que marca un punto de inflexión en la electrónica de consumo porque es mucho más pequeño que el USB-A, tiene suficiente ancho de banda para transmitir señales de video de alta definición (10 Gbps) y suficiente potencia para operar computadoras portátiles. Carga de ordenador (hasta 100 W). La idea es que el cable USB-C reemplace todos los conectores antiguos, sin importar cuán grandes o pequeños sean, para usar cualquier dispositivo con un solo cable. Los fabricantes de referencia como TE Connectivity y Molex ya ofrecen conectores y cables USB-C, también los ofrece RS con su marca propia RS Pro [26].



Figura 3.10. Modelos de cables USB[26]

La Temperatura

Es una cantidad que refleja el nivel de calor de un objeto; es decir, su capacidad para dar o perder energía térmica e indicar la dirección del flujo de calor de temperaturas más altas a más bajas. Toda la materia consiste en moléculas que se agitan constantemente. No todas las moléculas se mueven en la misma dirección ya la misma velocidad, pero se puede asignar una velocidad promedio a cada estado de la materia. de este modo, podemos decir que la temperatura depende de la velocidad media de las moléculas; es decir, que a mayor velocidad media mayor será la temperatura así lo afirma [27]

Haga clic o pulse aquí para escribir texto.

La temperatura de punto de rocío (b) depende de la presión del gas, por lo que para su determinación se debe especificar la presión del gas[28].

La Humedad

Es una propiedad que describe la cantidad de vapor de agua en un gas y se puede expresar en diferentes cantidades. Algunos de estos se pueden medir directamente, mientras que otros se pueden calcular a partir de cantidades medidas. La elección del contenido de humedad depende de la aplicación. En meteorología, la humedad se expresa como la temperatura de bulbo húmedo, mientras que el contenido de humedad en los cilindros de gas se expresa como la temperatura del punto del escritor[28].

Humedad relativa (HR): cociente entre la fracción molar de vapor de agua en un espacio dado y la fracción molar del vapor de agua en su condición de saturación. La razón de masas sólo depende

de la determinación de la masa del vapor de agua y la masa del gas seco, por lo que r_w es una forma absoluta para determinar el contenido de humedad. La determinación de r_w se realiza con un higrómetro gravimétrico así lo afirma [28].

Sistemas Operativos para el (IOT)

3.2.3. Sistemas Operativos IoT

3.2.3.1. Definición

Es un sistema operativo que funciona para el internet de las cosas dentro de las restricciones que son importantes de los dispositivos IoT, tales como gestión de recursos, memoria, tamaño, potencia y capacidad de procesamiento de tareas. Y están diseñados para permitir la transferencia de datos a través de internet.

3.2.3.2. Antroid things

Se trata de un software que funcionará como el corazón de los dispositivos conectados por IoT: aires acondicionados, cafeteras o heladeras. En el mundo del IoT es posible programar aparatos cotidianos para que sean cuasi autónomos.[30]

Android Things está disponible para desarrolladores. De hecho, el gigante de Mountain View facilitará opciones para que aquellos que tengan proyectos en esa plataforma puedan migrar a Android Things.[30]

Con este sistema operativo, Google genera a procesadores Snapdragon.) así lo afirma Yupanqui B, Lizana Guebarra M & San Cristóbal De Huamanga U en [30]



Figura 3.11. Logo [30]

3.2.3.3. Contiki

Sistema operativo de código abierto para sistemas del Internet de las Cosas. Permite la conexión de sistemas de ordenadores de 8-bit o sistemas integrados sobre microcontroladores, incluyendo nodos de redes de sensores. Se utiliza en la monitorización de ruidos, medición de energía eléctrica, sistemas de alarma, domótica, vigilancia remota, está basado en protocolos y estándares como IPv4, IPv6, 6lowpan, RPL y CoAP.[30]

A pesar de la multitarea que provee y la pila TCP/IP incluida, Contiki sólo requiere unos kilobytes de código y unos cientos de bytes de RAM. Un sistema totalmente completo con una GUI requiere aproximadamente 30 kilobytes de RAM. El núcleo básico y la mayor parte de las funciones principales son desarrolladas por Adam Dunkels sus características son:

- Protohilos de ejecución.
- Navegador web.
- Servidor web.
- Conectividad TCP/IP.
- Kernel multitarea.
- Cliente remoto usando VNC (Computación Virtual en Red) así lo afirma Yupanqui B, Lizana Guebarra M & San Cristóbal De Huamanga U en [30].

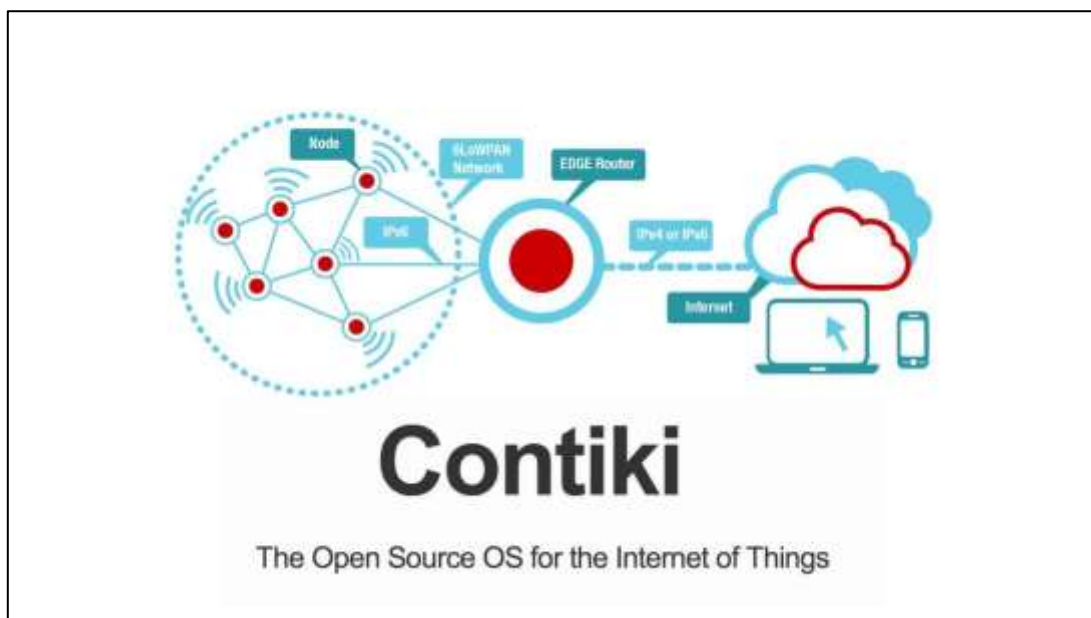


Figura 3.12. Contiki[30]

El sistema operativo de código abierto de Google para conectar dispositivos portátiles al Internet de las cosas se basa en el lenguaje de comunicación Weave, un marco común que permite que todos los dispositivos hablen y se comuniquen en un solo "idioma". En este caso, el dispositivo no necesita ejecutar Android. Según Yupanqui B, Lizana Guebarra M & San, el objetivo de Google con Brillo y Wave es crear un verdadero Internet de las Cosas donde cualquier dispositivo pueda estar verdaderamente conectado: electrodomésticos, redes de sensores, dispositivos móviles o eléctricos. [30].

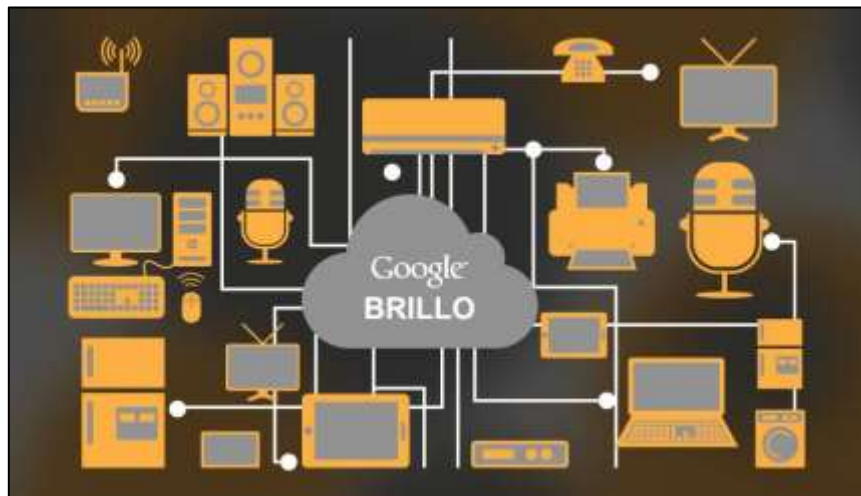


Figura 3.13. Google Brillo [30]

3.2.3.4. RIOT

Es un pequeño sistema operativo para sistemas con restricciones de memoria en red, centrado en dispositivos inalámbricos de bajo consumo de Internet de Cosas (IoT). Es un software de código abierto, publicado bajo la Licencia Pública General Menor GNU (LGPL) así lo afirma Yupanqui B, Lizana Guebarra M & San Cristóbal De Huamanga U en [30].



Figura 3.14. Riot [30]

3.2.3.5. FreeRTOS

Es un sistema operativo en tiempo real (RTOS) porque permite gestionar y usar los recursos y cuenta con una interfaz con el Hardware que lo hace independiente de las aplicaciones. Ayudando a administrar el microcontrolador, la planificación de los tiempos de ejecución y tareas concurrentes ya que debido a las limitaciones de los microcontroladores y hardware de los dispositivos para WSN, se utilizan sistemas operativos propios para estos equipos.

Además, FreeRTOS cuenta con una licencia de MIT (Instituto tecnológico de Massachusetts), es un tipo de licencia permisiva y hace más fácil su uso, permitiendo modificar y usar versiones del software.

3.2.4. Aplicaciones del IoT

En la actualidad el número de aplicaciones y servicios para la IoT es prácticamente ilimitado y esta tecnología puede ser aplicada en diferentes áreas como la educación, economía, industria, gobiernos, hogar, trabajo, minería, etc. y está en contante uso en las actividades cotidianas del día a día. Según Coetzee y Eksteen en [7] mencionan que todas estas aplicaciones están dirigidas a mejorar la calidad de vida y el buen vivir,

Con la IoT se puede acceder “acceder a datos de sensores remotos, monitorear y controlar el mundo físico a distancia, combinar y analizar los datos capturados lo que permite a los gobiernos desarrollar y mejorar servicios que no pueden ser proporcionados por sistemas aislados” como lo afirman Brous y Janssen en [7].

Coetzee y Eksteen en [7] presenta dos categorías para la aplicación de la IoT:

1. Información y análisis
2. Automatización y control

3.2.4.1. Sector Salud

Permite mejorar la calidad de atención a los pacientes mediante la monitorización de las enfermedades. Esta actividad es posible gracias a una gran cantidad de dispositivos y aplicaciones como Trackers de Actividad, diagnóstico remoto, pulseras conectadas, cinturones interactivos, deporte y monitoreo de actividades de fitness. Etiquetas inteligentes para fármacos, monitoreo de los hábitos alimenticios, etc.[31]

3.2.4.2. Sector comercial

Se aplica en el ámbito de las compras mediante aplicaciones, etiquetas electrónicas, lectores de barras, control de la procedencia geográfica de los alimentos y productos, control de calidad de los alimentos y de la seguridad

3.2.4.3. Sector empresarial e industrial

En el sector industrial el uso de grandes maquinarias que son utilizadas para la construcción de obras suele ser sometidas a distintos tipos de esfuerzos que con el tiempo tienden a provocar daños que perjudican las operaciones diarias de la maquinaria. Para abordar este problema, se pueden agregar sensores especializados a las partes de la maquinaria que son más propensas a sufrir daños o a utilizarse excesivamente[32]. La información emitida por estos sensores puede ser utilizada para realizar un mantenimiento predictivo, mejor desempeño del personal y brindar más información a los fabricantes e ingenieros encargados del diseño del equipo. Por lo general este es un caso práctico del IoT en la industria y otros sectores.

3.2.4.4. Sector transporte y logística

Un uso práctico del IoT consistió en etiquetar los contenedores de transporte con dispositivos de identificación por radiofrecuencia (RFID). Los cuales permiten que las empresas realicen un mejor seguimiento de los movimientos de los contenedores sobre todo en las terminales portuarias. El desarrollo del IoT ha permitido que los fabricantes mejoren los dispositivos que transfieren datos de forma permanente para que las empresas dispongan de la información en tiempo real en cada tramo de la cadena de suministros[32].

3.2.4.5. Sector agricultor

La IoT en la agricultura esta “destinada a organizar la gran variedad de sensores para formar redes, a través de los cuales se puede recolectar información de tierras, aplicar a la agricultura y analizar los resultados enviados a los agricultores en tiempo real para que puedan tomar las decisiones más relevantes”[9].

Según [9] menciona que se pueden presentar algunos desafíos en la aplicación del IoT en este sector, por ejemplo, bajo mantenimiento, escalabilidad, soluciones requeridas con bajo costo, explotación de tierras. IoT ha revolucionado la industria agrícola de varias maneras, como mediante el uso de sensores de humedad. Una vez instalado en el campo, los agricultores pueden obtener datos más precisos para planificar el riego. Además, pueden conectarlos a una aplicación IoT que

controla el equipo de riego, que se activa automáticamente en función de los datos que generan los sensores.

Algunos de estos usos descritos pueden ser de uso eficiente de los insumos como fertilizantes y pesticidas, reducción de costos, control de ganado, agricultura de interiores, invernaderos y establos, piscicultura, monitoreo del almacenamiento en tanques de agua, tanques de combustible, silos, asignación de recursos a demanda sin límite, mantenimiento y actualizaciones realizadas en Back-end, fácil y rápido desarrollo incluyendo la colaboración con otros sistemas en la nube.[9]

3.2.5. Agricultura

Con la tecnología en auge en la actualidad se evidencia una fuerte automatización de las labores agrícolas estableciendo una modernización del campo y de las tareas que se realizan ha permitido aseverar que el sector agroindustrial es uno de los candidatos más fuertes para la aplicación de IoT en la próxima década[33]. Según estudios se espera aumentar la producción agrícola mediante la aplicación de las tecnologías IoT.

Aquí tenemos el control de variables medioambientales en áreas urbanas, en las que por medio de estaciones de monitoreo se recolecta información y luego es puesta a disposición de la población y las autoridades competentes.[34]

La aplicación de diversos sistemas como los relacionados con la monitorización para cultivos en invernaderos que menciona Cama-Pinto en[34] que busca el control de los diferentes parámetros inmersos en el crecimiento de los cultivos a través del uso e implementación de redes de sensores y control de actuadores que ayuden a hacer un efectivo control de estos cultivos. Se hace de manera real el monitoreo de la humedad relativa y temperatura, contenido volumétrico de agua en el suelo y demás factores que inciden el desarrollo de los cultivos protegidos y que podrían ser monitorizados y controlados con sistemas de red de sensores e IoT.

Otro ejemplo es la implementación en cultivos extensivos, usando elementos de agricultura de precisión es el trabajo relacionado con los sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar citado en [34].

3.2.5.1. Agricultura en relación con el IoT

Define todos los desarrollos y soluciones para mejorar los cultivos, aplicar tecnologías para mejorar su rendimiento, optimizar el uso de los recursos, reducir el impacto ambiental y tomar decisiones

adecuadas utilizando las TIC, así como formular procesos agrícolas más eficientes, fiables y seguros. [33].

Para la aplicación de las tecnologías IoT en la agricultura se han dividido en tres capas:

Capa de Percepción: se incluyen todos los componentes de hardware y software como como sensores, actuadores, transceptores, sistemas embebidos, tecnologías de radiofrecuencia y diferentes elementos de monitoreo[33].

Capa de red (transporte): integran los elementos que permiten la transferencia de información que proviene de determinados componentes de la capa de percepción e incorpora diferentes protocolos de comunicación, que se aplican mediante redes de telecomunicaciones y nodos de sensores[33].

Capa de aplicación; es referida como la implementación de los desarrollos IoT mediante sistemas expertos o que implican algoritmos inteligentes para la toma de decisiones en los cultivos.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

4.1.1. Enfoques de Investigación

4.1.1.1. Cualitativo

El enfoque cuantitativo se utilizó mediante el recuento de artículos científicos incluidos y excluidos para la revisión sistemática de literatura

4.1.1.2. Cuantitativo

El enfoque cuantitativo ayudo al proyecto de investigación porque se utilizó la técnica de entrevista, aplicada al Gerente del “Invernadero ALEXANDER”. Y en los SLR de S.O en el sector agrícola porque es un aporte a la comunidad científica

4.1.2. Tipos de Investigación

4.1.2.1. Investigación bibliográfica

En este presente trabajo de titulación, la investigación bibliográfica permitirá la recolección de información en fuentes bibliográficas tales como artículos, libros y documentos permitiendo extraer información confiable para contribuir con el sustento del marco teórico. Por medio de los

distintos buscadores digitales que facilitaran con los conocimientos que se necesitan para la investigación.

4.1.2.2. Investigación de campo

La investigación de campo se utilizó para obtener información, para registrar los valores tomados por el sensor de humedad, en los cultivos de rosas del “Invernadero ALEXANDER”.

4.1.3. Nivel de Investigación

4.1.3.1. Investigación Exploratoria

Este tipo de investigación aporta con el análisis detallado de la revisión sistemática y de los Sistemas operativos IoT seleccionados para realizar el prototipo y posteriormente la comparación entre los resultados.

4.1.3.2. Investigación Descriptiva

Este tipo de investigación permite describir la realidad de eventos, personas y de situaciones o del sitio donde se va a desarrollar el proyecto de investigación y de esta manera poder realizar un análisis de los datos acumulados. En la SLR permite responder las preguntas de investigación en el desarrollo del protocolo de búsqueda.

4.1.4. Métodos teóricos

4.1.4.1. Método analítico

El presente método se utiliza para el estudio de la información obtenida para la selección de los S.O IoT en el sector agrícola.

4.1.4.2. Método Hipotético

Este método parte de la hipótesis planteado en el proyecto de investigación y se arriba a predicciones que se someten a la verificación, comprobando la veracidad de la hipótesis de partida.

4.1.5. Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos

Se utilizará un conjunto de herramienta para la obtención de información.

4.1.5.1. Bibliográfica

Esta técnica proporciona información relevante que se requiere sobre IoT, sistemas operativos, agricultura, métodos y herramientas de software y hardware que se utilizarán.

4.1.5.2. Entrevista

Esta técnica de recopilación de información es una de las más completas por el motivo que existe un contacto directo con la persona encargada del “Invernadero ALEXANDER”. Donde los participantes son el entrevistador y el entrevistado.

4.1.6. Técnicas para el análisis de datos

4.2. METODOLOGÍA DE BARBARA KITCHENHAM

Para este trabajo de titulación se utilizó la metodología propuesta por B. Kitchenham donde propone que una revisión sistemática, es un medio de identificación, evaluación e interpretación de artículos asociados con el objeto de la investigación.

Características de una revisión sistemática

- Las revisiones sistemáticas empiezan fijando un protocolo de revisión que especifica una interrogante que se aborda y los procedimientos que se utilizará para hacer la revisión.
- Se fundamenta en un plan de indagación determinada que tiene como fin determinar la más grande porción viable de la literatura fundamental.
- Tienen como requerimientos criterios de inclusión y exclusión para evaluar cada posible estudio primario
- Detallan la información que se obtendrá de cada estudio primario de importancia para evaluar las mismas.[35]

4.2.1. Fase de Planeación de la revisión

En esta fase se realizan los pasos indispensables para llevar a cabo la planificación y definición de la revisión sistemática, que permitirá extraer las características principales de los sistemas operativos IoT, en relación con la agricultura.

La planificación, se basa en identificar las preguntas de investigación y desarrollar el protocolo de búsqueda.

El protocolo de revisión de búsqueda es donde se especifican los métodos que serán utilizados para la SLR. Involucrando los antecedentes, las preguntas de investigación, los criterios, la estrategia de búsqueda y procedimientos que ayudaran para la selección, extracción y síntesis de estudios y evaluación de la calidad de la revisión.

Según B. Kitchenham menciona que un protocolo de revisión establece los métodos que serán útiles para la revisión sistemática.

Estableciendo componentes como:

- Identificar la necesidad de la revisión.
- Formular las preguntas de investigación que se deben de responder en el transcurso de la SRL.
- Desarrollar un protocolo de revisión de búsqueda. En donde se adjuntará la estrategia de búsqueda para encontrar los estudios primarios, incluyendo los términos de búsqueda y los recursos que se utilizaron, tales como base de datos y revistas. Y también se verán los criterios de búsqueda, que determinan qué estudios se van a excluir o a incluir en la revisión sistemática.
- Por último, la revisión del protocolo.

4.2.2. Fase de realización de la revisión

Después que el protocolo se haya establecido, se empieza a indagar información con cada uno de los procesos que se enumeran a continuación, empleando el protocolo de investigación.

- **Identificación de la investigación:** Con el objetivo de descubrir estudios correspondientes con la interrogante de la investigación, es necesario aplicar el proceso de búsqueda ya que es un factor que diferencia a las revisiones sistemáticas de las revisiones tradicionales.
- **selección de Estudio:** Una vez que se alcanzan los estudios primarios principalmente importantes deben ser evaluados por su significado real con el fin de evitar la probabilidad de sesgo durante el proceso de búsqueda
- **Evaluación de calidad del estudio:** es importante los criterios de inclusión y exclusión para evaluar la calidad de los estudios primarios.

- **Extracción de datos:** es diseñar formularios para la extracción de datos para inspeccionar la información y evitar sesgos.
- **Síntesis datos:** Implica la recopilación de datos y resumir los resultados de los estudios primarios.

4.2.3. Fase de reporte de la revisión

Esta fase final, involucra redactar los resultados de la SRL y divulgar a potenciales interesados. Por ello la profesora Barbara Kitchenham recomienda anunciar los resultados a través de: artículos técnicos en revistas y conferencias, reportes técnicos, en notas de prensa, artículos no técnicos en revistas para profesionales y en páginas web.

4.3. DESARROLLO DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA

Este presente trabajo de titulación obedece a las guías planteadas por la profesora Barbara Kitchenham, para la elaboración de la SLR. La cual menciona tres fases; planeamiento, realización o conducción de la revisión y reporte de resultados.

4.3.1. Fase de Planeación de la revisión

En esta fase se planificará y delimitará la SLR, que ayudará a recopilar las características primordiales de los sistemas operativos que se relacionan con el IoT relacionados con la agricultura.

Las actividades de la planificación de la revisión son:

4.3.1.1. Identificación de la necesidad de una revisión

La agricultura abarca muchas áreas en la vida del ser humano. Su importancia se puede notar en aspectos sobre políticas de subsidios, tanto a la producción como a la exportación. En la caída de precios de productos agrícolas debido a procesos de industrialización y a factores de mercado.

La agricultura es imprescindible en países como la India en donde 70% de los hogares rurales dependen de esta práctica. Donde el mayor sector proveedor de empleo es el sector agrícola con 60%, registrando un crecimiento muy importante en las últimas décadas.

Debido al aumento de la población mundial se han creado vitales necesidades en el ser humano, como el suministro de alimentos, revolución verde, surgiendo la obligación de buscar nuevas tecnologías modernas en la industria agrícola.

La seguridad alimentaria ha sido una de las principales preocupaciones de la humanidad. Los gobiernos luchan con este problema desde hace mucho tiempo, enfrentándose en las últimas décadas a grandes desafíos, teniendo un futuro sombrío por la escasez de alimentos y el continuo crecimiento de la población.

Al pasar el tiempo, el uso de la tecnología en la agricultura ha incrementado y ha tenido un fuerte impacto en el avance en el sector agrícola, permitiendo analizar y procesar datos en tiempo real. Es por eso por lo que IoT tiene un papel muy importante permitiendo contar con una gama de opciones de sistemas de alta tecnología que ayudan administrar un cultivo con sensores que permiten mediar las condiciones del ambiente y suelo, ya sea como temperatura, pH, humedad entre otras cosas, utilizando la nube y tecnologías de comunicación.

Esta SLR surge a partir de la necesidad de identificar estudios en donde se hable del estado actual, del papel que juegan los S.O haciendo uso del IoT (Internet de las cosas) en el impacto de la agricultura.

Se han realizado varios estudios donde se habla de sistemas IOT acerca de la agricultura 4.0, que hablan desde monitorear condiciones en los campos desde cualquier sitio y disponer información de los cultivos. Optimizar procedimientos agrícolas y otros temas adicionales. Pero no se encuentran estudios que hablen de S.O IoT en el sector agrícola. Por eso surge la necesidad de realizar una revisión sistemática de la literatura.

La SLR cuenta con los recursos necesarios para su ejecución, para la revisión se hizo uso de internet, y de las bases de datos que se muestran en la tabla 4.1.

Alcance y Beneficios de la revisión

Las revisiones sistemáticas son almacenadas en diferentes bases de datos y permite adquirir información confiable y crediticia en gran cantidad para la verificación del estado del arte de los sistemas operativos IoT para la agricultura 4.0 donde se analizará los estudios originales ayudando a situar el actual estado del tema a investigar y a la vez obtener resultados, conocimientos o proyectos nuevos y así ayudar en el área agrícola con su etapa de evolución dejando atrás a la agricultura tradicional y para ello surge la necesidad de indagar sobre este campo. ya que gracias

al avance de la tecnología y al sobre poblamiento mundial, es de gran importancia contribuir con un caso práctico en una de las empresas florícolas de Cotopaxi ayudando a estimar costos, tiempo y recursos económicos.

Uno de los objetivos principales es obtener un sistema operativo IoT con una visión de su arquitectura y programación que permite conexiones entre objetos inteligentes y humanos y junto a otras características requeridas lo que a menudo se convierten en tecnología de innovación que ayudará a la evolución digital e implica a una economía en crecimiento así también a construir un sistema de apoyo al desarrollo rural para efectuar las políticas de oferta y demanda de la agricultura. El propósito de este sistema operativo es construir un sistema confiable y amigable para la recopilación de datos verídicos en un campo específico de la agricultura.

Se estima realizar el trabajo en 4 meses. Esta revisión sistemática nos permite resumir información que ha sido arduamente recopilada y analizada con el fin de mostrar los datos más importantes que aporten un entendimiento claro del tema.

Con esta revisión sistemática se espera encontrar un S.O IoT que beneficie a la agricultura y de esta manera, ayudar a empresas que incursionen en el sector agrícola.

También se espera que con la creación del documento en donde se detalla una tabla comparativa, que especifique características, funcionalidades y el costo. Quedando como base este trabajo para futuros proyectos.

4.3.1.2. Preguntas de investigación

Las preguntas de investigación se plantearon de acuerdo con la delimitación del alcance de la revisión sistemática de literatura.

P1: ¿Cuál es el estado actual de los Sistemas Operativos que aplican IoT en la agricultura?

P2: ¿Cuáles son las características principales de los Sistemas Operativos que hacen uso del IoT en el sector agrícola?

P3: ¿Cuáles son los Sistemas Operativos de IoT recomendados para el sector agrícola?

4.3.1.3. Estructura de las preguntas

La estructura de las preguntas de investigación, según los criterios de PICOC, se definen por, la población, intervención, comparación y resultados.[36]

Población

En este caso la población la forman los artículos científicos de las bases de datos ya seleccionadas previamente en la revisión.

Intervención

Los componentes que forman parte de la intervención son las características principales de los Sistemas Operativos, aplicando IoT en el campo agrícola.

Comparación

No aplica para la SLR.

Resultados

Los resultados nos muestran el número de artículos científicos recopilados que permiten identificar las principales características de S.O que usan IoT, aplicados al sector agrícolas.

Contexto

Examinar la evidencia científica, relacionado a la publicación científica de S.O usando IoT en el sector agrícola.

4.3.1.4. Protocolo de búsqueda

En esta revisión sistemática se establecieron criterios de selección de artículos que hacen referencia a los objetivos que se plantearon desde el inicio en el trabajo de titulación.

Los criterios de inclusión

1. Documentos que sean artículos científicos.
2. Artículos científicos que hayan sido publicados desde el año 2017 en adelante.
3. Artículos científicos que estén escritos en el idioma de inglés
4. Artículos científicos que mencionan Sistemas Operativos, IoT y agricultura.

Los criterios de exclusión

1. Documentos que no sean artículos científicos.

2. Artículos científicos que hayan sido publicados antes del año 2017.
3. Artículos científicos escritos en otro idioma que no sea inglés.
4. Artículos científicos que no mencionen Sistemas Operáticos. IoT y Agricultura.

Selección de estudios primarios

Para esta tarea se utilizó los criterios de inclusión y exclusión relacionados a las preguntas de investigación. En sí, consiste en leer cada trabajo obtenido con los criterios para determinar si son incluidos o excluidos.

Este proceso fue realizado por ambas integrantes durante la búsqueda y descarga de artículos científicos.

Evaluación de calidad de los estudios

En esta subsección se desarrolló, una lista que permitió evaluar la calidad de los estudios primarios y guiar el desarrollo de la revisión:

- ¿Cumple con los criterios de inclusión o exclusión?
- ¿Se revisó el estudio para verificar que cumple con los criterios de inclusión?
- ¿Los estudios seleccionados son experimentales?
- ¿El autor o autores sustentan el problema de investigación?
- ¿El autor o autores justifican el uso del Sistemas operativos haciendo uso del IoT en el sector agrícola?

Extracción de datos

Esta tarea implica recoger los datos de los estudios primarios seleccionados, utilizando Excel para crear un formulario de extracción de datos, diseñado con anticipación con el tutor académico, el mismo que cumple con el papel de revisor. También fue importante utilizar el gestor bibliográfico Mendeley, para ir almacenando y revisando los artículos seleccionados.

Los datos a incluidos en la plantilla son:

- Información bibliográfica (título, autor, referencia, año).
- Aplicación
- Área/línea de investigación priorizada.

- Funciones
- Conclusiones Relevantes.

Para aplicar los criterios de calidad, se revisó cada uno de los 17 artículos seleccionados en las bases de datos digitales, tales como Scopus y IEEE Xplore. Algunos aspectos básicos, pudieron tomarse del título del artículo, su resumen y de sus palabras claves. Pero para responder las preguntas de investigación se necesitó una revisión más profunda y extensa.

Método de Síntesis

El método de síntesis de datos se realizó de dos maneras: cuantitativo y cualitativo.

Método de síntesis cuantitativa:

- Recuento de estudios primarios clasificados según acuerdos de criterios.
- Conteo de número de artículos por año de publicación y fuente bibliográfica.

Método de síntesis cualitativa:

- Criterios de inclusión según la importancia de respuesta de las preguntas de investigación.

4.3.2. Fase de Realización de la revisión

Después que el protocolo se haya establecido, se empieza a indagar información con cada uno de los procesos que se enumeran a continuación.

4.3.2.1. Identificación de la investigación

Para ejecutar la búsqueda de la documentación del trabajo investigativo, se dispuso, utilizar específicamente las bases de datos de la presente investigación los cuales se aplicaron los siguientes temas: sistemas operativos, Internet de las cosas y agricultura, se realizaron las búsquedas en los días Abril del 2022 hasta junio del 2022.

Con mayor interés, se consultaron en las siguientes bases de datos:

Tabla 4.1: Base de datos utilizadas para la revisión.

BASE DE DATOS

Google Académico	https://sholar.google.es
Scopus	https://www.scopus.com
Web Science	https://www.webofscience.com
IEEE	https://ieeexplore.ieee.org

Generación de la estrategia de Búsqueda

- **Búsqueda automática**

Para las búsquedas automáticas se incluyeron las bibliotecas digitales: IEEE Xplore Digital Library, Scopus Library, Web Science y Google Académico, que se muestran en la tabla 1, con sus respectivos nombres y sus enlaces.

En el protocolo de búsqueda como criterios, se han seleccionado artículos que han sido publicados desde el año 2017. En la tabla 2 se detalla la estrategia de búsqueda, que es automática, para la revisión.

Tabla 4.2. Estrategia de búsqueda automática.

Base de Datos	Scopus
	IEEE
	Web Science
	Google Académico
Tipos de Publicación	Artículos científicos.
Búsqueda aplicada	Título
	Resumen
	Palabras claves
Idioma	Inglés
Periodo de Publicación	2017-2022

- **Términos de la búsqueda**

En la tabla 3 se muestran los términos que se utilizaron para realizar la búsqueda y los conectores.

Tabla 4.3. Términos de búsqueda.

Concepto	Sub-Cadena	Conector	Términos Alternativos
System operative	System operating	OR	System operating
IoT	IoT	AND	IoTs
Internet of Things	Internet of Things	OR	Internet of Things
Agriculture	Agriculture	AND	Agriculture

- **Cadena de búsqueda**

La búsqueda de datos de la SLR se llevó a cabo, principalmente por el uso de sistemas operativos que tienen relación con la agricultura, aplicando IoT. Por ende, se definen tres términos para la cadena de búsqueda, utilizando conectores booleanos tales como: AND y OR, para los términos alternativos, es decir, permitiendo relacionar sinónimos o términos similares al término principal. En la tabla 4 se detallan las cadenas de búsqueda de cada base de datos en línea. Para la revisión, se tomó en cuenta, únicamente artículos científicos y aplicando los criterios de búsqueda. En la tabla 4 se muestran las cadenas de búsquedas utilizadas.

Tabla 4.4. Cadena de búsqueda (“operative system” OR “operating system”) AND (IoT OR IoTs OR “internet of things”) AND (agriculture)

Biblioteca Digital SCOPUS	
C01:	TITLE-ABS-KEY (“operating system” OR “operative system”) AND TITLE-ABS-KEY (iot OR iots OR “internet of things”) AND TITLE-ABS-KEY (agriculture)

Biblioteca Digital WEB SCIENCE	
C02:	TS=("operating system" OR "operative system") AND TS=(IoT OR IoTS OR "Internet of things") AND TS=(agriculture)
Biblioteca Digital IEEE XPLORE	
C03:	("All Metadata":"operating system" OR "All Metadata":"operative system") AND ("All Metadata":IoT OR "All Metadata":IoTs OR "All Metadata":"internet of things") AND ("All Metadata":agriculture)
Biblioteca Digital GOOGLE ACADÉMICO	
C04:	("operative system" OR "operating system") AND (IoT OR IoTS OR "internet of things") AND (agriculture) allintitle: AND agriculture "operative system" OR "operating system" OR IoT OR IoTS OR "internet of things"

En la sesión de anexos B, en la tabla 7.1 se detallan los 165 artículos científicos encontrados, con su numeración, título, autor/res, año, volumen y la base de dato, de donde fue encontrado. Resultado de la búsqueda automática, empleando las cadenas de búsquedas y términos de búsqueda.

4.3.2.2. Selección de estudios primarios

Antes de aplicar los criterios de selección de búsquedas, en la figura 4.1 se detallan la cantidad de artículos encontrados.



Figura 4.1. Resultado de cada base de dato digital, dando un total de 165 artículos.

Para la selección de los estudios primarios se realizó los siguientes pasos.

- **1 paso:** Identificar los artículos que se duplicaban en cada base de datos para posteriormente eliminar uno de los que se repitan en una de las bases de datos. En la tabla 4.2 se muestran los resultados de esta actividad.
- **2 paso:** Mostrar resultados una vez que los artículos duplicados han sido eliminados.

En la tabla 4.6 se eliminaron los artículos duplicados, para que solo quedaran en una sola base de datos.

Tabla 4.5: Artículos eliminados por estar duplicados en las bases de datos digitales

RETETIDOS					
N°	TITLE	SCOPUS	WEB SCIENCE	IEEE	GOGLE ACADEMICO
7	A review of practice and implementation of the internet of things (IoT) for smallholder agriculture				X
8	A Review of Practice and Implementation of the Internet of Things (IoT) for Smallholder Agriculture				X
23	An IoT Agriculture System Using FIWARE	X			
24	An IoT Agriculture System Using FIWARE			X	
35	Climate Control of an Smart Greenhouse based on Android	X			
36	Climate Control of an Smart Greenhouse based on Android			X	
45	Design and implementation of a smart gateway for IoT applications using heterogeneous smart objects	X			
46	Design and implementation of a smart gateway for IoT applications using heterogeneous smart objects			X	
52	Design of intelligent rural system based on IOT	X			
53	Design of Intelligent Rural System Based on IOT			X	
56	Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino	X			
57	Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino			X	
60	Energy-Aware Wireless Sensor Networks for Smart Buildings: A Review		X		

61	Energy-aware wireless sensor networks for smart buildings: A review	X			
67	Impact of Using Electricity for Rural Warehouse Moisture Control System	X			
68	Impact of Using Electricity for Rural Warehouse Moisture Control System			X	
96	Iot Based Status Tracking and Controlling of Motor in Agricultural Farms	X			
97	Iot Based Status Tracking and Controlling of Motor in Agricultural Farms			X	
111	Krrushikar: Design and Development of a Seed Sowing Planter Bot and a Smart Greenhouse	X			
112	Krrushikar: Design and Development of a Seed Sowing Planter Bot and a Smart Greenhouse			X	
116	MyGreen: An IoT-Enabled Smart Greenhouse for Sustainable Agriculture	X			
117	MyGreen: An IoT-Enabled Smart Greenhouse for Sustainable Agriculture			X	
122	Radio Wave Attenuation Measurement System Based on RSSI for Precision Agriculture: Application to Tomato Greenhouses	X			
123	Radiowave attenuation measurement system based on rssi for precision agriculture: Application to tomato greenhouses		X		
139	Smart Phone Based Mobile Code Dissemination for Heterogeneous Wireless Sensor Networks	X			
140	Smart Phone Based Mobile Code Dissemination for Heterogeneous Wireless Sensor Networks			X	
155	Utility System for Elevating Pre and Post Production of Crops	X			
156	Utility System for Elevating Pre and Post Production of Crops			X	
162	WSN Operating Systems for Internet of Things(IoT): A Survey	X			
163	WSN Operating Systems for Internet of Things(IoT): A Survey			X	

Tabla 4.6. Artículos duplicados.

Base de Datos	Total	Eliminados	Total, Final
Scopus	63	7	56
IEEE Xplore	28	5	23
Web Science	5	2	3
Google Académico	69	1	68
Total	165	15	150

En la siguiente figura 4.2 se muestra el total de artículos que quedan en las bases de datos una vez que se eliminaron los duplicados.

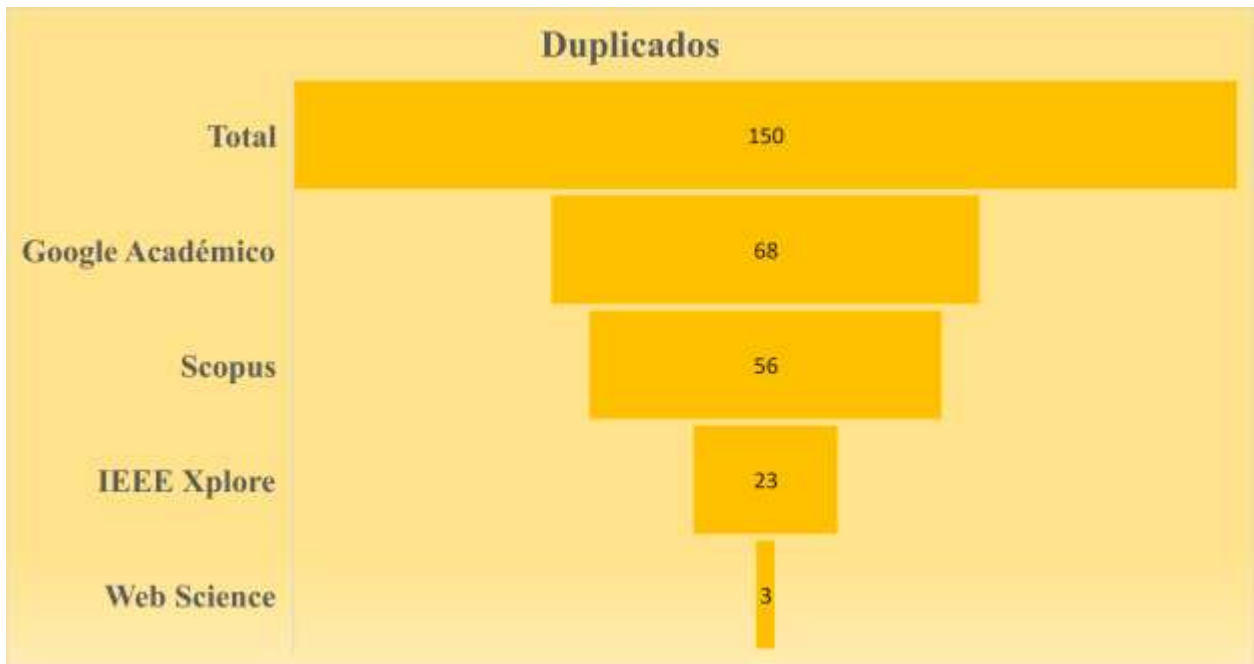


Figura 4.2. Resultado de los artículos eliminados por estar duplicados.

- **3 paso:** Aplicar los criterios de exclusión una vez que se obtenga el resultado de los artículos que fueron eliminados por estar duplicados. Estos criterios de exclusión ayudan a identificar que artículos no son factibles o recomendados para la revisión sistemática

En la siguiente tabla 4.8 se aplican los criterios de exclusión:

1. Documentos que no sean artículos científicos.
2. Artículos científicos que hayan sido publicados antes del año 2017.
3. Artículos científicos escritos en otro idioma que no sea inglés.
4. Artículos científicos que no mencionen Sistemas Operáticos. IoT y Agricultura.

Tabla 4.7: Criterios de Exclusión.

N°	Article Title	CRITERIO
1	2nd International Conference on Information Management and Machine Intelligence, ICIMMI 2020	4
2	6. Impact of IoT in agriculture: advances and challenges	2
3	A Comprehensive Review on Iot Based Smart Agriculture Monitoring System: Wireless Communication Technologies, Iot Platforms, Wireless Sensor Networks, Sensor Types and Security Challenges	2
4	A HYBRID MACHINE LEARNING BASED IOT APPLICATION TO MONITOR, ASSESS AND IMPROVE PRECISION IN AGRICULTURE SYSTEM	2
5	A Review of IoT Implementations in Environment and Agriculture	2
6	A review of IoT techniques and devices: smart agriculture perspective	2
8	A Review of Practice and Implementation of the Internet of Things (IoT) for Smallholder Agriculture	2
9	A Review of Various Agriculture Systems Based on IoT, Data Mining and Cloud	1
10	A review on advent of iot, cloud, and machine learning in agriculture	3
11	A revisit of internet of things technologies for monitoring and control strategies in smart agriculture	1
13	A study on the modeling of the IoT-based motion pattern analysis system to exterminating harmful wild animals	4
14	A survey on the role of Internet of Things for adopting and promoting Agriculture 4.0	4
15	Adoption of the Internet of Things (IoT) in agriculture and smart farming towards urban greening: A review	4

N°	Article Title	CRITERIO
17	Agriculture IoT: Emerging trends, cooperation networks, and outlook	4
18	Agriculture-Food Supply Chain Management Based on Blockchain and IoT: A Narrative on Enterprise Blockchain Interoperability	2
19	AgriFusion: An architecture for IoT and emerging technologies based on a precision agriculture survey	1
20	AGROIoT - IoT Assisted Farming	4
21	An Advanced Irrigation System for Smart Agriculture Using the Internet of Things	4
22	An Android-Based Solution for Solar Power Harvesting and Irrigation Using IoT	4
25	An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges	2
26	Analysis of agricultural automation system based on internet of things under new energy background	4
27	Applications of Internet of Things and Unmanned Aerial Vehicle in Smart Agriculture: A Review	1
29	Automatic monitoring and control of shrimp aquaculture and paddy field based on embedded system and IoT	1
30	Automation and digitization of agriculture using artificial intelligence and internet of things	1
31	Blockchain with IoT and AI: A review of agriculture and healthcare	3
32	Bringing ROS to agriculture automation: Hardware abstraction of agriculture machinery	4
33	Challenges and opportunities for IoT applications in smart agriculture	4
34	Challenges and Opportunities of Internet of Things in Smart Agriculture: A Review	4
37	Cloud computing for IoT applications in climate-smart agriculture: A review on the trends and challenges toward sustainability	4
38	Comparative study of android-based M-Apps for farmers	4
39	Comprehensive Review on Automation in Hydroponic Agriculture Using Machine Learning and IoT	4
40	Cost oriented software system for animal husbandry smart automation	4
41	Crop Health Monitoring System	4

N°	Article Title	CRITERIO
43	Cultivation Chamber for Remote Management of Environmental Parameters of Horticultural Seedbeds	4
44	Current trends and challenges in the deployment of IoT technologies for climate smart facility agriculture	1
46	Design and implementation of a smart gateway for IoT applications using heterogeneous smart objects	1
48	Usage of Internet of Things Based Devices in Smart Agriculture for Monitoring the field and Pest Control	3
50	Design of decision support system to identify crop water need	4
51	Design of horticultural wireless intelligent maintenance system based on STM32 and Android	4
53	Design of Intelligent Rural System Based on IOT	2
54	Detecting IoT malware by markov chain behavioral models	4
55	Development of precision farming using modular multi node sensor	4
58	Development of Temperature and Humidity Control System in Internet-of-Things based Oyster Mushroom Cultivation	2
59	Emerging trends in the use of IoT in agriculture and food supply chain management: a theoretical analysis	2
61	Energy-aware wireless sensor networks for smart buildings: A review	4
62	Environment monitoring system for agricultural application based on wireless sensor network	4
63	Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture	1
64	Exploiting IoT and its enabled technologies for irrigation needs in agriculture	1
65	High yield groundnut agronomy: An IoT based precision farming framework	4
68	Impact of Using Electricity for Rural Warehouse Moisture Control System	4
69	Implementation of information system in oil palm breeding research: FGV's experiences	4
70	Innovative IoT sensing and communication unit in agriculture	4
71	Integrating blockchain and the internet of things in precision agriculture: Analysis, opportunities, and challenges	2
72	Intelligent circulation system modeling using bilateral matching theory under Internet of Things technology	2
73	Intelligent Greenhouse Information Collection and Control System Based on Internet of Things	4

N°	Article Title	CRITERIO
74	International Conference on Network Security and Blockchain Technology, ICNSBT 2021	4
75	Internet of Things (IoT) in Agriculture: an Overview of the Concepts and Challenges in its Implementation	1
76	Internet of things and data analysis in agriculture	1
77	Internet of Things application in Indian agriculture, challenges and effect on the extension advisory services—a review	1
78	Internet of Things for agriculture: state of the art and application scenario in Italy	3
79	Internet of Things for Smart Agriculture in Nigeria and Africa: A Review	4
80	Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges	2
81	Internet of Things in Precision Agriculture: A Survey on Sensing Mechanisms, Potential Applications, and Challenges	1
82	Internet of Things in Smart Agriculture: Challenges, Opportunities and Future Directions	1
83	Internet of Things in Smart Agriculture—Possibilities and Challenges	1
84	Internet of things: Automatic sprinklers in prototyping greenhouse using smartphone based android	4
85	Internet of Things-based agriculture: a review of security threats and countermeasures	4
86	Internet of things-based hardware and software for smart agriculture: A review	4
87	Introducing internet of things in agriculture in our region: possibilities and challenges	4
88	IoT and Machine Learning-Based Approaches for Real Time Environment Parameters Monitoring in Agriculture: An Empirical Review	4
89	IoT android gateway for monitoring and control a WSN	4
90	Iot applications in smart agriculture: Issues and challenges	4
91	IoT Architecture: Challenges and Open Research Issues	4
92	IoT as a Backbone of Intelligent Homestead Automation	4
93	IoT based agriculture 4.0: challenges and opportunities	4
94	IoT based Automatic Attendance Management System	4

N°	Article Title	CRITERIO
95	IoT Based Power Efficient Agro Field Monitoring and Irrigation Control System : An Empirical Implementation in Precision Agriculture	4
97	Iot Based Status Tracking and Controlling of Motor in Agricultural Farms	4
98	IoT based Sustainable Agriculture-Advances, Challenges and Opportunities	4
99	IoT Ecosystem: A Survey on Devices, Gateways, Operating Systems, Middleware and Communication	4
100	IOT Enabled Smart Drip Irrigation System Using Web/Android Applications	4
101	IoT for precision agriculture: trends and challenges	4
102	IoT for promoting agriculture 4.0: a review from the perspective of weather monitoring, yield prediction, security of WSN protocols, and hardware cost analysis	4
103	IoT in agriculture: challenges and opportunities	4
104	IoT, big data and artificial intelligence in agriculture and food industry	4
105	IoT: Protocols, challenges, and opportunities with agriculture perspective	4
106	IoT-based automated solution to irrigation: An approach to control electric motors through Android phones	4
107	IOT-Based Online FIR Assistance System with Two-Way Security Using Image Processing	4
108	IoT-based smart irrigation systems: An overview on the recent trends on sensors and IoT systems for irrigation in precision agriculture	4
109	IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges	4
110	IoT-equipped and AI-enabled next generation smart agriculture: a critical review, current challenges and future trends	4
112	Krrushikar: Design and Development of a Seed Sowing Planter Bot and a Smart Greenhouse	4
113	Machine learning applications in IoT based agriculture and smart farming: A review	4
115	Measuring IoT Security Issues and Control Home Lighting System by Android Application Using Arduino Uno and HC-05 Bluetooth Module	4

N°	Article Title	CRITERIO
118	On the Effect of k Values and Distance Metrics in KNN Algorithm for Android Malware Detection	4
119	Precision agriculture using IoT data analytics and machine learning	4
120	Preventing COVID-19 Spread Using Information and Communication Technology	1
124	Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey	1
125	Recent Development of AI and IoT in the field of Agriculture Industries: A Review	3
127	Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges	2
128	Review on Internet of Things (IOT) in agriculture: limitations and barriers of smart farming in oil palm plantation in Malaysia	4
129	Role of Internet of Things and Machine Learning in Precision Agriculture: A Short Review	4
130	Security and privacy for green IoT-based agriculture: Review, blockchain solutions, and challenges	4
131	SeNAPs: A platform for integrating time-series with modelling systems	4
132	Smart Agriculture with Advanced IoT Communication and Sensing Unit	4
133	Smart automated irrigation system with disease prediction	4
134	Smart greenhouse management system based on NB-IoT and smartphone	4
135	Smart Home Automation by Internet-of-Things Edge Computing Platform	4
136	Smart irrigation and Crop health prediction	2
137	Smart Irrigation Using Internet of Things	4
138	Smart Monitoring of Agricultural Field And Controlling of Water Pump Using Internet of Things	4
139	Smart Phone Based Mobile Code Dissemination for Heterogeneous Wireless Sensor Networks	4
141	Smart Plant Monitoring System using NodeMCU	4
142	Smart system monitoring agricultural land using Iot	4
143	Smart water dripping system for agriculture/farming	4
144	Smart Well Monitoring System	4

N°	Article Title	CRITERIO
145	Social internet of things in agriculture: an overview and future scope	4
146	Solar Powered IoT based Smart Solid Waste Management System	4
147	Survey on Challenges and Future Scope of IOT in Healthcare and Agriculture	4
148	Tamper-resistant code using optimal ROP gadgets for IoT devices	4
149	The Application of Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) in Agriculture: A Systematic Literature Review	4
150	The IoT Architectural Framework, Design Issues and Application Domains	4
151	Towards a Secure Internet of Things	3
153	Trends, Challenges and Opportunities for IoT in Smallholder Agriculture Sector: An Evaluation from the Perspective of Good Practices	4
154	Usage of Internet of Things Based Devices in Smart Agriculture for Monitoring the field and Pest Control	3
155	Utility System for Elevating Pre and Post Production of Crops	4
157	Utilization of Internet of Things and Wireless Sensor Networks for Sustainable Smallholder Agriculture	3
158	Utilization of the internet of things in agriculture: possibilities and challenges	4
159	Vertical Farming Trends and Challenges: A New Age of Agriculture Using IoT and Machine Learning	4
160	Visual Inspection Application of Substation Based on Internet of Things	4
161	Wireless Communication Technologies for Internet of Things and Precision Agriculture: A Review	3
164	WSN/Wi-Fi microchip-based agriculture parameter monitoring using IoT	4
165	WSNs and IoT Their Challenges and applications for Healthcare and Agriculture: A Survey.	3
Total		133

Tabla 4.8. Total, de artículos excluidos

Total	Excluidos
150	133

En la tabla 4.8 se muestra los artículos que fueron excluidos, por código y nombre y también se muestra porque criterio de exclusión fue descartado para la revisión.

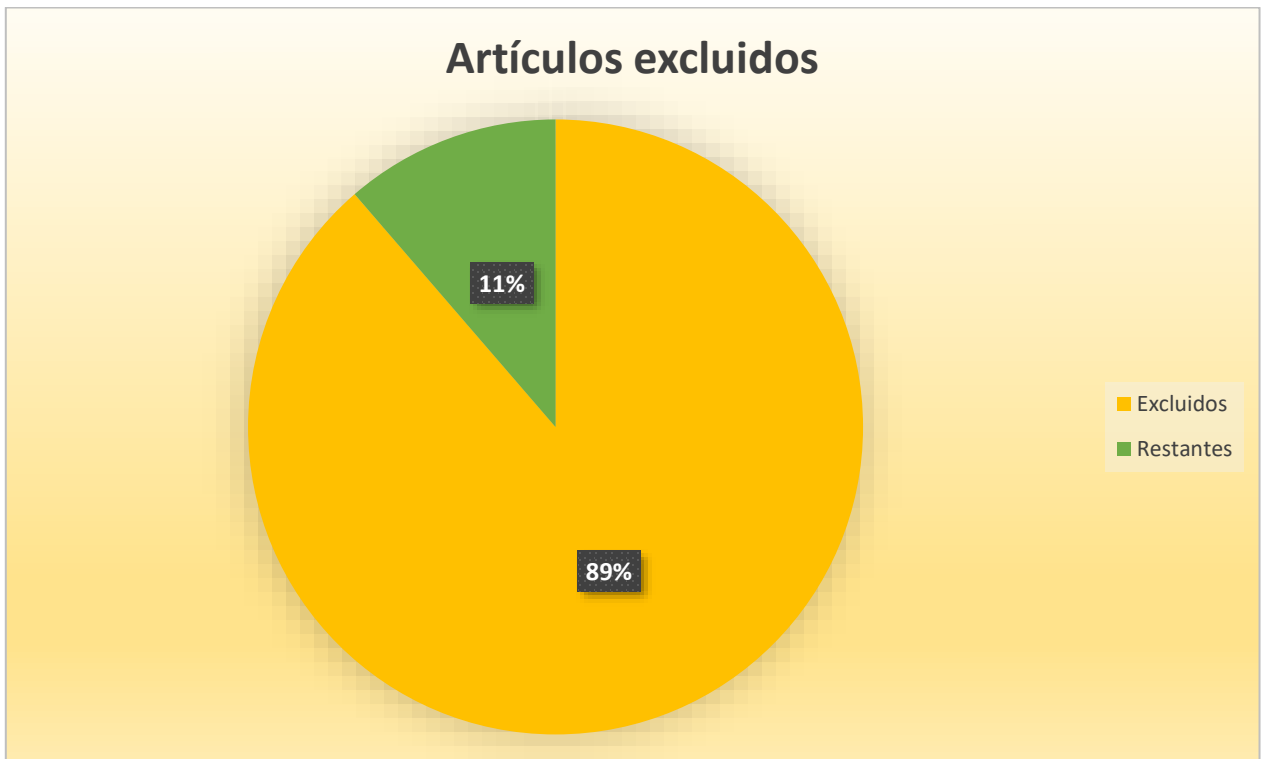


Figura 4.3. Artículos excluidos.

- **4 paso:** Aplicar los criterios de inclusión a los artículos científicos restantes.

En la tabla 4.10 se muestran los artículos incluidos una vez aplicados los criterios de búsqueda de inclusión, que arrojó como resultado 17 artículos que se relacionan con las preguntas de investigación.

Tabla 4.9: Resultados de artículos incluidos.

N°	Article Title	Year	BDD
12	A Smart Precision Irrigation and Monitoring System	2019	Scopus
16	Agricultural greenhouse environment monitoring system based on Internet of Things	2017	IEEE
23	An IoT Agriculture System Using FIWARE	2018	Scopus
28	Applications of temperature and humidity monitoring system at aeroponic plants based on IoT	2018	Scopus
35	Climate Control of an Smart Greenhouse based on Android	2019	Scopus
42	Crop Yield Estimation Using the Internet of Things	2021	Scopus
47	Design and Implementation of a Sustainable IOT Enabled Greenhouse Prototype	2018	Scopus
49	Design and Implementation of an Android-based Broiler Production Environment Monitoring System	2020	IEEE
56	Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino	2019	Scopus
66	Hypaponics-Monitoring and Controlling using Internet of Things and Machine Learning	2019	Scopus
114	Machine learning regression technique for cotton leaf disease detection and controlling using IoT	2017	IEEE
116	MyGreen: An IoT-Enabled Smart Greenhouse for Sustainable Agriculture	2021	Scopus
121	PROTOTYPE MODEL of POLY HOUSE FARMING USING SENSOR and IoT TECHNOLOGIES	2019	Scopus
123	Radiowave attenuation measurement system based on rssi for precision agriculture: Application to tomato greenhouses	2021	Scopus
126	Remote-Control System for Greenhouse Based on Open Source Hardware	2019	Scopus
152	Towards smart agriculture using FIWARE enablers	2018	Scopus
163	WSN Operating Systems for Internet of Things(IoT): A Survey	2019	IEEE

Se revisaron los 17 artículos si cumplían con los siguientes criterios de inclusión:

1. Documentos que sean artículos científicos.
2. Artículos científicos que hayan sido publicados desde el año 2017 en adelante.
3. Artículos científicos que estén escritos en el idioma de inglés
4. Artículos científicos que mencionan Sistemas Operativos, IoT y agricultura.

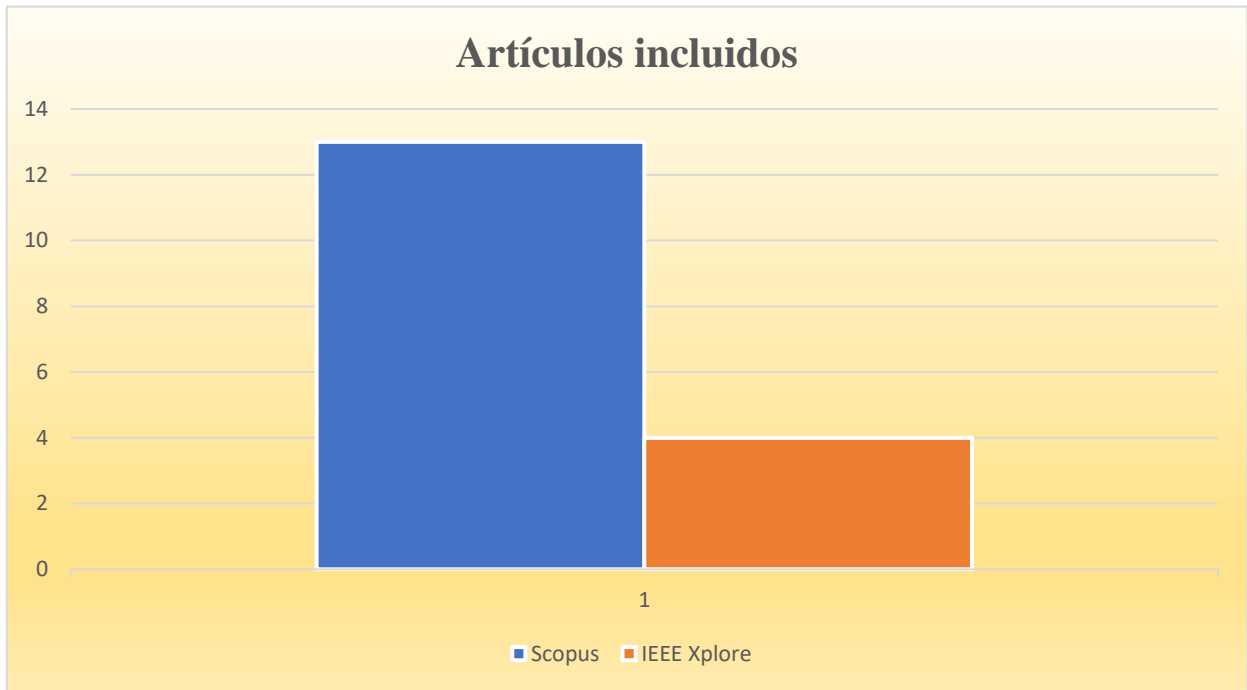


Figura 4.4. Artículos incluidos en las bases de datos Scopus y IEEE Xplore

En los resultados de los artículos incluidos 13 están en la base de datos Scopus y 4 en IEEE Xplore.

4.3.2.3. Evaluación de calidad de los Estudios

Esta actividad es complementaria a la anterior. En donde se consideró de mucha importancia evaluar la calidad del resultado de los estudios primarios seleccionados. Para dicha revisión, se tomó en cuenta los criterios de calidad que se muestran a continuación en la tabla 4.11.

Tabla 4.10: Verificación de calidad de Estudios.

N°	Article Title	¿Cumple con los criterios de inclusión o exclusión?	¿Se revisó el estudio para verificar que cumple con los criterios de inclusión?	¿Los estudios seleccionados son experimentales?	¿El autor o autores sustentan el problema de investigación?	¿Los estudios abordan las preguntas de investigación seleccionadas en la revisión?	¿El autor o autores justifican el uso del Sistemas operativos haciendo uso del IoT en el sector agrícola?
12	A Smart Precision Irrigation and Monitoring System	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16	Agricultural greenhouse environment monitoring system based on Internet of Things	SI	SI	SI	SI	SI	SI
23	An IoT Agriculture System Using FIWARE	SI	SI	SI	SI	SI	SI
28	Applications of temperature and humidity monitoring system at aerophonic plants based on IoT	SI	SI	SI	SI	SI	SI

35	Climate Control of an Smart Greenhouse based on Android	SI	SI	SI	SI	SI	SI
42	Crop Yield Estimation Using the Internet of Things	SI	SI	SI	SI	SI	SI
47	Design and Implementation of a Sustainable IOT Enabled Greenhouse Prototype	SI	SI	SI	SI	SI	SI
49	Design and Implementation of an Android-based Broiler Production Environment Monitoring System	SI	SI	SI	SI	SI	SI
56	Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino	SI	SI	SI	SI	SI	SI
66	Hypaponics-Monitoring and Controlling using Internet of Things and Machine Learning	SI	SI	SI	SI	SI	SI
114	Machine learning regression technique for cotton leaf disease detection and controlling using IoT	SI	SI	SI	SI	SI	SI
116	MyGreen: An IoT-Enabled Smart Greenhouse for Sustainable Agriculture	SI	SI	SI	SI	SI	SI
121	PROTOTYPE MODEL of POLY HOUSE FARMING USING SENSOR and IoT TECHNOLOGIES	SI	SI	SI	SI	SI	SI
123	Radiowave attenuation measurement system based on rssi for precision	SI	SI	SI	SI	SI	SI

	agriculture: Application to tomato greenhouses						
126	Remote-Control System for Greenhouse Based on Open Source Hardware	SI	SI	SI	SI	SI	SI
152	Towards smart agriculture using FIWARE enablers	SI	SI	NO	SI	SI	SI
163	WSN Operating Systems for Internet of Things(IoT): A Survey	SI	SI	NO	SI	SI	SI

4.3.2.4. Extracción de datos

En esta etapa se diseñó formularios de extracción de datos para extraer la información necesaria de los estudios primarios. Se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley para guardar el respaldo de la selección de documentos. Donde se realizó búsquedas manuales de los estudios seleccionados para pasar a ser revisados por el equipo de investigación (estudiantes, tutor académico), una revisión completa. Se seleccionó un total de 17 artículos científicos para la extracción de datos.

En la tabla 4.12 se muestra el diseño del modelo de los formularios de extracción de datos.

Tabla 4.11: Formulario para la extracción de datos.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Nombre del estudio
		Autor	Nombre del autor
		Referencia	Numero referencia correspondiente a la bibliografía
		Año	Año de publicación
2	Aplicación		
3	Funciones		
4	Conclusiones Relevantes		

En el apartado de Anexos B, desde la tabla 7.2 hasta la tabla 7.14 se muestran los resultados de la extracción de datos de los 17 artículos incluidos.

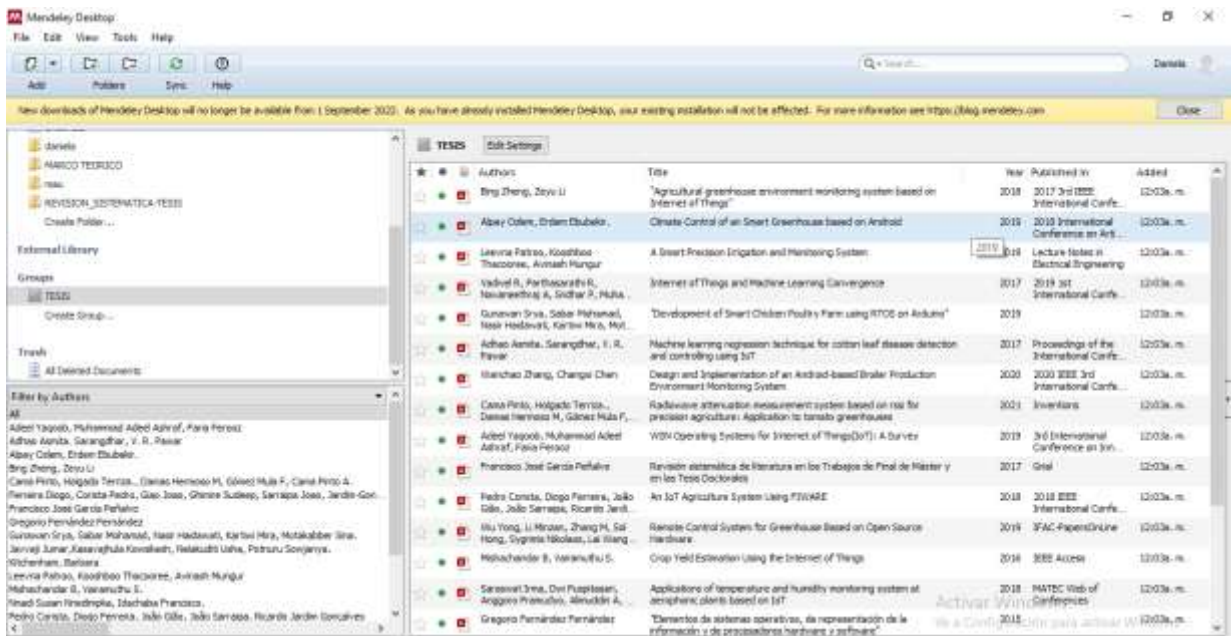


Figura 4.5. Documentos en el gestor bibliográfico Mendeley.

4.3.2.5. Sintetizar Datos

En la tabla 29 se presenta un resumen del proceso de selección de estudios. En donde se encontraron 165 artículos, al aplicar los criterios de inclusión o exclusión, quedaron 17 artículos científicos para contestar las preguntas de investigación.

- **Análisis cuantitativo**

Tabla 4.12. Resultados del análisis cuantitativo.

Biblioteca Digital	Cadena de búsqueda	Total, artículos	Eliminados Duplicados	Estudios Incluidos	Artículos Excluidos
SCOPUS	C01	63	7	13	50
WEB SCIENCE	C02	5	2	0	5
IEEE	C03	28	5	4	24

GOOGLE ACADÉMICO	C04	69	1	0	69
TOTAL		165	15	17	133

En los resultados se muestran 165 artículos en total, aplicando los criterios de inclusión y exclusión: el 76% de Scopus, el 24% de IEEE Xplore, en efecto los artículos incluidos o seleccionados en la revisión

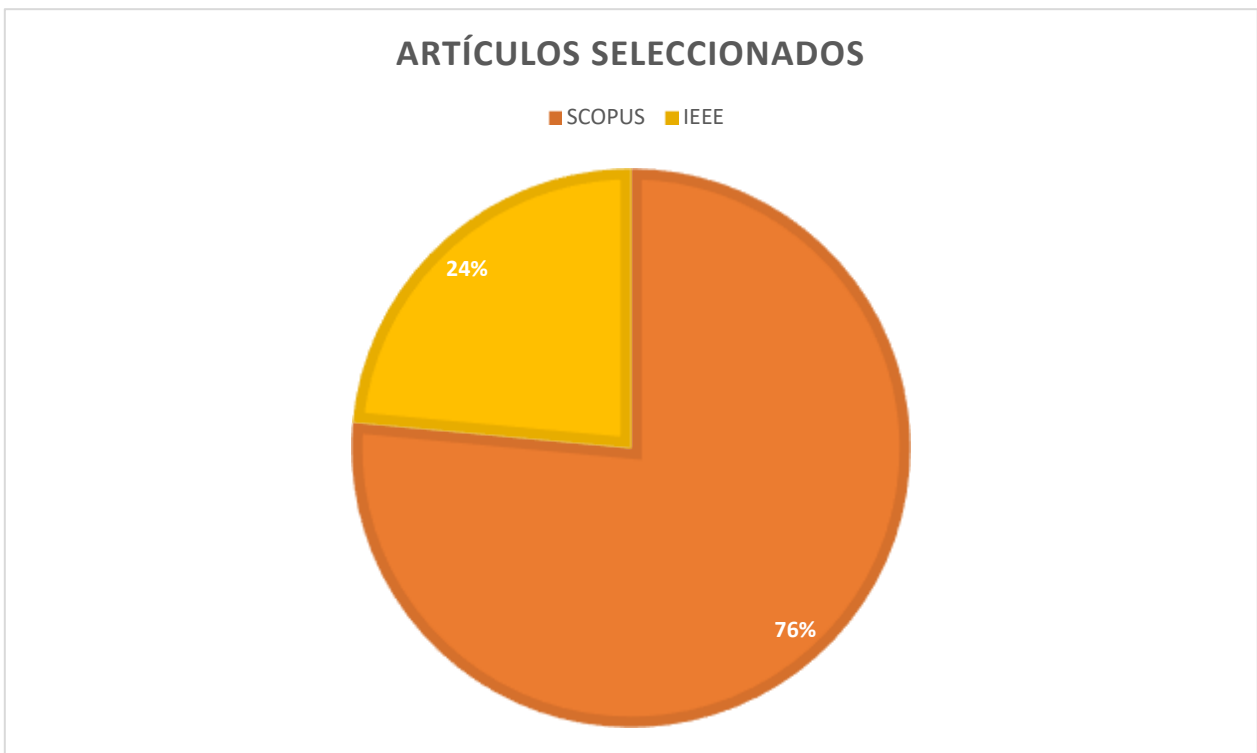


Figura 4.6. Grafica de los documentos seleccionados en las bases de datos digitales.

En la Figura 4.5, representa el año 2019 en la base de datos digital Scopus que hay el mayor número de publicaciones incluidas en la revisión



Figura 4.7. Estudios incluidos por año.

- **Análisis Cualitativo**

Se basa en inclusión de estudios seleccionados para cada criterio, según la importancia de las preguntas de investigación.

- **Preguntas de Investigación**

Para responder a las preguntas de investigación, se realizó una revisión más profunda de los artículos científicos seleccionados.

P1: ¿Cuál es el estado actual de los Sistemas Operativos que aplican IoT en la agricultura?

En los 17 artículos seleccionados, se identificó los sistemas operativos utilizados y se muestran en la tabla 4.11.

Tabla 4.13: Sistemas Operativos que se encontraron en cada artículo científico.

N°	Nombre del artículo	S. O		Clasificación
12	Un riego de precisión inteligente y Sistema de Monitoreo	Windows	Escritorio	Móvil
16	Sistema de Monitoreo Ambiental de Invernaderos Agrícolas Basado en Internet de Cosas	Linux	X	
23	Un sistema de agricultura IoT usando FIWARE	VF-OS	X	
28	Aplicaciones del sistema de monitorización de temperatura y humedad en plantas aerofónicas basado en IoT	Android		X
35	Climatización de un Invernadero Inteligente basado en Android	Android		X
42		Android		X
47	Diseño e Implementación de un IOT Sostenible Prototipo de invernadero habilitado	Android		X
49		Android		X
56	Desarrollo de Granja avícola inteligente usando RTOS en Arduino	RTOS	X	
66	Hypaponics-Vigilancia y control usando el Internet de las cosas y Machine Learning	Windows	X	
114	Técnica de regresión de aprendizaje automático para la detección y el control de enfermedades de la hoja de algodón usando IoT	Raspberry Pi OS	X	

116	MyGreen: un invernadero inteligente habilitado para IoT para la agricultura sostenible	DSS	X	
121	Modelo Prototipo de Poly agricultura en casa utilizando sensores y Tecnologías IoT	Android		X
123	Sistema de Medición de Atenuación de Ondas de Radio Basado en RSSI para Agricultura de Precisión: Aplicación a Invernaderos de Tomate	Contiki	X	
126	Sistema de control remoto para invernadero basado en hardware de código abierto	Android		X
152	Hacia una Agricultura Inteligente usando Habilitadores FIWARE	VF-OS	X	
163	Sistemas operativos WSN para Internet de las cosas (IoT): una encuesta	RIOT, Contiki, TinyOS, Mantis, Nano-RK, LiteOs	X	

A continuación, se da un pequeño concepto de cada Sistema Operativo utilizado en los artículos científicos seleccionados, y todos tienen una relación con redes inalámbricas de sensores en IoT aplicados al sector agrícola.

- **Android**

Es un sistema operativo de código abierto, diseñado por Google, para dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes, también lo podemos encontrar en relojes inteligentes, televisores o en modelos de coches en sus sistemas multimedia.

- **Windows IoT**

Es un sistema operativo de paga, desarrollado por Microsoft, para uso de ordenadores. Que cuenta con una interfaz de usuario gráfica, puede ejecutar varias tareas a la vez, y que integra a su vez recursos multimedia.

- **Linux**

Es un sistema operativo gratuito que no pertenece a ninguna compañía. Y su desarrollo es llevado a cabo por la colaboración de un gran número de profesionales. Y es considerada uno de los S.O más estables ya que su arquitectura dificulta la propagación de cualquier virus.

- **Vf-Os**

Es un sistema operativo de código abierto para fabricas virtuales, que permite a los desarrolladores de programas informáticos crear aplicaciones de forma más rápida y económica. Y está constituido por un sistema de comunicación, interfaz de programación de aplicaciones y almacenamiento de datos avanzados.

- **TinyOS**

Es un sistema operativo específico de la aplicación y basado en componentes, está diseñado para redes de sensores. Y es capaz de soportar programas paralelos usando muy poca memoria, por lo tanto, el tamaño de memoria requerido es bajo.

- **LiteOs**

Es un sistema operativo en tiempo real para el internet de las cosas, de código abierto, que está basado en Linux. Es muy ligero, solo pesa 10 Kilobytes y está escrito en lenguaje C++.

- **Mantis OS**

Es un sistema operativo de bajo consumo que ocupa 500 bytes y es específicamente para trabajar en el campo de la inteligencia artificial, multimod para redes de sensores inalámbricos. Teniendo

como característica principal que es portable para múltiples plataformas. También conocido como MOS, se crea en lenguaje C.

- **Raspberry Pi OS**

Este sistema Operativo es oficial de los Raspberry Pi está basado en Linux. Incluye diferentes paquetes y programas ya instalados, su peso total ronda entre unos 3GB. Utiliza una interfaz gráfica Pixel. Cuenta con tres versiones, la primera versión es la completa que pesa 3GB, la segunda versión estándar pesa casi 1GB y por último la segunda la LITE apenas ocupa 400MB

- **Contiki**

Es un sistema operativo portátil, multitarea. Diseñado para microcontroladores con poca memoria. Y es esencialmente para nodo de sensores.

- **Nano-RK**

Es un sistema operativo en tiempo real con soporte preventivo fijo para WSN. Nano-RK está diseñado para cumplir con los siguientes objetivos: límite de uso de recursos de aplicaciones, multitarea, soporte de programación.

- **RIOT**

Es un sistema operativo especializado para IoT, gratuito de código abierto. Y es compatible con los dispositivos IoT de bajo consumo, como microcontroladores (32 bits, 16 bits, 8bits).

- **RTOS**

Es un sistema operativo en tiempo real muy en particular, porque es ligero, y es utilizado para sistemas simples o que estén limitados. Y existe una gran gama de tipos de RTOS, como por ejemplo el FreeRTOS que es bajo licencia open-source MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts).

P2: ¿Cuáles son las características principales de los Sistemas Operativos que hacen uso del IoT en el sector agrícola?

En esta tabla se muestran las características principales de los sistemas operativos, de los artículos científicos seleccionados. Para la elección de indicadores, según G.Fernández, indican que las características más destacadas de los S.O, son: arquitectura, planificación, su modelo de programación, memoria, soporte, y en que lenguaje están escritos.[37] Todos los sistemas operativos discutidos están escritos en C o C++.

Tabla 4.14. Características de los S.O

S.O	LICENCIA	ARQUITECTURA	MODELO DE PROGRAMACIÓN	PLANIFICACIÓN	GESTIÓN DE MEMORIA	RECURSOS	FUNCIONES ADICIONALES	LENGUAJE	FUNCIONAMIENTO EN TIEMPO REAL	PLATAFORMAS COMPATIBLES
RIOT	Libre Comercial	Microkernel	Multihilo	Basados en prioridades	-Dinámica -Estática		-Uso de memoria baja. -API de Rust	-C -C++	SI	MSP430 ARM7 ARM Cortex-M AVR MIPS RISC-Vx86 Xtensa
TinyOS	Libre	Monolítica	-Impulsada por eventos	FIFO	Gestión de memoria estática	-Eventos de Finalización. - Virtualización	-Soporte para base de datos. -Protocolo de seguridad TinySec. --Plurilingue	NesC	NO	MSP430F1611
Mantis OS	Comercial	Capas	Hilos	-Basada en eventos. -Prioridad de Clases.	Gestión de memoria dinámica.	A través de semáforos.	-Multiplataforma -Desarrollo de aplicación en lenguaje C.	C	NO	PCs

S.O	LICENCIA	ARQUITECTURA	MODELO PROGRAMACIÓN	PLANIFICACIÓN	GESTIÓN DE MEMORIA	RECURSOS	FUNCIONES ADICIONALES	LENGUAJE	FUNCIONAMIENTO EN TIEMPO REAL	PLATAFORMAS COMPATIBLES
Nano-RK	Libre	Monolítica	Hilos	Tasa monotónica de programación.	Gestión de memoria estática.	Acceso serializado a través de semáforos y mutexes.	-Soporte de idiomas, plataformas disponibles y de documentación.	C	SI	PDA's FireFIY Montes MicaZ
Lite Os	Libre	Modular	Eventos e hilos.	Round Robin, pero basado en prioridades.	Gestión de memoria dinámica.	A través de primitivas de sincronización,	-Sistema de archivo LiteFs.	LiteC++	SI	GD32F4501 Arduino Zero Pro LPC54102 STM32F4291
Contiki	Libre	Modular	Eventos y Proto hilos	Eventos disparados en su ocurrencia, Prioridad de ocurrencia de interrupciones	Gestión de memoria dinámica.	Acceso serializado.	-Eficiente en términos de energía.	C	NO	MSP430 AVR Tmote Sky TelosB
RTOS	Libre	Microkernel	Mediante eventos usando primitivas.	Basada en prioridades.	Estática	Sincronización de tareas.	-Fiabilidad -Soporte para planificación.	-C - Ensamblador		ARM Atmel AVR PIC ESP32
Windows	Comercial	Modular	Orientada a eventos	Round Robin	Virtual	-	-Interfaz de usuario de UWP (Universal Windows Platform)	-C -C++	NO	ARM32 X64 X86
Linux	Libre	UML	Multihilo	Schedule	Paginación	-	-Multitarea y Multiusuario.	C	NO	Microcontrolador PIC
Android	Libre	Capas	Multihilo	-	Virtual	Acceso serializado.	-Plataforma abierta.	-C -C++	NO	-

Todos los sistemas operativos de código abierto son compatibles con la mayoría de los microcontroladores, pero los que son comerciales solo podrán ser usados en los dispositivos del propio fabricante.

P3: ¿Cuáles son los Sistemas Operativos de IoT recomendados para el sector agrícola?

De los detalles que se mencionaron en el artículo 163 y como resultado de la SLR, se destacan los siguientes sistemas operativos; RTOS y RIOT, son los sistemas operativos más recomendados para el sector agrícola ya que admiten aplicaciones en tiempo real.

Según los autores del artículo 163 “WSN Operating System for Internet of Things” mencionan que el sistema operativo RIOT es el más recomendado para trabajar en el sector agrícola debido a que admite aplicaciones en tiempo real y su modelo de programación está basado en subprocesos, gracias a esta característica facilita la codificación de los programadores.

Los autores del artículo 56 “Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino” afirman que RTOS muestra datos e información en tiempo real que respalda la toma de decisiones de forma rápida y detallada, debido a su bajo consumo de energía y tiempo de respuesta. Y mencionan a FreeRTOS que está en primer lugar de los RTOS que es de código abierto, gratuito y compatible con el microcontrolador Arduino. Siendo un entorno que asegura que todos los sensores de tareas que se creen en secuencia, si causar fallas. El programador tiene la posibilidad de proporcionar un patrón de ejecución determinista el que le permita al usuario asignar prioridades a cada subproceso de ejecución.

En el artículo 114 “Machine learning regression technique for cotton leaf disease detection and controlling using IoT” los autores mencionan al Raspberry pi OS en su trabajo que les ayuda que el sistema sea más rentable e independiente ya que al contar con una interfaz gráfica pixel hace que sea más fácil de utilizar y ligera. También hace que la conexión de los sensores que utilizan en su prototipo sea más fácil y eficiente. Su instalación no es tan compleja, se necesita solo descargar el instalador en una tarjeta SD.

4.3.2.6. Fase de Informe

En el apartado de Anexos se adjuntó un borrador de un artículo científico que muestra los resultados de la revisión sistemática de sistemas operativos IoT aplicados en el sector agrícola.

4.4. DESARROLLO DEL PROTOTIPO CON LAS PRÁCTICAS ÁGILES DE KANBAN

4.4.1.1. Entrevista

Esta técnica ha sido aplicada al gerente del “Invernadero ALEXANDER”, quien maneja toda la información necesaria de los procesos que se realizan dentro del invernadero.

Lugar: Empresa florícola “Invernadero ALEXANDER”

Fecha: 09/08/2022

Aplicada: Gerente

Entrevistador: ¿Actualmente tiene alguna forma de medir la humedad del suelo en su empresa?

Entrevistado: En nuestro invernadero la medición de la humedad es manual, nos fijamos en el color del suelo, si la masa es compacta o disuelta.

Entrevistador: ¿Qué tan necesario es medir la humedad del suelo para la producción de flores?

Entrevistado: Es importante medir la humedad ya que es importante para el desarrollo de las plantas y así se conseguir un buen tallo y botón de la rosa para su venta.

Entrevistador: ¿Es importante los niveles de humedad para la formación de la planta?

Entrevistado: Unos niveles suficientes de humedad del suelo son una condición importante para la formación adecuada de las plantas y el alto rendimiento de los cultivos para la planta

Entrevistador: ¿Conoce usted, la agricultura Inteligente o Internet de las cosas?

Entrevistado: No, en realidad no escuchado hablar acerca del tema, en todos los años que llevo trabajando

Entrevistador: ¿Cree que, aplicando la agricultura inteligente con un prototipo se podría medir de mejor manera la humedad en el suelo agrícola?

Entrevistado: Si, ayudara a mi cultivo de rosas a mejor el sistema que llevo contribuyendo en la disminución del consumo de agua.

Entrevistador: Para usted ¿Qué mejoras podría aportar un prototipo IoT para medir la humedad para el suelo agrícola en el cultivo de rosas?

Entrevistado: Ayudando a obtener una buena flor, sacando productos que se puedan vender mi a nivel nacional e internacional, ahorrando mi tiempo y recursos económicos y humanos.

4.4.1.2. Materiales

Tabla 4.15. Herramientas del prototipo requerimiento de voltaje para su uso

Herramientas	Voltaje
Módulo ESP32	3.7 v. y 5.0 v.
Sensor de Humedad	3.3 v. y 5 v.
Cable macho/hembra	300v máx.
Batería recargable	7 v
Placa Baquelita	

4.4.1.3. Recursos Humanos

- Docente Tutor
- Investigadores.
- Gerente

4.1.2.3. Institucionales

Empresa Florícola: Invernadero “Rosas Alexander”

4.1.2.4. Económicos

- **Gastos Directos**

Tabla 4.16. Costos unitarios de los materiales

Nombre	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Módulo ESP32	1	10.00	10
Sensor de Humedad	2	3.50	7.00
Cable macho/hembra	2	1.50	3.00
Batería recargable	1	23.00	23.00

Nombre	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Raspberry pi4	1	80.00	80.00
Arduino uno	1	14.00	14.00
Micro 32 GB	1	5.90	5.90
Convertidor Conmutado DC/DC	1	7.00	7.00
Placa Baquelita	1	15.00	15.00
Protoboard	1	12	12
TOTAL			\$176.90

Fuente. Elaborada por los investigadores

- **Gatos Indirectos**

Tabla 4.17. Gastos de indirectos

#	Detalle	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
1	Internet	Mes	3	25.00	75.00
2	Laptop	c/u	1	800.00	800.00
Total					\$875.00

Fuente. Elaborada por los investigadores

- **Costo total del prototipo**

Tabla 4.18. Costo del prototipo

GASTOS	VALOR
Gasto Directo	176.90
Gasto Indirecto	875.00
Total	\$1051.90

5. Fuente. Elaborada por los investigadores

4.4.2. Funcionamiento del Prototipo

4.4.2.1. Arquitectura del prototipo

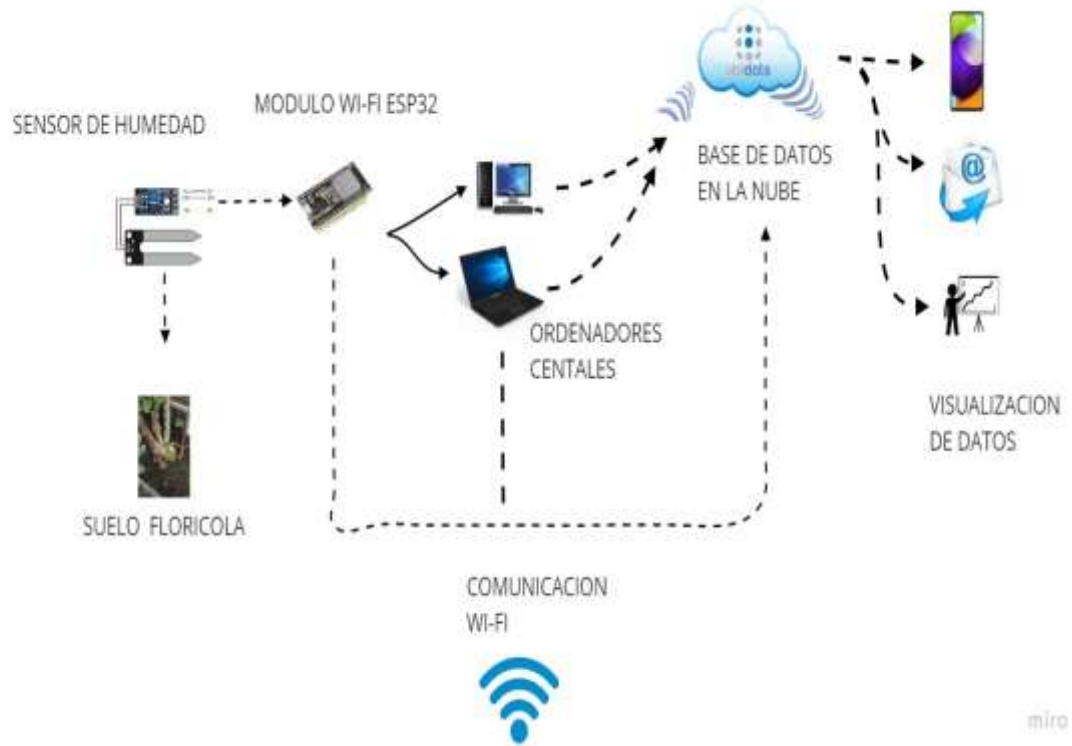


Figura 4.8. Arquitectura del prototipo simulado en tinkercad por los investigadores

El sistema basado en el internet de las cosas para el control y medición de la variable agroclimáticas consta de un sensor que será ubicado dentro del área de un invernadero para monitorear las variantes de humedad y temperatura, toda la información que obtengan dicho sensor será enviado a la placa microcontroladora (ESP32) el cual será encargado del procedimiento de la misma por medio de tecnología wifi para ser depositada en un almacenamiento de datos integrada en la plataforma Ubidots, siendo una plataforma basada en la nube que brinda servicios, permitiendo la visualización en dashboards y sencillo para el usuario, el sistema embebido está conformado por dos nodos: nodo lector(sensor DHT11) y nodo recolector(ESP32)

a. Nodo Sensor (Sensor inteligente: Dht11)

Es la herramienta encargada de verificar y monitorear el estado ambiental en que se encuentra el estado del suelo proveyendo los datos laidos aun nodo recolector, es decir, se dispone de un sensor

de humedad y temperatura del suelo. Dicha herramienta adquiere los datos que se enviarán al nodo lector.

4.4.2.2. Nodo Recolector (Modulo Wifi ESP32)

En esta sección el procedimiento de toda la información recibida por parte del nodo lector conformado por una placa microcontroladora de desarrollo transmitiendo información a través del protocolo de comunicación Wifi hacia un almacenamiento de datos en una plataforma IoT en la nube. Esta información se podrá plasmar en ubidots en tiempo real.

También se podrá generar reportes estadísticos y enviar a correos de los propietarios.

4.4.2.3. Diseño de Conexión del prototipo

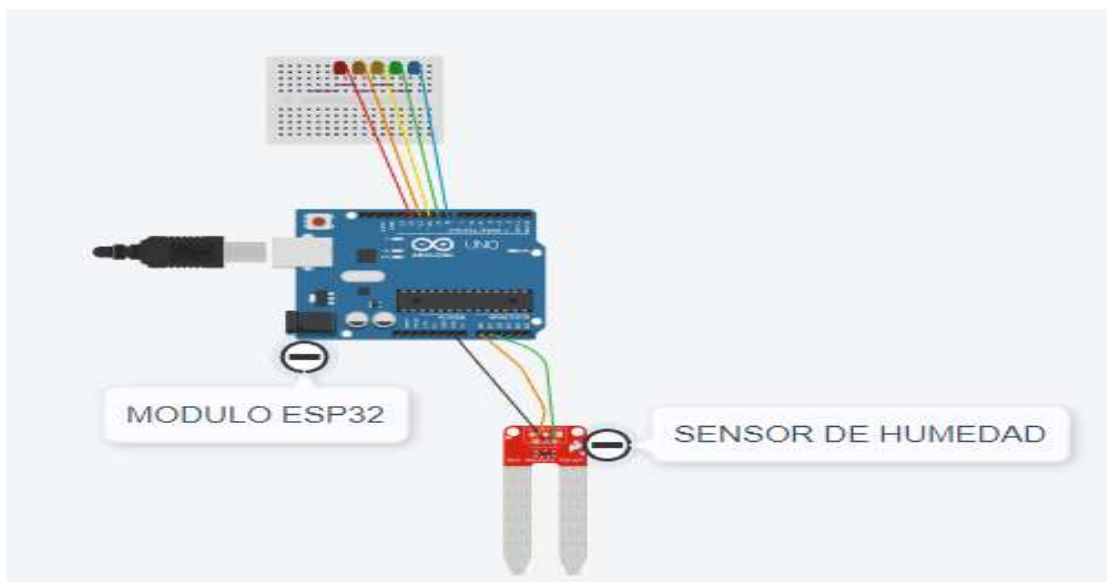


Figura 4.9. Simulación del prototipo con sus respectivas herramientas

4.4.3. Instalación de sistemas operativos

4.4.3.1. Instalación Sistema operativo FreeRTOS

Para la instalación del ID del arduino realizamos los siguientes pasos:

- Ingresamos a la página oficial de arduino <https://www.arduino.cc/en/software>.
- Seleccionamos la versión del arduino a instalar que es el 1.8.16

- Después de descargar el software, realizamos clic derecho sobre el archivo y seleccionamos la opción ejecutar, continuando con la interfaz de usuario realizamos clic en todo lo que diga siguiente, hasta encontrar la opción instalar.

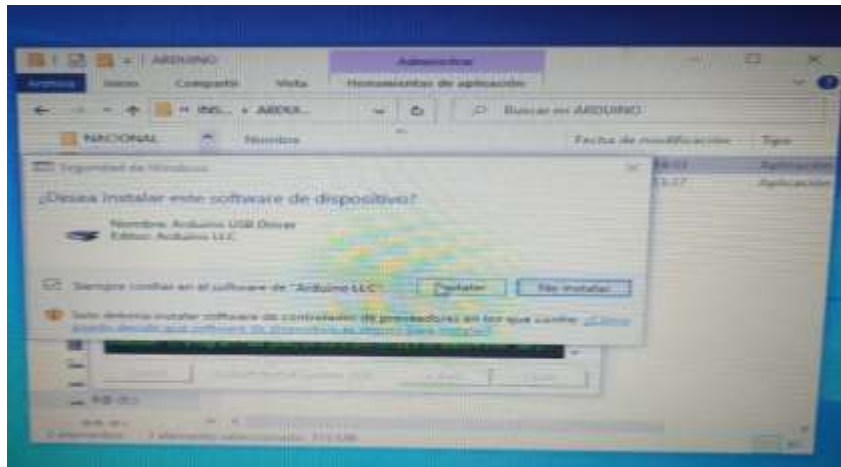


Figura 4.10. Instalación de software de arduino para ello en todas las interfaces hay que hacer clic en siguiente.

Finalización de la instalación del software.

Después de termine la instalación, elegir la opción “cerrar” para dar por terminado la opción de instalación del arduino.

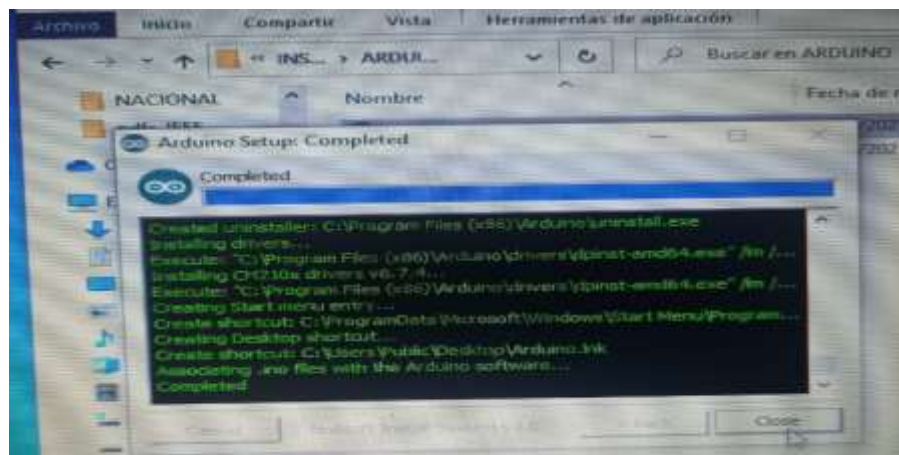


Figura 4.11. Después de haber completado la instalación, se visualiza una interfaz haciendo clic en finalizar.

Ingreso al programa

- Después de la instalación del software, abrimos la aplicación, visualizando su interfaz de usuario siendo fácil de utilizar.
- En el programa la barra de tareas tenemos archivos, editar, programa, herramientas y ayuda.

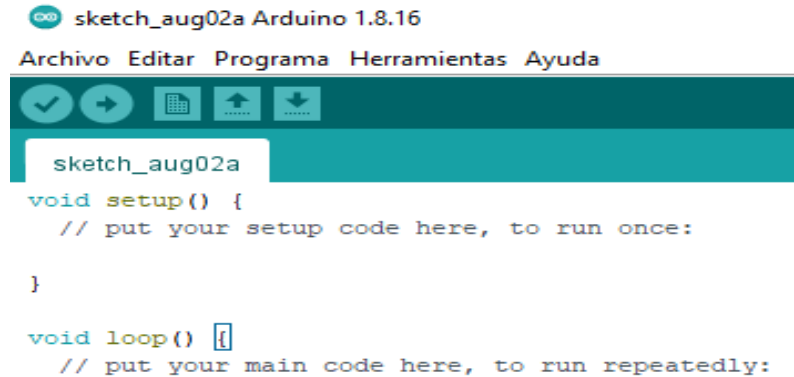


Figura 4.12. Abriendo el software de arduino, siendo su interacción con el usuario fácil de usar.

Instalación de librería

En FreeRTOS se estructura en un conjunto de n tareas autónomas entre sí.

- Para incluir la librería seleccionamos la opción programas visualizando las opciones a elegir.
- Seleccionamos la opción incluir librerías, en el cual también muestra su contenido.
- Elección de la opción administrar biblioteca.

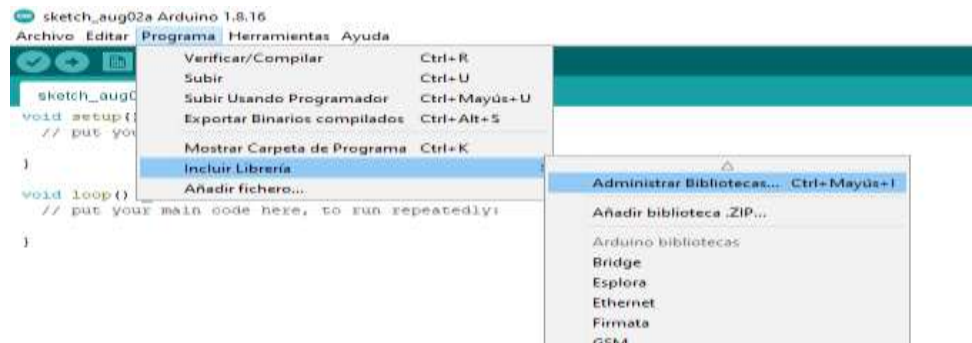


Figura 4.13. Para instar librerías, seleccionamos la opción Programa, incluir librería, administrar Bibliotecas.

Ventana de gestor de librería

- En esta interfaz gráfica seleccionamos la opción tipo: Todo en tema seleccionamos todos y en la barra de búsqueda FreeRTOS, teniendo en cuenta su versión.
- FreeRTOS informa en que hardware se puede instalar, aquí el mensaje recalca que puede ser instalado en el arduino uno, nano, Leonardo, Mega.
- Cada tarea se ejecuta en su propio contexto



Figura 4.14 .Ingresamos en la barra de búsqueda la librería FreeRTOS.

Selección de la versión del s.o a instalar

- Una vez seleccionamos precedemos hacer clic en instalar
- Es responsable de iniciar su ejecución.



Figura 4.15 .Ubicamos la versión de la librería FreeRTOS y Clic en instalar.

Visualización de la interfaz

- En el proceso de instalación del s.o con su respectiva versión.

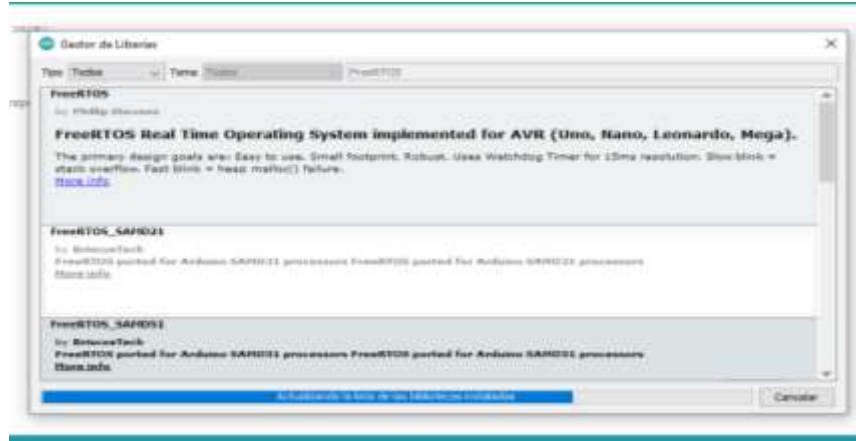


Figura 4.16. Visualización de su instalación.

Ingreso de librerías

- Ingreso de librerías como es el `#include "DHTesp.h"` el cual es la librería del sensor para medir la humedad del suelo.
- Ingreso de la librería como es el `#include "UbidotsEsp32Mqtt.h"` el cual es de la plataforma, a donde se va enviar los datos en tiempo real.
- Cada instancia tiene su propia copia de variables automáticas

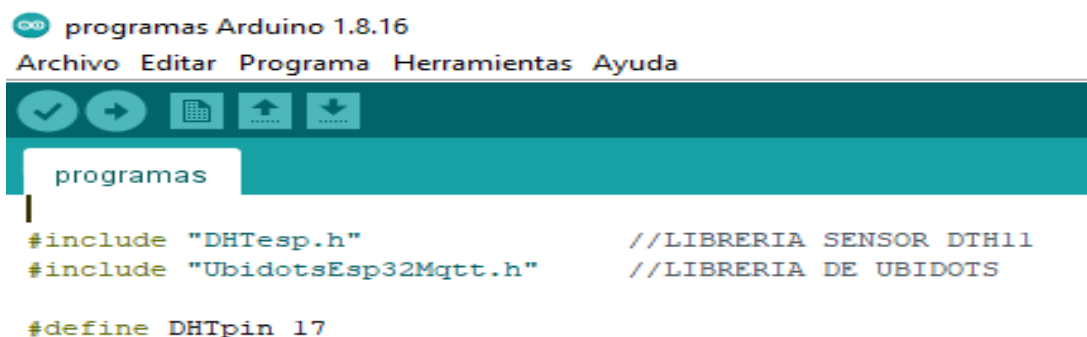


Figura 4.17. Ingreso de la librería para la conexión con la plataforma de ubidots en tiempo real.

Declaración de variable

- Declaración de la variable de la humedad del suelo como decimal y entero, para el prototipo a trabajar.

- Cada declaración de una función tiene su propia tarea en ejecución.

```
float humidity = 0;
int hum = 0;
```

Figura 4.18. Declaración de variables de humedad

Conexión de la red

- Para la conexión de prototipo a la red es necesario tener una red del internet por que la transmisión de datos será mediante wifi en tiempo real, para ello necesitamos ingresar una red con su respectiva contraseña el cual, se puede realizar los cambios y guardar

```
const char *UBIDOTS_TOKEN = "BBFF-qVTgYlfekRz15m8tM6wJCLGBpFMPjW";
const char *WIFI_SSID = "NETLIFE DELTA"; //NOMBRE DE LA RED INTERNET
const char *WIFI_PASS = "deltaT12344199044"; //CONTRASEÑA DE INTERNET
const char *DEVICE_LABEL = "iot";
const char *VARIABLE_LABEL_1 = "temp";
const char *VARIABLE_LABEL_2 = "hum";
```

Figura 4.19 .Ingreso d de la red de wifi y su contraseña.

Actulizacion de datos.

- Para la actualizacion de datos de la plataforma ubidots de toma encuesta el tiempo que se declara en actualizar o visualizar los datos en la plataforma, en este caso se opto que su actualizacion fuese cada 10000 milisequendo esto equivale a 10 segundos.

```
const int PUBLISH_FREQUENCY = 10000; //ACTUALIZACION DE DATOS UBIDOTS
unsigned long timer;
Ubidots ubidots(UBIDOTS_TOKEN);
```

Figura 4.20. Definición de tiempo para la lectura de datos.

Funcionamiento de FreeRTOS

- Funciona en base a tareas, cada tarea es importante y es por eso que se basa en prioridad
- Su proceso es un ciclo cerrado

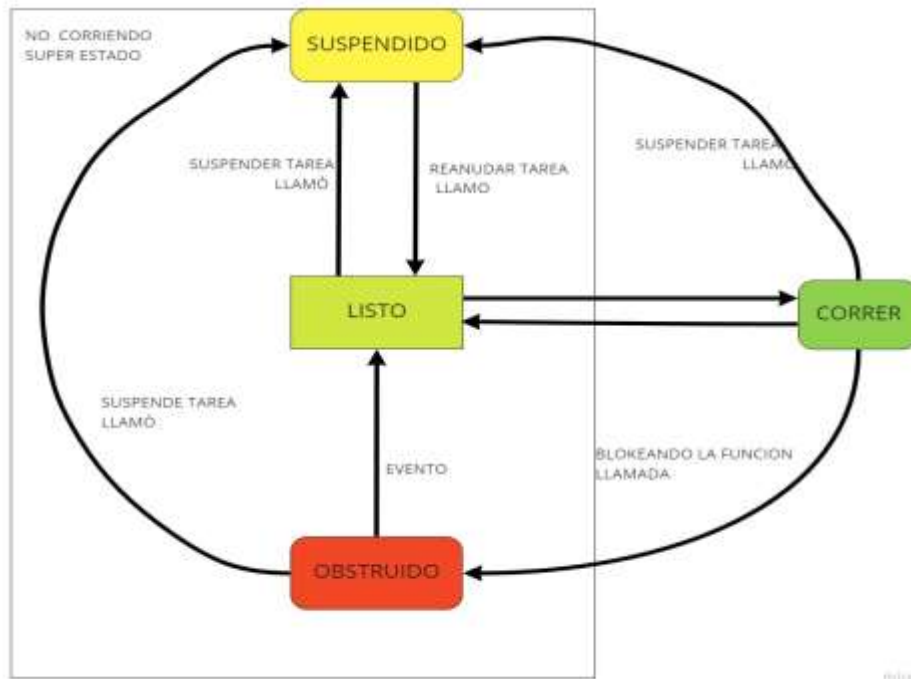


Figure 4.21. proceso de tareas que realiza el freeRTOS.

4.4.3.2. Instalación de s.o Raspberry

Instalación de raspberry

- Es rápida y fácil de instalar el sistema operativo.
- Selección de Raspberry Pi para un pc para Windows.



Figura 4.21. Seleccionamos para que sistema operativo se va a instalar.

Descargando el archivo Zip

- Ejecuta la aplicación y tras aceptar, selecciona la unidad donde se va a instalar en el sistema (tarjeta SD 32GB).
- Selección del sistema operativo a instalar.
- En cuestión de minutos ya estará todo hecho
- Introducir la tarjeta SD en la Raspberry Pi y conectar la corriente para que encienda y todo se inicie

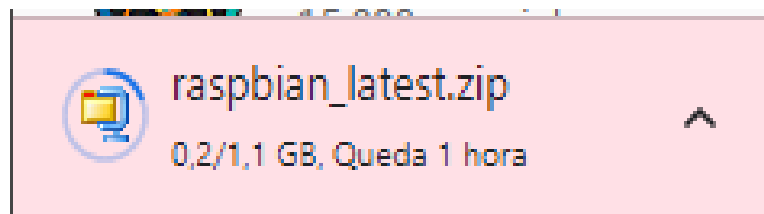


Figura 4.22. ejecución e instalación de raspbian.

Instalación

- Ingresamos el comando `sudo apt-get install idle3`, esperamos que realice la ejecución.

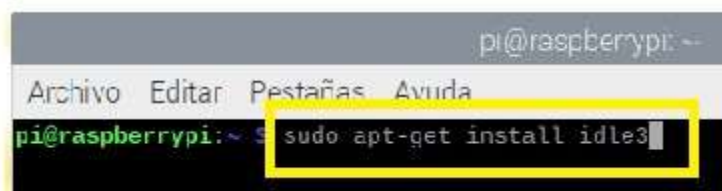
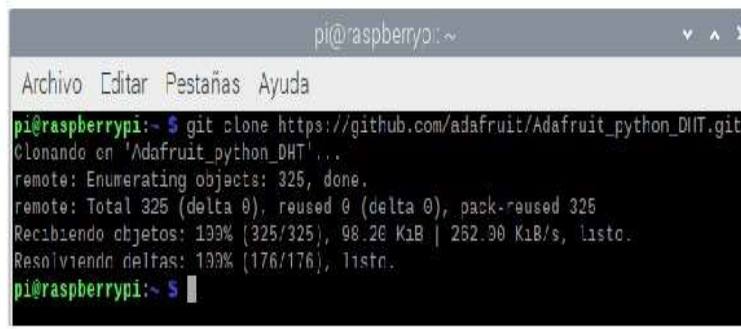


Figura 4.23. Instalacion de raspberrypi

Clonación de archivo

- Ingreso del comando `git clone https://github.com/adafruit/Adafruit_python_DUt.git`
- Esperamos que se clone la carpeta
- Importamos la librería DHT, esta librería está diseñada para comunicarse fácilmente con el sensor.

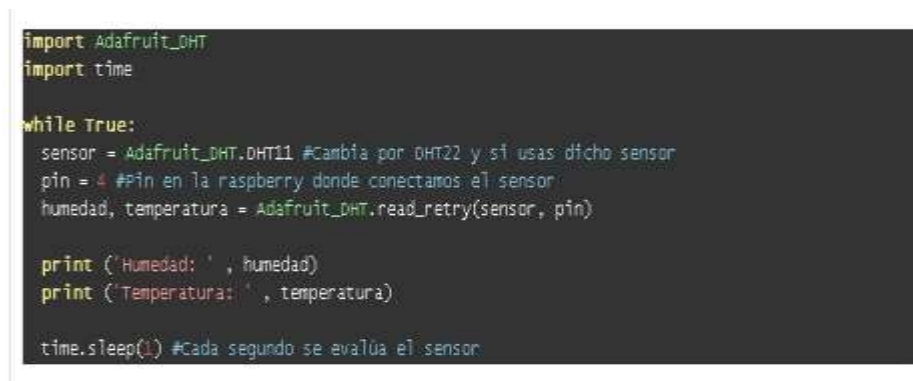


```
pi@raspberrypi:~$ git clone https://github.com/adafruit/Adafruit_python_DHT.git
Clonando en 'Adafruit_python_DHT'...
remote: Enumerating objects: 325, done.
remote: Total 325 (delta 0), reused 0 (delta 0), pack-reused 325
Receiving objects: 100% (325/325), 98.26 KiB | 262.90 KiB/s, listo.
Resolviendo deltas: 100% (176/176), listo.
pi@raspberrypi:~$
```

Figura 4.24. Clonacion de archivos.

Bucle while

- En el bucle while if se procede a trabajar con el sensor de humedad y temperatura recolectando valores del suelo.



```
import Adafruit_DHT
import time

while True:
    sensor = Adafruit_DHT.DHT11 #Cambia por DHT22 y si usas dicho sensor
    pin = 4 #Pin en la raspberry donde conectamos el sensor
    humedad, temperatura = Adafruit_DHT.read_retry(sensor, pin)

    print ('Humedad: ', humedad)
    print ('Temperatura: ', temperatura)

    time.sleep(1) #Cada segundo se evalúa el sensor
```

Figura 4.25. Proceso de comunicación con el sensor para la toma de valore.

Visualización de valores

- En el caso de visualización de valores se muestra el funcionamiento del sensor dando como resultados humedad y temperatura,

```
Python 3.7.3 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help
Python 3.7.3 (default, Apr 3 2019, 05:39:12)
[GCC 8.2.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for
>>>
===== RESTART: /home/pi/Desktop/codigo_sim
Humedad: 50.0
Temperatura: 24.0
Humedad: 56.0
Temperatura: 24.0
Humedad: 55.0
Temperatura: 24.0
Humedad: 55.0
Temperatura: 24.0
Humedad: 55.0
Temperatura: 24.0
```

Figura 4.26. Resultado de valores de variables a trabajar.

4.4.4. Creación de una cuenta en la plataforma Ubidots

Creación de una cuenta en ubidots es importante:

Ingreso a la página oficial desde cualquier navegador

- Ingresar la página oficial a <https://ubidots.com/>, seleccionado es importante la creación importante tener un correo. Clic seleccionando en el primer enlace.

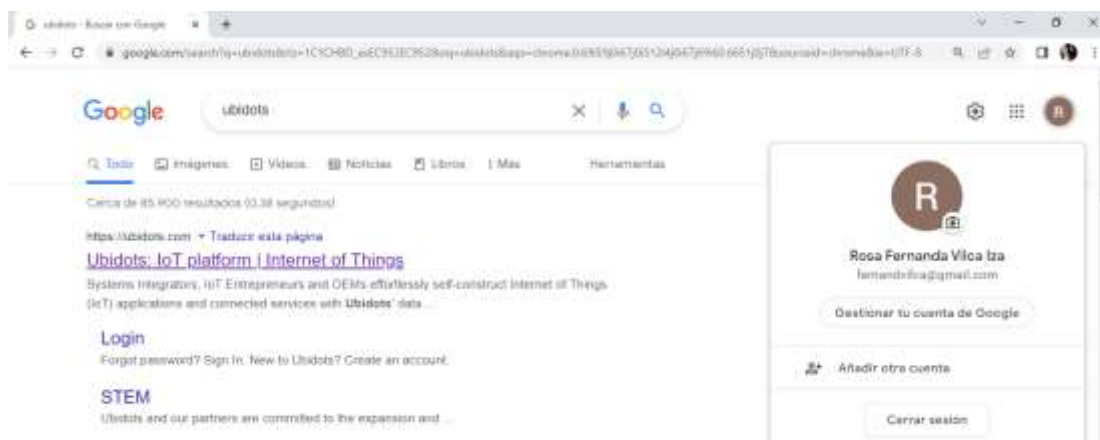


Figura 4.27. Búsqueda de la página oficial de ubidots en el navegador Chrome.

Creación de cuenta

- Para la creación de cuenta es importante ir a registrarse: llenando los campos de en el mismo que se visualiza una interfaz gráfica fácil de utilizar.

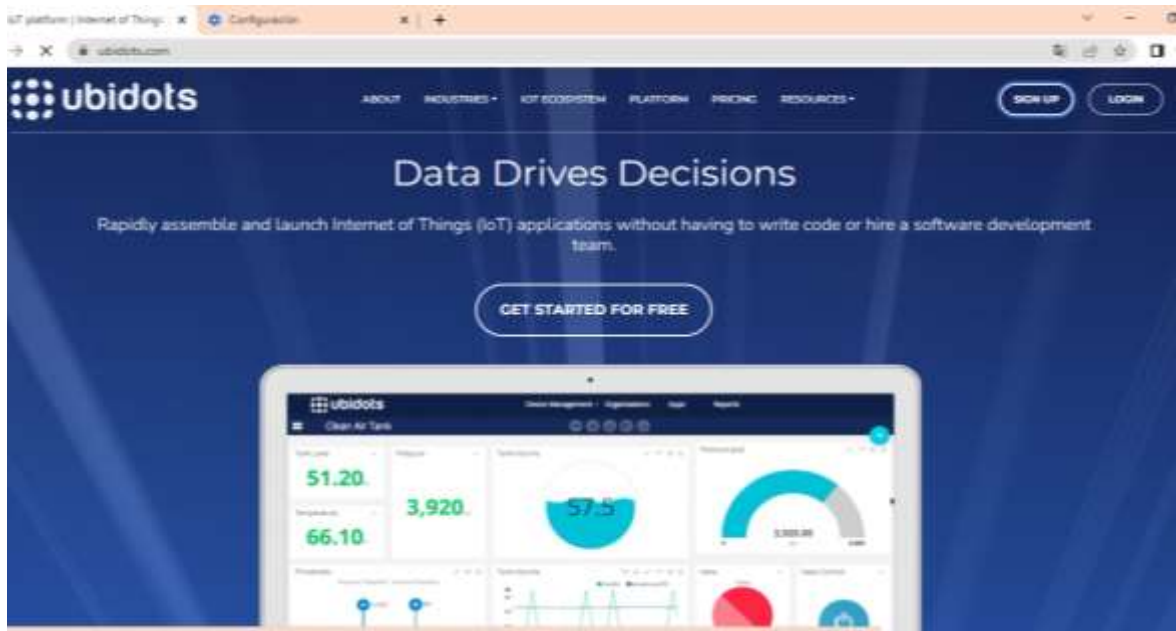


Figura 4.28. Seleccionamos para registrar la cuenta.

Selección del tipo de cuenta

- En esta ilustración se puede tomar en cuenta que: se selecciona la cuenta como un perfil de estudiante, sabiendo que la plataforma Ubidots es pagada, da un mes de utilización gratis como, como cuenta personal su estimación de compra de licencia es \$49.00/mes.



Figura 4.29. Seleccionamos el educacional o uso personal.

Creación de cuenta.

- Es recomendable tener un correo electrónico, ingresar nombre del propietario de la cuenta y una contraseña y por ultimo dar clic en aceptar términos y condiciones.

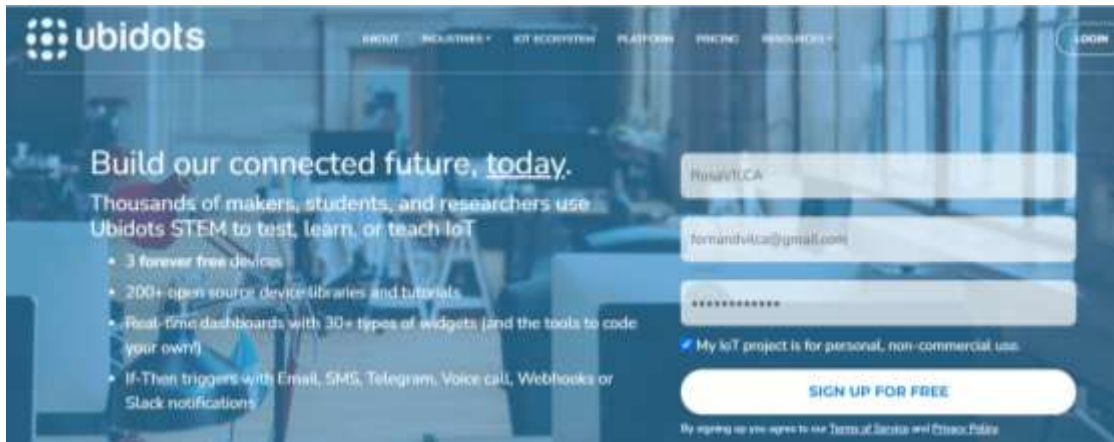


Figura 4.30. Creación de una cuenta en ubidots.

Lectura de datos

- Para esta ilustración se puede decir que la creación de la cuenta es un éxito, verificando la medición del suelo con graficas estadísticas permitiendo descargar, exportar o enviar los datos a un correo electrónico mediante un formato csv.



Figura 4.31. Visualización de lectura de los datos de temperatura y humedad en tiempo real.

4.4.5. Medir la humedad

Para este proceso se describe el escenario de prueba, con el objetivo de comprobar el funcionamiento de prototipo en el cual se obtendrá las medidas de humedad del suelo agrícola para el cultivo de rosas del Invernadero “Rosas ALEXANDER”.

4.4.6. Análisis de los resultados

Para el presente trabajo tiene como objetivo principal aplicar en el sistema de cultivo del invernadero rosas “ALEXANDER”, se procede a trabajar con 2 tipos de escenarios de suelos: el suelo húmedo y el suelo seco con la finalidad de comprobar el funcionamiento del prototipo para la medición de humedad, permitiendo la comprobación de entre los 2 escenarios en el cultivo de rosas.

- Suelo húmedo: es cuando el suelo depende de la intensidad del agua y es de gran importancia para el rendimiento de las plantas en el cual se ve reflejado en el crecimiento y desarrollo
- Suelo seco: el cuándo es suelo no depende de la intensidad del agua y se ve reflejado en el desarrollo de la planta.

Primer escenario.

- Para este proceso de medición, el escenario 1 tiene la finalidad de tomar las medidas de humedad, para ello se trabajó con la variedad de rosa, la freedom, tomando en cuenta que la humedad en el suelo es importante para el desarrollo de buenos tallos de rosas.
- Tomando en cuenta que para la medición de la humedad hay que hacer un hoyo aproximadamente de unos 20 a 15 cm de profundidad.



Figura 4.32. Escenario 1, medición del suelo florícola, tomando en cuenta el tipo de planta a cultivar rosal “freedom.

Para este escenario es importante realizar un hueco con un valor de unos 20cm de profundidad para poder medir la humedad, ya que este factor está a la profundidad de la raíz tomando en cuenta que se realiza una medición exacta.



Figura 4.33. Escenario 1, medición 2, basándose el suelo estuvo más húmedo que el otro, en la variedad Freedom.

Visualización de datos mediante la plataforma ubidots, él envió de información al correo electrónico señalando sus respectivas variables.

- Se refleja en la plataforma iot de ubidots los datos veridicos de la medicion de la humedad, como se mencionaba esta plataforma permite descarga los datos en el formato csv teniendo encuentra las variante timestamp= marca de tiempo, human readable date= la fecha y hora exacta de medicion y iot_hum= valores de la humedad.

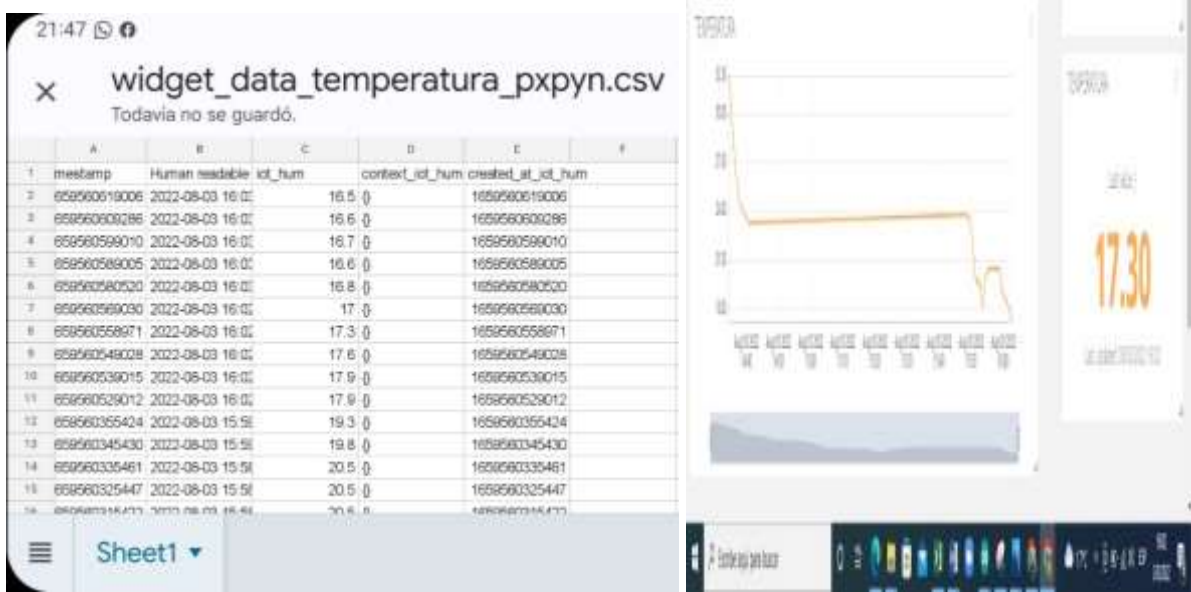


Figura 4.34. Obtención de resultados visualización mediante la descarga de datos mediante el formato csv, visualizando los resultados en un móvil.

4.5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.5.1. Resultados de la Revisión Sistemática

4.5.1.1. Protocolo de búsqueda

Como resultado de la revisión, aplicando los criterios de exclusión y de inclusión, quedo un resultado de 13 artículos de Scopus y 4 artículos de IEEE Xplore. Es decir que fueron eliminados 148 trabajos, que no cumplieron con los requisitos establecidos y que estaban duplicados en las bases de datos digitales utilizadas en la Revisión.

Tabla 4.19. Resultado cuantitativo de la Revisión.

Biblioteca Digital	Cadena de búsqueda	Total, artículos	Eliminados Duplicados	Estudios Incluidos	Artículos Excluidos
SCOPUS	C01	63	7	13	50
WEB SCIENCE	C02	5	2	0	5

Biblioteca Digital	Cadena de búsqueda	Total, artículos	Eliminados Duplicados	Estudios Incluidos	Artículos Excluidos
IEEE	C03	28	5	4	24
GOOGLE ACADÉMICO	C04	69	1	0	69
TOTAL		165	15	17	133

Tabla 4.20. S.O IoT utilizados para la construcción del prototipo.

S.O	
FreeRTOS	ESP32
Raspberry Pi Os (Raspbian)	Raspberry Pi

Una vez que se procedió a realizar una lectura más detallada de los artículos seleccionados, se identificó los sistemas operativos IoT más recomendados en el sector agrícola, y se detalló las características más importantes de cada uno como se muestra en la tabla 4.15.

A partir de los detalles de los sistemas operativos mencionados anteriormente, FreeRTOS es el que más se menciona en la revisión sistemática ya que soporta aplicaciones en tiempo real.

Los autores del artículo 56 “Developmente of Smart Chicken Poultry Fam using RTOS on Arduino” afirman que RTOS muestra datos e información en tiempo real que respalda la toma de decisiones de forma rápida y detallada, debido a su bajo consumo de energía y tiempo de respuesta Y mencionan a FreeRTOS que está en primer lugar de los RTOS porque es de código abierto, gratuito y compatible con la mayoría de los microcontroladores.

En el artículo 114 “Machine learning regression technique for cotton leaf disease detection and controlling using IoT” los autores mencionan al Rasperry pi OS en su trabajo que les ayuda que el sistema sea más rentable he independiente ya que al contar con una interfaz gráfica pixel hace que sea más fácil de utilizar y ligera. También hace que la conexión de los sensores que utilizan en su prototipo sea más fácil y eficiente. Su instalación no es tan compleja, se necesita solo descargar el instalador en una tarjeta SD.

Los siguientes aspectos que se muestran en la tabla 4.16; memoria RAM, ROM, pila de red compatible y gestión de energía y subprocesos múltiples(citar) nos indican que características hacen que estos 3 sistemas operativos IoT sean los más recomendados

Tabla 4.22. S.O IoT más recomendados para el área de la agricultura.

Características	FreeRTOS	Raspbian- Raspberry Pi OS	RIOT
RAM(KB)	1	256	1.5
ROM(KB)	4	16	5
Pila de Red	FreRTOS+TCP	6LowPAN,/IPv4/v6 CCN-lite	6LowPAN,/IPv4/v6 CCN-lite
Ahorro de Energía	Alta eficiencia energética	Optimización de energía	Alta eficiencia energética
Respuesta en Tiempo real	Si	No	Si
Subprocesos Múltiples	Si	Si	Si

Los sistemas operativos del IoT mencionados en la tabla 4.22 reúnen las mejores características para trabajar con recursos limitados de los dispositivos IoT y la comunicación entre ellos, dispositivos IoT que se usan mucho en el sector agrícola desde proyectos de riego inteligente y sistema de monitoreo para detectar enfermedades en los cultivos.

La agricultura hace uso del IoT porque le permite automatizar procesos y una comunicación entre objetos sin la intervención humana. Y esta comunicación se da a través de dispositivos de comunicación inalámbricos como los sensores, que permiten recoger datos, como desde la

humedad o temperatura del suelo. Pero a medida que esta necesidad de comunicación aumenta, surge también la necesidad de sistemas operativos que faciliten los procesos de comunicación.

Para un mejor entendimiento de la revisión sistemática se adjunta un borrador de artículo, se puede visualizar en ANEXO E.

4.5.2. Resultado de la construcción del prototipo

4.5.2.1. Tabla comparativa

Los indicadores que se utilizaron para comparar la eficiencia de los S.O IoT FreeRTOS Y Raspberry Pi OS(Raspbian) son

Estos sistemas operativos habilitados para el IoT fueron estudiados por su comportamiento y rendimiento bajo carga y al estar conectado a otro objeto y a un evento crítico de un sensor externo como el de humedad.

Tabla 4.21. Comparativa de Raspberry Pi OS y FreeRTOS.

SO	Licencia	Beneficios	Subprocesos Múltiples	Respuesta en tiempo Real	Tamaño	Idioma	Plataformas admitidas	Consumo de energía
FreeRTOS	MIT	-Código abierto -Kernel fiable	SI	SI	90MB	Español	ESP32 ARM INTEL 8051	Modo tickless
Raspberry Pi OS	GPL	-Interfaz gráfica PIXEL	SI	NO	400 MB- 2.5 GB	multilingüe	Raspberry Pi	-1.5 W en reposo. -2.75 W en uso.

Estos dos sistemas operativos de IoT han sido comparados, previamente para esto fue necesario la instalación del FreeRTOS en el microcontrolador ESP32 y el Raspbian en el microordenador Raspberry Pi 3.

Ambos sistemas operativos tienen la misma finalidad de admitir dispositivos con recursos limitados.

Una de las características que más diferencia a estos sistemas operativos es su respuesta en tiempo real. FreeRTOS permite que las aplicaciones sean organizadas como una colección de hilos en ejecución, llamadas tareas. Y estas tareas necesitan una respuesta instantánea en los procesos, es decir, se usan cuando múltiples operaciones se ejecutan al mismo tiempo y los recursos son compartidos. Estas operaciones corren en el mismo microcontrolador que en este caso es el ESP32 y sus recursos se comparten entre las tareas que existen.

Por ejemplo, un sistema operativo de uso general como el Windows trabaja con mapeo de memoria dinámica, es decir que se le asigna memoria a las tareas o procesos dependiendo a la demanda que tenga, si un programa está consumiendo muchos recursos el SO le destina más recursos para que funcione mejor, pero como los recursos son dinámicos por ende la ejecución de las tareas también serán dinámicas y es decir que el tiempo de respuesta de las tareas serán aleatorias.

A Diferencia del FreeRTOS le da recursos a cada tarea en un tiempo específico, así como el ESP32 cada segundo va a tomar datos del sensor de humedad, después de ese periodo de tiempo empieza una nueva tarea. El SO le indica al microcontrolador cada que tiempo va a cambiar de tarea. Por eso es una buena opción cuando se quiere trabajar con dispositivos IoT extremadamente limitados, su uso es fácil y eficiente. Y si fuera en el caso de trabajar con el desarrollo de aplicaciones con un gran número de tarea el desarrollador puede darles un orden, prioridad y un orden de respuesta. Como por ejemplo una aplicación que, con GPS, lectura de diferentes sensores y otras operaciones y lo que hace es ayudar a la capa hardware donde está el ESP32 y la aplicación al facilitar la gestión de tiempo y ampliar las funcionalidades.

Raspbian no es un sistema operativo en tiempo real ya que está basado en Debian, y cuenta con una interfaz gráfica PIXEL lo que lo hace intuitivo de usar y viene con diferentes programas ya instalados debido a esto pesa alrededor de 3GB (su versión completa). Raspberry Pi OS en su consumo de memoria en tareas es parecido al ejemplo de Windows, pero al ejecutar las tareas los recursos pueden dispararse. Por ejemplo, para el proyecto solo es necesario utilizar Python pero si se abren otras aplicaciones o se empieza a navegar en internet al mismo tiempo esta distribución empezara a colapsarse. Por el simple hecho que este SO esta diseñado para dispositivos con características limitadas, dando prioridad al ahorro de recursos.

Ambos sistemas operativos tienen la misma finalidad de admitir dispositivos IoT con recursos limitados. Y son ideales para trabajar en el desarrollo de sistemas **en relación** al área de la

agricultura, como sería la automatización de riego inteligente, un adecuado monitoreo de variables ambientales o hasta en el control de plagas

4.6. EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

4.6.1. Técnico

En la actualidad la tecnología cada día va avanzando más y por ende se está haciendo indispensable para desarrollar actividades en la vida del ser humano. Y de la mano va el término IoT que se está haciendo popular gracias a que promete abrir la puerta hacia un mundo revolucionario, es decir un mundo inteligente. IoT involucra un dominio que une campos tecnológicos y sociales, en donde la comunicación entre cosas es posible. Por eso es importante crear prototipos IoT que ayuden a las empresas como invernaderos a obtener datos de una manera más fácil, para tomar decisiones en los procesos de cultivo o preparación del suelo.

El invernadero “Rosas ALEXANDER, no cuenta con instrumentos para medir la humedad del suelo y su temperatura, por aquello mediante el caso práctico se implementó un pequeño prototipo que permite recoger estos datos importantes para el desarrollo de sus rosas, por medio del sensor DHT11, que permitan extraer datos como la humedad del suelo y su temperatura, y el sistema operativo FreeRTOS que ayuda a gestionar las tareas designadas.

4.6.2. Ambiental

El prototipo mide la humedad del suelo y su temperatura en el Invernadero de rosas Alexander. Ayudando a optimizar recursos invertidos en el cultivo de la rosa para volverlos más rentables y productivos. Si la temperatura es baja tanto en el día como en la noche el crecimiento es lento y botón será desigual. Pero si la temperatura es Alta la cosecha será alta pero la calidad de la rosa no será buena. Este proyecto de titulación no genera problemas ambientales, más bien aporta en la toma de decisiones.

4.6.3. Económico

El aporte económico del proyecto de titulación ayuda al Invernadero Alexander a ahorrar recursos y a optimizar procesos, tales como medir la humedad y temperatura que antes se hacían de forma manual. Ya que de esta manera la empresa podrá tomar medidas en el cultivo de sus rosas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Mediante la metodología de Bárbara Kitchenham se planteó y se llevó a cabo el protocolo de revisión, por medio del cual se presentó resultados de la revisión sistemática de la literatura sobre Sistemas operativos que se relacionan con el IoT en el sector agrícola. Arrojando un resultado de 17 artículos científicos que se obtuvieron previamente de las bases de datos digitales, tales como IEEE Xplore, Scopus, Web Science y Google académico y que pasaron por un proceso de generación de una cadena de búsqueda, selección de estudios primarios, criterios de inclusión, criterios de exclusión entre otros procesos.
- En la fase de informe de resultados se desarrolló un borrador de un artículo científico como resultado de la revisión sistemática de literatura de los sistemas operativos IoT más recomendados para la agricultura
- Se desarrolló he implemento un caso práctico en el invernadero de rosas ALEXANDER, utilizando ESP32, S.O FreeRTOS, Raspberry Pi 3, Raspbian y la plataforma Ubidots para reflejar datos. Los materiales utilizados en la construcción y ensamblaje fueron de bajo costo.

5.2. RECOMENDACIONES

- Implementar más pruebas futuras con el fin de valorar aún mucho más el desempeño del sistema operativo FreeRTOS. Y utilizar este trabajo de titulación como referencia, en caso de implementar pruebas futuras a otros S.O en tiempo real.

- Es necesario plantear el protocolo de revisión desde el comienzo de la investigación, ya que este ayudara a especificar los métodos que se utilizaran, y, así el desarrollo de la SLR será más sistemático y también aportara en reducir la posibilidad de sesgo en los investigadores.
- Es importante proteger el prototipo, con sus diferentes elementos eléctricos y electrónicos para que no sean afectados por condiciones climáticas.

5.3. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Investigar a profundidad el Sistema Operativo RIOT sobre la plataforma de Raspberry y Arduino para redes de sensores inalámbricas.
- Publicar en una revista de alto impacto un artículo científico sobre los resultados expuestos en este Trabajo de Titulación.
- Finalmente, realizar una comparación con los temas mencionados utilizando la metodología propuesta en el presente proyecto de investigación, para examinar si los resultados mejoran en relación con la versión clásica de Barbara Kitchenham.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] E. A. Q. Montoya, S. F. J. Colorado, W. Y. C. Muñoz, and G. E. C. Golondrino, “Propuesta de una Arquitectura para Agricultura de Precisión Soportada en IoT,” *RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao*, no. 24, pp. 39–56, 2017, doi: 10.17013/risti.24.39-56.
- [2] F. Javier *et al.*, “INTERNET DE LAS COSAS (IoT), UNA ALTERNATIVA PARA EL CUIDADO DEL AGUA INTERNET OF THINGS (IoT), AN ALTERNATIVE FOR THE CARE OF WATER,” 2018. [Online]. Available: <http://itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas>
- [3] M. R. Pérez, ; Mendoza, Miguel A, & Suarez, and Marco J, “Paradigma IoT: desde su conceptualización hacia su aplicación en la agricultura IoT paradigm: from its concept towards its application in agriculture Contenido.”
- [4] R. German, S. Diego, and B.-A. Eduardo, “REVISTA CIENTÍFICA Nuñez-Agurto Daniel.” [Online]. Available: <http://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres>
- [5] J. De, L. A. Peña, R. Facultad, D. E. Ciencias, U. de Salamanca, and J. De, “IoT Aplicado a la Agricultura y Ganadería (IOTA2F).”
- [6] L. A. Gantiva Henao, “Gestión de Riesgos en el Internet de las Cosas (IoT),” *Universidad Piloto de Colombia* -.
- [7] A. A. Peña Leal, “Principales factores que facilitan la adopción del IoT en estudiantes universitarios como usuarios tempranos.” 2018.
- [8] K. Ashton, “That ‘Internet of Things,’” *RFID Journal*, p. 4986, 2002.
- [9] M. R. Pérez, ; Mendoza, Miguel A, & Suarez, and Marco J, “Paradigma IoT: desde su conceptualización hacia su aplicación en la agricultura IoT paradigm: from its concept towards its application in agriculture Contenido.”

- [10] A. Tatiana, Z. -Ortiz, and C. H. Fajardo-Toro, "Proposal for a General Framework for the Deployment of Smart Cities Supported in the Development of IoT in Colombia," 2020.
- [11] ENISA, "Internet of Things (IoT)." <https://www.enisa.europa.eu/topics/iot-and-smart-infrastructures/iot>
- [12] F. J. Martínez Moreno and M. Moreno, "Diseño e implementación de un sistema de alarma IoT basada en tecnologías Open Source," 2019.
- [13] H. Beatriz Parra de Gallo, "Proposal for a Forensic Action Guide for Internet of Things (IoT) Environments," *Computacion y Sistemas*, vol. 26, no. 1. Instituto Politecnico Nacional, pp. 441–460, 2022. doi: 10.13053/CyS-26-1-3898.
- [14] M. R. Pérez, M. A. Mendoza, and M. J. Suarez, "Paradigma IoT: desde su conceptualización hacia su aplicación en la agricultura," *Revista Espacios*, vol. 40, no. 18, p. 6, 2019.
- [15] C. A. Aguirre Castillo and V. R. Baquero Mena, "Desarrollo de un sistema de monitoreo con tecnología IoT para huertos de café." 2022.
- [16] Pág, "Programando directamente un ESP8266."
- [17] "Usando ESP8266 con el IDE de Arduino." [Online]. Available: <https://www.esp8266.com/wiki/doku.php?id=esp8266-module-family>
- [18] R. Ochoa, "Módulo ESP8266 y sus aplicaciones en el internet de las cosas," 2017. [Online]. Available: www.ecorfan.org/republicofperu
- [19] J. Díaz Sánchez, "Integración digital básica para irrigación de cultivos escolares Basic digital integration for irrigation of school crops."
- [20] G. S. Flores and S. Ema, "DISEÑO DE UNA RED MESH PARA EL MONITOREO AGRÍCOLA REMOTO Related papers."
- [21] "TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA LAGUNA Contenido."

- [22] C. De, I. Electrónica, B. A. Espinosa, A. Marco, and E. Orellana Guayas, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA.”
- [23] “Uso de MQTT para el control de dispositivos de IoT 2.”
- [24] “FUENTE CONMUTADAS ANALISIS DE TIPO ‘STEP-DOWN’ VENTAJAS DE LAS FUENTES CONMUTADAS.”
- [25] V. M. Teórico, “THE BOOK ELECTRÓNICA BÁSICA 2.”
- [26] “USB-C: El cable del futuro.”
- [27] I. R. Méndez Pérez, N. C. Rodríguez, and E. Tejeda-Zacarías, “Adalberto Tejeda-Martínez Con la colaboración de Bases físicas, instrumentos y aplicaciones.” [Online]. Available: www.ucol.mx/publicacionesenlinea/.
- [28] E. Martines, “DEFINICIONES DE HUMEDAD Y SU EQUIVALENCIA.”
- [29] D. Evans, “The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything,” 2011.
- [30] B. Yupanqui, M. Lizana Guebarra, R. Roca Arango, and U. de Nacional San Cristóbal De Huamanga, “IoT Internet of Things SISTEMAS OPERATIVOS para INTERNET DE LAS COSAS ‘SISTEMAS OPERATIVOS PARA INTERNET DE LAS COSAS.’”
- [31] R. LLanos Mamani and R. Atencio Alanoca, “Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo y Control utilizando RFID e IoT,” 2019.
- [32] RedHat, “¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)?,” 2019. <https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iot>
- [33] J. P. Tovar Soto, J. D. los S. Solórzano Suárez, A. Badillo Rodríguez, and G. O. Rodríguez Cainaba, “Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual,” *Lámpsakos*, no. 22, pp. 86–105, 2019, doi: 10.21501/21454086.3253.

- [34] J. E. Gómez, S. Castaño, T. Mercado, A. Fernandez, and J. Garcia, “Sistema de internet de las cosas (IoT) para el monitoreo de cultivos protegidos,” *Ingeniería e Innovación*, vol. 5, no. 1, 2018, doi: 10.21897/23460466.1101.
- [35] B. Kitchenham, “Procedures for Performing Systematic Reviews,” vol. 1, p. 33, 2004.
- [36] Francisco José García Peñalvo, “Revisión sistemática de literatura en los Trabajos de Final de Máster y en las Tesis Doctorales,” *Grial*, p. 95, 2017.
- [37] Gregorio Fernández, “*Elementos de sistemas operativos, de representación de la información y de procesadores hardware y software.*” 2015.
- [38] A. M. Leevna Patroo, Kooshboo Thacooree, *A Smart Precision Irrigation and Monitoring System*, vol. 561. Springer International Publishing, 2019. doi: 10.1007/978-3-030-18240-3_10.
- [39] Z. L. Bing Zheng, “Agricultural greenhouse environment monitoring system based on Internet of Things,” *2017 3rd IEEE International Conference on Computer and Communications, ICC 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 2981–2985, 2018, doi: 10.1109/CompComm.2017.8323078.
- [40] R. J. G. Pedro Corista, Diogo Ferreira, João Gião, João Sarraipa, “An IoT Agriculture System Using FIWARE,” *2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation, ICE/ITMC 2018 - Proceedings*, pp. 1–6, 2018, doi: 10.1109/ICE.2018.8436381.
- [41] M. Untung. Saraswat Irma, Dwi Puspitasari, Anggoro Pramudyo, Alimuddin A, Firmansyah Teguh, Oktorida Khastini, “Applications of temperature and humidity monitoring system at aeroponic plants based on IoT,” *MATEC Web of Conferences*, vol. 218, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201821803017.
- [42] E. Ebubekir. Alpay Ozlem, “Climate Control of an Smart Greenhouse based on Android,” *2018 International Conference on Artificial Intelligence and Data Processing, IDAP 2018*, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/IDAP.2018.8620803.

- [43] V. S. Mishachandar B, "Crop Yield Estimation Using the Internet of Things," *IEEE Access*, vol. 4, p. 300, 2016, doi: 10.1109/ACCESS.2016.2603219.
- [44] I. Francisco. Nnadi Susan Nnedimpka, "Design and Implementation of a Sustainable IOT Enabled Greenhouse Prototype," *IEEE 5G World Forum, 5GWF 2018 - Conference Proceedings*, pp. 457–461, 2018, doi: 10.1109/5GWF.2018.8517006.
- [45] C. C. Wanchao Zhang, "Design and Implementation of an Android-based Broiler Production Environment Monitoring System," *2020 IEEE 3rd International Conference on Automation, Electronics and Electrical Engineering, AUTEEE 2020*, pp. 125–128, 2020, doi: 10.1109/AUTEEE50969.2020.9315622.
- [46] M. Sma. Gunawan Srya, Sabar Mohamad, Nasir Haidawati, Kartiwi Mira, "Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino," no. August, pp. 27–29, 2019.
- [47] K. S. Vadivel R, Parthasarathi R, Navaneethraj A, Sridhar P, Muhammad Nafi, "Internet of Things and Machine Learning Convergence," *2019 1st International Conference on Innovations in Information and Communication Technology (ICIICT)*, pp. 1–5, 2017, doi: 10.1145/3167486.3167551.
- [48] V. R. P. Adhao Asmita. Sarangdhar, "Machine learning regression technique for cotton leaf disease detection and controlling using IoT," *Proceedings of the International Conference on Electronics, Communication and Aerospace Technology, ICECA 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 449–454, 2017, doi: 10.1109/ICECA.2017.8212855.
- [49] M. Saraju. Tripathy Pradyumna, Tripathy Ajaya, Agarwal Aditi, "MyGreen : An IoT- Enabled Smart Greenhouse for Sustainable Agriculture," no. August 2021, pp. 57–62, 2021, doi: 10.1109/MCE.2021.3055930.
- [50] P. Sowjanya. Javvaji Jumar, Kasavajhula Kowsikesh, Nelakuditi Usha, "Prototype model of Poly House farming using sensor and IoT Technologies," *2019 10th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies, ICCCNT 2019*, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/ICCCNT45670.2019.8944465.

- [51] C. P. A. Cama Pinto, Holgado Terriza., Damas Hermoso M, Gómez Mula F, “Radiowave attenuation measurement system based on rssi for precision agriculture: Application to tomato greenhouses,” *Inventions*, vol. 6, no. 4, pp. 1–13, 2021, doi: 10.3390/inventions6040066.
- [52] L. Wangfeng. Wu Yong, Li Minzan, Zhang M, Sol Hong, Sygrimis Nikolaos, “Remote Control System for Greenhouse Based on Open Source Hardware,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 30, pp. 178–183, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.12.518.
- [53] J.-G. Ricardo. Ferreira Diogo, Corista Pedro, Gíao Joao, Ghimire Sudeep, Sarraipa Joao, “Towards smart agriculture using FIWARE enablers,” *2017 International Conference on Engineering, Technology and Innovation: Engineering, Technology and Innovation Managem2.2.12.2.1ent Beyond 2020: New Challenges, New Approaches, ICE/ITMC 2017 - Proceedings*, vol. 2018-Janua, pp. 1544–1551, 2018, doi: 10.1109/ICE.2017.8280066
- [56] J. A. M. A. Ronny Paúl Iza Chancay, Análisis y simulación matemática de compensación reactiva para el mejoramiento del factor de potencia en redes de distribución, Guayaquil-Ecuador, 2018.
- [57] E. R. Arcos Lopez y D. M. Chicaiza Diaz , «Diseño y construcción de un tablero de control automático para la corrección del factor de potencia empleando un módulo DCRA,» Escuela Politecnica Nacional, Quito, 2015.
- [58] D. R. O. Holguín, «Simulación y Automatización Del Control De Potencia Reactiva Para Mejoramiento del Factor de Potencia»,» UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA, Guayaquil, 2018.
- [59] 16 SEPTIEMBRE 2019. [En línea]. Available: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2019/09/16/agricultural-innovation-technology-hold-key-to-poverty-reduction-in-developing-countries-says-world-bank-report>. [Último acceso: 25 AGOSTO 2022].

- [60] «New Technology School,» Tokio School, 07 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.tokioschool.com/noticias/caracteristicas-principales-de-python/>.
- 61] Cenicaña, «Cenicaña,» 03 julio 2018. [En línea]. Available: <https://www.cenicana.org/abc-de-los-sensores-de-humedad-en-las-labores-de-riego/#:~:text=Los%20sensores%20de%20humedad%20miden,determinar%20la%20eficiencia%20del%20riego..> [Último acceso: 23 Mayo 2022].

7.

ANEXO

ANEXO A: Informe de plagio

7.1. Informe de plagio

Original
By Turnitin

Document Information

Analyzed document	Zambrano_Vilca_Tesis_plg.pdf (D143456406)
Submitted	2022-08-31 23:57:00
Submitted by	
Submitter email	daniela.zambrano6505@utc.edu.ec
Similarity	1%
Analysis address	maira.martinez@utcpanalysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.tokioschool.com/noticias/caracteristicas-principales-de-python/ Fetched: 2022-08-31 23:57:00	1
W	URL: https://www.redhat.com/es/topics/internet-of-things/what-is-iiot Fetched: 2022-08-31 23:57:00	3
SA	Ganaderia de precision.docx Document: Ganaderia de precision.docx (D142278644)	6
SA	6RS EF_Taller de tesis I_Quispe Rojas Carlos Jorman.docx Document: 6RS EF_Taller de tesis I_Quispe Rojas Carlos Jorman.docx (D141771307)	3
SA	Trabajo Final.pdf Document: Trabajo Final.pdf (D113108720)	1
W	URL: https://www.enisa.europa.eu/topics/iiot-and-smart-infrastructures/iiot Fetched: 2022-08-31 23:57:00	1

Entire Document

Cecilia
Sug. Karla Cantuña Flores, H12.
C.C. 0102305113

Escaneado con CamScanner

ANEXO B: Hoja de vida de los investigadores.

7.1.1. Hoja de vida del investigador 1

DATOS PERSONALES



Nombres: Rosa Fernanda
Apellidos: Vilca Iza
Fecha de Nacimiento: 18/08/1996
Nacionalidad: ecuatoriana
Edad: 25 años
Cédula: 0504232422
Estado civil: Soltera
Tipo de Sangre: O+
Dirección domiciliaria: Latacunga
Celular: 0998211954
Email: rosa.vilca2422@utc.edu.ec

ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria: Unidad Educativa Marco Aurelio Subía Martines- Batalla de Panupalí
Secundaria: Técnico Lic. José Gabriel Terán Varea
Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

TITULOS OBTENIDOS

Título de bachiller en técnico de servicios contabilidad
Título de practico compensatorio en corte y confección

REFERENCIAS PERSONALES

LUIS VILCA TELF. 0984403287
ROSA IZA TELF.0998660027

7.1.2. Hoja de vida del investigador 2

DATOS PERSONALES



Nombres: Daniela Mercedes
Apellidos: Zambrano Verduga
Fecha de Nacimiento: 02/09/1997
Nacionalidad: ecuatoriana
Edad: 25 años
Cédula: 131646650-5
Estado civil: Soltera
Tipo de Sangre: O+
Dirección domiciliaria: Latacunga
Celular: 0979192963
Email: Daniela.zambrano6505@utc.edu.ec

ESTUDIOS RELAIZADOS

Primaria: Eugenio Espejo #29
Secundaria: Carlos Julio Arosemena Tola
Superior: Universidad Técnica de Cotopaxi

TITULOS OBTENIDOS

Título en Ciencias

REFERENCIAS PERSONALES

FERNANDA VILCA TELF. 0998211954
ING. JINSON MOYA TELF.0999042544

ANEXO C: Revisión sistemática.

7.2. Fase de Realización de la revisión

Tabla 7.1: Total de artículos científicos encontrados,165.

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
1	2nd International Conference on Information Management and Machine Intelligence, ICIMMI 2020	Patroo Leevna, Thacooree Kooshboo, Mungur Avinash.	2021	Scopus
2	6. Impact of IoT in agriculture: advances and challenges	Rekha, H Swapna; Nayak, Janmenjoy; Naik, Bighnaraj;	2020	ACADEMICO
3	A Comprehensive Review on Iot Based Smart Agriculture Monitoring System: Wireless Communication Technologies, Iot Platforms, Wireless Sensor Networks, Sensor Types and Security Challenges	Alam, Altaf; Chauhan, Dr; Khan, Dr; Tauseef, Mohd Tauseef;	2020	ACADEMICO
4	A hybrid machine learning based iot application to monitor, assess and improve precision in agriculture system	Bhimanpallewar, Ratnmala N; RamaNarasingarao, Manda;	2020	ACADEMICO
5	A Review of IoT Implementations in Environment and Agriculture	Joseph, Ferdin Joe John;	2019	ACADEMICO
6	A review of IoT techniques and devices: smart agriculture perspective	Rani, Deep; Kumar, Nagesh;	2020	ACADEMICO
7	A review of practice and implementation of the internet of things (IoT) for smallholder agriculture	Antony, Anish Paul; Leith, Kendra; Jolley, Craig; Lu, Jennifer; Sweeney, Daniel J;	2020	ACADEMICO
8	A Review of Practice and Implementation of the Internet of Things (IoT) for Smallholder Agriculture	Paul Antony, Anish; Leith, Kendra; Jolley, Craig; Lu, Jennifer; Sweeney, Daniel;	2020	ACADEMICO
9	A Review of Various Agriculture Systems Based on IoT, Data Mining and Cloud	Jadhav, Shital; Garg, Bindu;	2020	ACADEMICO
10	A review on advent of iot, cloud, and machine learning in agriculture	Vishwanath, Y; Upendra, Raje Siddiraju; Ahmed, Mohammed Riyaz;	2020	ACADEMICO
11	A revisit of internet of things technologies for monitoring and control strategies in smart agriculture	Rehman, Amjad; Saba, Tanzila; Kashif, Muhammad; Fati, Suliman Mohamed; Bahaj, Saeed Ali; Chaudhry, Huma;	2022	ACADEMICO
12	A Smart Precision Irrigation and Monitoring System	Patroo L., Thacooree K., Mungur A.	2019	Scopus

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
13	A study on the modeling of the IoT-based motion pattern analysis system to exterminating harmful wild animals	H. -D. Yoon; S. Kim; Y. S. Jang; M. Ghil; W. Rha; Y. Seok	2020	IEEE
14	A survey on the role of Internet of Things for adopting and promoting Agriculture 4.0	Raj, Meghna; Gupta, Shashank; Chamola, Vinay; Elhence, Anubhav; Garg, Tanya; Atiquzzaman, Mohammed; Niyato, Dusit;	2021	ACADEMICO
15	Adoption of the Internet of Things (IoT) in agriculture and smart farming towards urban greening: A review	Madushanki, AA Raneesha; Halgamuge, Malka N; Wirasagoda, WAH Surangi; Ali, Syed;	2019	ACADEMICO
16	Agricultural greenhouse environment monitoring system based on Internet of Things	Y. Tian; B. Zheng; Z. Li	2017	IEEE
17	Agriculture IoT: Emerging trends, cooperation networks, and outlook	Ruan, Junhu; Jiang, Hua; Zhu, Chunsheng; Hu, Xiangpei; Shi, Yan; Liu, Tianjun; Rao, Weizhen; Chan, Felix Tung Sun;	2019	ACADEMICO
18	Agriculture-Food Supply Chain Management Based on Blockchain and IoT: A Narrative on Enterprise Blockchain Interoperability	Bhat, Showkat Ahmad; Huang, Nen-Fu; Sofi, Ishfaq Bashir; Sultan, Muhammad;	2021	ACADEMICO
19	AgriFusion: An architecture for IoT and emerging technologies based on a precision agriculture survey	Singh, Ritesh Kumar; Berkvens, Rafael; Weyn, Maarten;	2021	ACADEMICO
20	AGROIoT - IoT Assisted Farming	Kori S., Kori M.A., Kori A.S.	2021	Scopus
21	An Advanced Irrigation System for Smart Agriculture Using the Internet of Things	Nagarajapandian M., Savitha R., Shanthi D.	2022	Scopus
22	An Android-Based Solution for Solar Power Harvesting and Irrigation Using IoT	Kumari S., Modani V., Oswal S., Sarma S.S., Kulkarni P.	2019	Scopus
23	An IoT Agriculture System Using FIWARE	Corista P., Ferreira D., Giao J., Sarraipa J., Goncalves R.J.	2018	Scopus
24	An IoT Agriculture System Using FIWARE	P. Corista; D. Ferreira; J. Gí£o; J. Sarraipa; R. J. Gonã§alves	2018	IEEE
25	An overview of Internet of Things (IoT) and data analytics in agriculture: Benefits and challenges	Elijah, Olakunle; Rahman, Tharek Abdul; Orikumhi, Igbafe; Leow, Chee Yen; Hindia, MHD Nour;	2018	ACADEMICO
26	Analysis of agricultural automation system based on internet of things under new energy background	Zheng H.	2018	Scopus
27	Applications of Internet of Things and Unmanned Aerial Vehicle in Smart Agriculture: A Review	Mistry, Caprio; Ghosh, Ahona; Biswas, Mousumi; Bagui, Bikalpa; Basak, Arighna;	2022	ACADEMICO

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
28	Applications of temperature and humidity monitoring system at aerophonic plants based on IoT	Saraswat I, Dwi Puspitasari V., Anggoro S.P., Alimuddin A., Firmansyah T., Oktorida Khastini R., Mardono U.	2018	Scopus
29	Automatic monitoring and control of shrimp aquaculture and paddy field based on embedded system and IoT	P. S. Sneha; V. S. Rakesh	2017	IEEE
30	Automation and digitization of agriculture using artificial intelligence and internet of things	Subeesh, A; Mehta, CR;	2021	ACADEMICO
31	Blockchain with IoT and AI: A review of agriculture and healthcare	Singh, Pushpa; Singh, Narendra;	2020	ACADEMICO
32	Bringing ROS to agriculture automation: Hardware abstraction of agriculture machinery	Hajjaj S.S.H., Sahari K.S.M.	2017	Scopus
33	Challenges and opportunities for IoT applications in smart agriculture	GOWDA, CL LAXMIPATHI; NAGARAJ, SATISH;		ACADEMICO
34	Challenges and Opportunities of Internet of Things in Smart Agriculture: A Review	Jadon, Jitender Kumar Singh; Singh, Rajkishor;	2022	ACADEMICO
35	Climate Control of an Smart Greenhouse based on Android	Alpay O., Erdem E.	2019	Scopus
36	Climate Control of an Smart Greenhouse based on Android	Ä-. ALPAY; E. ERDEM	2018	IEEE
37	Cloud computing for IoT applications in climate-smart agriculture: A review on the trends and challenges toward sustainability	Symeonaki, Eleni G; Arvanitis, Konstantinos G; Piromalis, Dimitrios D;	2017	ACADEMICO
38	Comparative study of android-based M-Apps for farmers	Kaur S., Dhindsa K.S.	2018	Scopus
39	Comprehensive Review on Automation in Hydroponic Agriculture Using Machine Learning and IoT	Susanto, Fredy; Suryani, Ni Kadek; Darmawan, Putu; Prasiani, Komang; Ramayu, I Made Satria;	2021	ACADEMICO
40	Cost oriented software system for animal husbandry smart automation	Chivarov S., Chivarov N., Chikurtev D., Pleva M.	2021	Scopus
41	Crop Health Monitoring System	K. Tyagi; A. Karmarkar; S. Kaur; S. Kulkarni; R. Das	2020	IEEE
42	Crop Yield Estimation Using the Internet of Things	Mishachandar B., Vairamuthu S.	2021	Scopus
43	Cultivation Chamber for Remote Management of Environmental Parameters of Horticultural Seedbeds	J. GonzÁlez; V. Villarreal; L. Muñoz; M. Nielsen	2021	IEEE

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
44	Current trends and challenges in the deployment of IoT technologies for climate smart facility agriculture	Symeonaki, Eleni G; Arvanitis, Konstantinos G; Piromalis, Dimitrios D;	2019	ACADEMICO
45	Design and implementation of a smart gateway for IoT applications using heterogeneous smart objects	Mesmoudi Y., Lamnaour M., Khamlichi Y.E.L., Tahiri A., Touhafi A., Braeken A.	2018	Scopus
46	Design and implementation of a smart gateway for IoT applications using heterogeneous smart objects	Y. Mesmoudi; M. Lamnaour; Y. E. Khamlichi; A. Tahiri; A. Touhafi; A. Braeken	2018	IEEE
47	Design and Implementation of a Sustainable IOT Enabled Greenhouse Prototype	Nnadi S.N., Idachaba F.E.	2018	Scopus
48	Usage of Internet of Things Based Devices in Smart Agriculture for Monitoring the field and Pest Control	Singh, Gulbir; Yogi, Kuldeep Kumar;	2020	Academico
49	Design and Implementation of an Android-based Broiler Production Environment Monitoring System	W. Zhang; C. Chen	2020	IEEE
50	Design of decision support system to identify crop water need	Poonia R.C., Bhatnagar V.	2022	Scopus
51	Design of horticultural wireless intelligent maintenance system based on STM32 and Android	Ren L., Zhai X., Yang Y., Xu J.	2020	Scopus
52	Design of intelligent rural system based on IOT	You G., Zhu Y.	2020	Scopus
53	Design of Intelligent Rural System Based on IOT	G. You; Y. Zhu	2020	IEEE
54	Detecting IoT malware by markov chain behavioral models	Ficco M.	2019	Scopus
55	Development of precision farming using modular multi node sensor	Suleman Y., Manurung R.V., Kurniawan D., Putu Hermida I.D., Heryana A.	2018	Scopus
56	Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino	Gunawan T.S., Sabar M.F., Nasir H., Kartiwi M., Motakabber S.M.A.	2019	Scopus
57	Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino	T. S. Gunawan; M. F. Sabar; H. Nasir; M. Kartiwi; S. M. A. Motakabber	2019	IEEE
58	Development of Temperature and Humidity Control System in Internet-of-Things based Oyster Mushroom Cultivation	A. Najmurokhman; Kusnandar; A. Daelami; E. Nurlina; U. Komarudin; H. Ridhatama	2020	IEEE
59	Emerging trends in the use of IoT in agriculture and food supply chain management: a theoretical analysis	Sajoy, PB;	2021	ACADEMICO

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
60	Energy-Aware Wireless Sensor Networks for Smart Buildings: A Review	Naji, Najem; Abid, Mohamed Riduan; Krami, Nissrine; Benhaddou, Driss	2021	Web Science
61	Energy-aware wireless sensor networks for smart buildings: A review	Naji N., Abid M.R., Krami N., Benhaddou D.	2021	Scopus
62	Environment monitoring system for agricultural application based on wireless sensor network	Cao-Hoang T., Duy C.N.	2017	Scopus
63	Evolution of Internet of Things (IoT) and its significant impact in the field of Precision Agriculture	Khanna, Abhishek; Kaur, Sanmeet;	2019	ACADEMICO
64	Exploiting IoT and its enabled technologies for irrigation needs in agriculture	Ramachandran, Veerachamy; Ramalakshmi, Ramar; Kavin, Balasubramanian Prabhu; Hussain, Irshad; Almaliki, Abdulrazak H; Almaliki, Abdulrhman A; Elnaggar, Ashraf Y; Hussein, Enas E;	2022	ACADEMICO
65	High yield groundnut agronomy: An IoT based precision farming framework	Rekha P., Rangan V.P., Ramesh M.V., Nibi K.V.	2017	Scopus
66	Hypaponics-Monitoring and Controlling using Internet of Things and Machine Learning	Vadivel R., Parthasarathi R., Navaneethraj A., Sridhar P., Muhammad Nafi K.A., Karan S.	2019	Scopus
67	Impact of Using Electricity for Rural Warehouse Moisture Control System	Ibrahim S., Deb S.R., Ahmed M.F., Ahmed F.	2022	Scopus
68	Impact of Using Electricity for Rural Warehouse Moisture Control System	S. Ibrahim; S. R. Deb; M. F. Ahmed; F. Ahmed	2022	IEEE
69	Implementation of information system in oil palm breeding research: FGV's experiences	Mohamad Fauzi N.S., Abd Rahim M.F., Hj Mohamad M.N.	2020	Scopus
70	Innovative IoT sensing and communication unit in agriculture	Krčmařík D., Petrů M., Moezzi R.	2019	Scopus
71	Integrating blockchain and the internet of things in precision agriculture: Analysis, opportunities, and challenges	Torky, Mohamed; Hassanein, Aboul Ella;	2020	ACADEMICO
72	Intelligent circulation system modeling using bilateral matching theory under Internet of Things technology	Gao, Zhigang; Wang, Duchun; Zhou, Hua	2021	Web Science
73	Intelligent Greenhouse Information Collection and Control System Based on Internet of Things	Han W., Liu P., Zhang J., Fu J., Yu Y., Wang X., Xu L., Cui N.	2021	Scopus
74	International Conference on Network Security and Blockchain Technology, ICNSBT 2021	[No author name available]	2022	Scopus

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
75	Internet of Things (IoT) in Agriculture: an Overview of the Concepts and Challenges in its Implementation	Suresh, M; Priya, S Manju;	2020	ACADEMICO
76	Internet of things and data analysis in agriculture	Mentsiev, AU; Gatina, FF;	2021	ACADEMICO
77	Internet of Things application in Indian agriculture, challenges and effect on the extension advisory services—a review	Jarial, Sapna;	2022	ACADEMICO
78	Internet of Things for agriculture: state of the art and application scenario in Italy	ANCOVELLI, ARIANNA;	2017	ACADEMICO
79	Internet of Things for Smart Agriculture in Nigeria and Africa: A Review	Iorliam, Aamo; Iorliam, Iveren Blessing; Blum, S;	2021	ACADEMICO
80	Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges	Tzounis, Antonis; Katsoulas, Nikolaos; Bartzanas, Thomas; Kittas, Constantinos;	2017	ACADEMICO
81	Internet of Things in Precision Agriculture: A Survey on Sensing Mechanisms, Potential Applications, and Challenges	Madhumathi, R; Arumuganathan, T; Shruthi, R;	2022	ACADEMICO
82	Internet of Things in Smart Agriculture: Challenges, Opportunities and Future Directions	Thilakarathne, Navod Neranjan; Yassin, Hayati; Bakar, Muhammad Saifullah Abu; Abas, Pg Emerolyariffion;	2021	ACADEMICO
83	Internet of Things in Smart Agriculture—Possibilities and Challenges	Grgić, Krešimir; Žagar, Drago; Balen, Josip; Vlaović, Jelena;	2020	ACADEMICO
84	Internet of things: Automatic sprinklers in prototyping greenhouse using smartphone based android	Nasution I.S., Iskandar M.R., Jayanti D.S.	2020	Scopus
85	Internet of Things-based agriculture: a review of security threats and countermeasures	Oche, Onoja Emmanuel; Nasir, Suleiman Muhammad; Muhammed, Alhassan Hauwa;	2020	ACADEMICO
86	Internet of things-based hardware and software for smart agriculture: A review	Sharma, Brij Bhushan; Kumar, Nagesh;	2020	ACADEMICO
87	Introducing internet of things in agriculture in our region: possibilities and challenges	Brka, Muhamed; Brka, Enisa; Perić, Lidija;	2017	ACADEMICO
88	IoT and Machine Learning-Based Approaches for Real Time Environment Parameters Monitoring in Agriculture: An Empirical Review	Majumdar, Parijata; Mitra, Sanjoy;	2021	ACADEMICO
89	IoT android gateway for monitoring and control a WSN	Hernandez-Rojas D., Mazon-Olivo B., Novillo-Vicuña J., Escudero-Cascon C., Pan-Bermudez A., Belduma-Vacacela G.	2018	Scopus
90	Iot applications in smart agriculture: Issues and challenges	Kassim, Mohamed Rawidean Mohd;	2020	ACADEMICO

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
91	IoT Architecture: Challenges and Open Research Issues	Al-athwari B., Hossain M.A.	2022	Scopus
92	IoT as a Backbone of Intelligent Homestead Automation	Dobrojevic M., Bacanin N.	2022	Scopus
93	IoT based agriculture 4.0: challenges and opportunities	Khujamatov, Halimjon;	2021	ACADEMICO
94	IoT based Automatic Attendance Management System	B. M. Sri Madhu; K. Kanagotagi; Devansh	2017	IEEE
95	IoT Based Power Efficient Agro Field Monitoring and Irrigation Control System : An Empirical Implementation in Precision Agriculture	Islam A., Akter K., Nipu N.J., Das A., Mahbubur Rahman M., Rahman M.	2018	Scopus
96	Iot Based Status Tracking and Controlling of Motor in Agricultural Farms	Balakrishna S.J., Marellapudi H., Alivelu Manga N.	2018	Scopus
97	Iot Based Status Tracking and Controlling of Motor in Agricultural Farms	S. J. Balakrishna; H. Marellapudi; N. Alivelu Manga	2018	IEEE
98	IoT based Sustainable Agriculture-Advances, Challenges and Opportunities	Danlard, Iddrisu;	2020	ACADEMICO
99	IoT Ecosystem: A Survey on Devices, Gateways, Operating Systems, Middleware and Communication	Bansal S., Kumar D.	2020	Scopus
100	IOT Enabled Smart Drip Irrigation System Using Web/Android Applications	R. K. Jain; B. Gupta; M. Ansari; P. P. Ray	2020	IEEE
101	IoT for precision agriculture: trends and challenges	Hou, Kun Mean;		ACADEMICO
102	IoT for promoting agriculture 4.0: a review from the perspective of weather monitoring, yield prediction, security of WSN protocols, and hardware cost analysis	Majumdar, Parijata; Mitra, Sanjoy; Bhattacharya, Diptendu;	2021	ACADEMICO
103	IoT in agriculture: challenges and opportunities	Farooq, Muhammad Shoaib; Akram, Sobia;	2021	ACADEMICO
104	IoT, big data and artificial intelligence in agriculture and food industry	Misra, NN; Dixit, Yash; Al-Mallahi, Ahmad; Bhullar, Manreet Singh; Upadhyay, Rohit; Martynenko, Alex;	2020	ACADEMICO
105	IoT: Protocols, challenges, and opportunities with agriculture perspective	Abbas, Muhammad Azeem; Khan, Sharifullah; Gillani, Mushhad; Hafeez, Yaser;	2018	ACADEMICO
106	IoT-based automated solution to irrigation: An approach to control electric motors through Android phones	Joshi V.B., Goudar R.H.	2019	Scopus

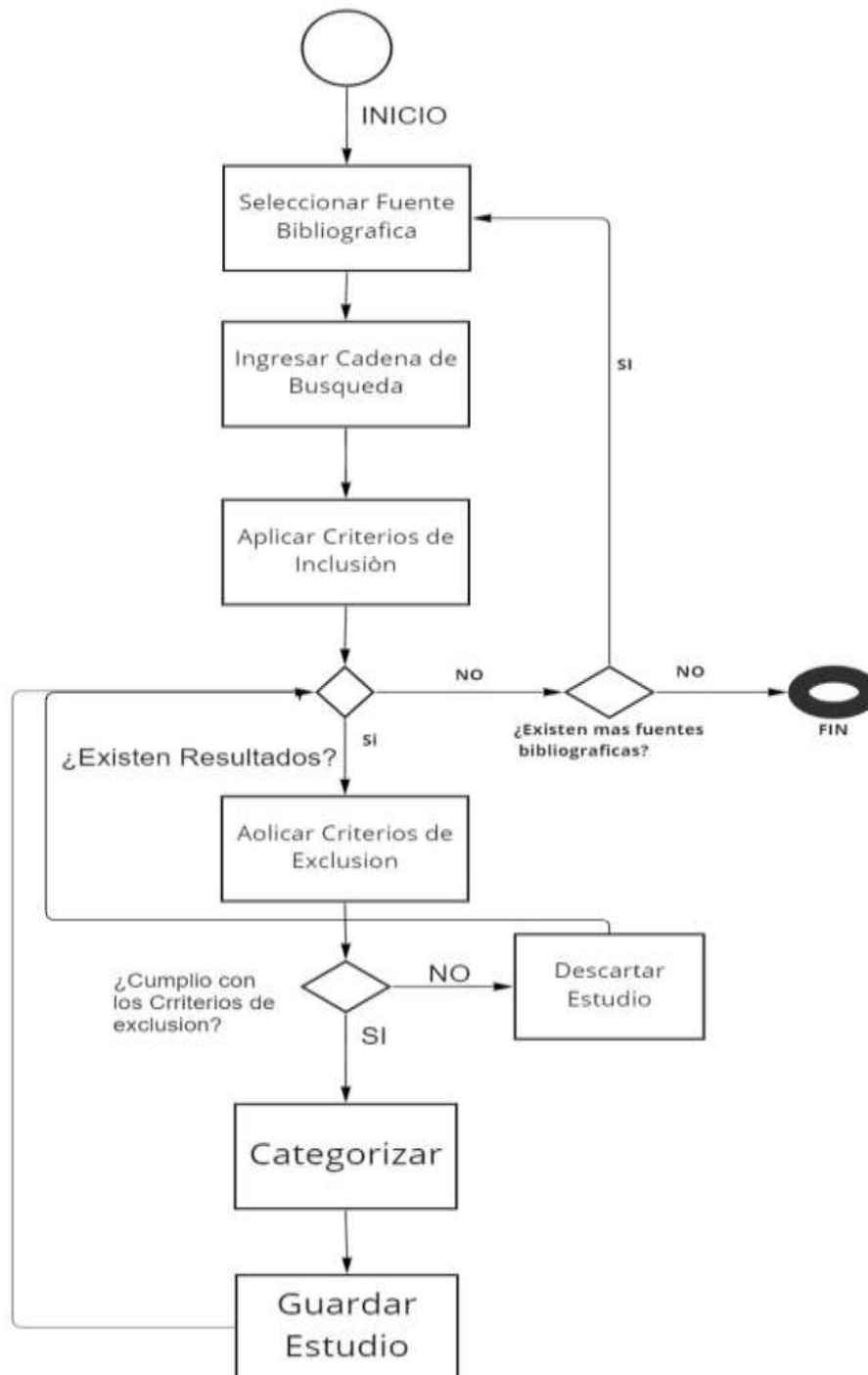
N°	Article Title	Authors	Year	BDD
107	IOT-Based Online FIR Assistance System with Two-Way Security Using Image Processing	Singh S., Singh M.	2021	Scopus
108	IoT-based smart irrigation systems: An overview on the recent trends on sensors and IoT systems for irrigation in precision agriculture	García, Laura; Parra, Lorena; Jimenez, Jose M; Lloret, Jaime; Lorenz, Pascal;	2020	ACADEMICO
109	IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges	Quy, Vu Khanh; Hau, Nguyen Van; Anh, Dang Van; Quy, Nguyen Minh; Ban, Nguyen Tien; Lanza, Stefania; Randazzo, Giovanni; Muzirafuti, Anselme;	2022	ACADEMICO
110	IoT-equipped and AI-enabled next generation smart agriculture: a critical review, current challenges and future trends	Qazi, Sameer; Khawaja, Bilal A; Farooq, Qazi U;	2022	ACADEMICO
111	Krrushikar: Design and Development of a Seed Sowing Planter Bot and a Smart Greenhouse	Babu D.S., Bhavani V.G., Jain S., Baliga S.N., Srikanth S., Gurugopinath S.	2021	Scopus
112	Krrushikar: Design and Development of a Seed Sowing Planter Bot and a Smart Greenhouse	D. S. Babu; V. G. Bhavani; S. Jain; S. N. Baliga; S. Srikanth; S. Gurugopinath	2021	IEEE
113	Machine learning applications in IoT based agriculture and smart farming: A review	Maduranga, MWP; Abeysekera, Ruvan;	2020	ACADEMICO
114	Machine learning regression technique for cotton leaf disease detection and controlling using IoT	A. A. Sarangdhar; V. R. Pawar	2017	IEEE
115	Measuring IoT Security Issues and Control Home Lighting System by Android Application Using Arduino Uno and HC-05 Bluetooth Module	Mori G.N., Swaminarayan P.R.	2021	Scopus
116	MyGreen: An IoT-Enabled Smart Greenhouse for Sustainable Agriculture	Tripathy P.K., Tripathy A.K., Agarwal A., Mohanty S.P.	2021	Scopus
117	MyGreen: An IoT-Enabled Smart Greenhouse for Sustainable Agriculture	P. K. Tripathy; A. K. Tripathy; A. Agarwal; S. P. Mohanty	2021	IEEE
118	On the Effect of k Values and Distance Metrics in KNN Algorithm for Android Malware Detection	Sahin, Durmus Ozkan; Akleylek, Sedat; Kilic, Erdal	2021	Web Science
119	Precision agriculture using IoT data analytics and machine learning	Akhter, Ravesa; Sofi, Shabir Ahmad;	2021	ACADEMICO
120	Preventing COVID-19 Spread Using Information and Communication Technology	Tripathy, Pradyumna K.; Tripathy, Ajaya K.; Agarwal, Aditi; Mohanty, Saraju P.	2021	Web Science
121	PROTOTYPE MODEL of POLY HOUSE FARMING USING SENSOR and IoT TECHNOLOGIES	Javvaji K.S.S., Kasavajhula K., Nelakuditi U.R., Potnuru S.	2019	Scopus
122	Radio Wave Attenuation Measurement System Based on RSSI for Precision Agriculture: Application to Tomato Greenhouses	Cama-Pinto, Dora; Holgado-Terriza, Juan Antonio; Damas-Hermoso, Miguel; Gomez-Mula, Francisco; Cama-Pinto, Alejandro	2021	Web Science

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
123	Radiowave attenuation measurement system based on rssi for precision agriculture: Application to tomato greenhouses	Cama-Pinto D., Holgado-Terriza J.A., Damas-Hermoso M., Gómez-Mula F., Cama-Pinto A.	2021	Scopus
124	Recent advancements and challenges of Internet of Things in smart agriculture: A survey	Sinha, Bam Bahadur; Dhanalakshmi, R;	2022	ACADEMICO
125	Recent Development of AI and IoT in the field of Agriculture Industries: A Review	Kulkarni, Amith A; Dhanush, P; Chethan, BS; Thammegowda, CS; Shrivastava, Prashant Kumar;	2020	ACADEMICO
126	Remote-Control System for Greenhouse Based on Open Source Hardware	Wu Y., Li L., Li M., Zhang M., Sun H., Sygrimis N., Lai W.	2019	Scopus
127	Review of the internet of things communication technologies in smart agriculture and challenges	Tao, Wen; Zhao, Liang; Wang, Guangwen; Liang, Ruobing;	2021	ACADEMICO
128	Review on Internet of Things (IOT) in agriculture: limitations and barriers of smart farming in oil palm plantation in Malaysia	Abu Bakar, Ahmad Safwan;	2019	ACADEMICO
129	Role of Internet of Things and Machine Learning in Precision Agriculture: A Short Review	Singh, Dushyant Kumar; Sobti, Rajeev;	2021	ACADEMICO
130	Security and privacy for green IoT-based agriculture: Review, blockchain solutions, and challenges	Ferrag, Mohamed Amine; Shu, Lei; Yang, Xing; Derhab, Abdelouahid; Maglaras, Leandros;	2020	ACADEMICO
131	SeNAPs: A platform for integrating time-series with modelling systems	Coombe M., Neumeyer P., Pasanen J., Peters C., Sharman C., Taylor P.	2017	Scopus
132	Smart Agriculture with Advanced IoT Communication and Sensing Unit	Krcmarik D., Moezzi R., Petru M., Koci J.	2020	Scopus
133	Smart automated irrigation system with disease prediction	Yashaswini L.S., Vani H.U., Sinchana H.N., Kumar N.	2018	Scopus
134	Smart greenhouse management system based on NB-IoT and smartphone	Zhang F., Cui J., Wan X., Li X., Zheng T., Yang Y.	2020	Scopus
135	Smart Home Automation by Internet-of-Things Edge Computing Platform	Sharif Z., Jung L.T., Ayaz M., Yahya M., Khan D.	2022	Scopus
136	Smart irrigation and Crop health prediction	E. Siddhartha; M. C. Lakkannavar	2021	IEEE
137	Smart Irrigation Using Internet of Things	Gulati A., Thakur S.	2018	Scopus
138	Smart Monitoring of Agricultural Field And Controlling of Water Pump Using Internet of Things	M. Suresh; S. Ashok; S. A. Kumar; P. Sairam	2019	IEEE
139	Smart Phone Based Mobile Code Dissemination for Heterogeneous Wireless Sensor Networks	Faruk O., Zhong X., Liang Y., Liang X.	2019	Scopus
140	Smart Phone Based Mobile Code Dissemination for Heterogeneous Wireless Sensor Networks	O. Faruk; X. Zhong; Y. Liang; X. Liang	2019	IEEE

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
141	Smart Plant Monitoring System using NodeMCU	Drakshayani S., Laksimianjusha Y., Ramadevi P., Madhuravani V., Suguna K.R.	2022	Scopus
142	Smart system monitoring agricultural land using Iot	Keerthana K.T.E., Karpagavalli S., Mary Psonia A.	2018	Scopus
143	Smart water dripping system for agriculture/farming	P. Padalalu; S. Mahajan; K. Dabir; S. Mitkar; D. Javale	2017	IEEE
144	Smart Well Monitoring System	Soni K., Waghela D., Shah R., Mohan M.	2018	Scopus
145	Social internet of things in agriculture: an overview and future scope	Panda, Chandan Kumar; Bhatnagar, Roheet;	2020	ACADEMICO
146	Solar Powered IoT based Smart Solid Waste Management System	M. Nirmala; K. Malarvizhi	2021	IEEE
147	Survey on Challenges and Future Scope of IOT in Healthcare and Agriculture	Shruthi, BS; Manasa, KB; Lakshmi, R;	2019	ACADEMICO
148	Tamper-resistant code using optimal ROP gadgets for IoT devices	Hota C., Shrivastava R.K., Shipra S.	2017	Scopus
149	The Application of Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) in Agriculture: A Systematic Literature Review	de Abreu, CL; van Deventer, JP;	2021	ACADEMICO
150	The IoT Architectural Framework, Design Issues and Application Domains	Gardašević G., Veletić M., Maletić N., Vasiljević D., Radusinović I., Tomović S., Radonjić M.	2017	Scopus
151	Towards a Secure Internet of Things	P. Levis	2018	IEEE
152	Towards smart agriculture using FIWARE enablers	Ferreira D., Corista P., Gao J., Ghimire S., Sarraipa J., Jardim-Goncalves R.	2018	Scopus
153	Trends, Challenges and Opportunities for IoT in Smallholder Agriculture Sector: An Evaluation from the Perspective of Good Practices	Espinosa, C Alexandra; Pineda, Jhon; Ortega, Oscar; Jaime, Astrid; Sarmiento, Román; Archibold Taylor, George Washington;	2021	ACADEMICO
154	Usage of Internet of Things Based Devices in Smart Agriculture for Monitoring the field and Pest Control	Singh, Gulbir; Yogi, Kuldeep Kumar;	2022	ACADEMICO
155	Utility System for Elevating Pre and Post Production of Crops	Roy S., Sowmya B.J., Seema S., Rajeshwari S., Vinutha M.S.	2019	Scopus
156	Utility System for Elevating Pre and Post Production of Crops	S. Roy; B. J. Sowmya; S. Seema; S. Rajeshwari; M. S. Vinutha	2019	IEEE
157	Utilization of Internet of Things and Wireless Sensor Networks for Sustainable Smallholder Agriculture	Bayih, Amsale Zelalem; Morales, Javier; Assabie, Yaregal; de By, Rolf A;	2022	ACADEMICO

N°	Article Title	Authors	Year	BDD
158	Utilization of the internet of things in agriculture: possibilities and challenges	Mani Sai Jyothi, P; Nandan, Durgesh;	2020	ACADEMICO
159	Vertical Farming Trends and Challenges: A New Age of Agriculture Using IoT and Machine Learning	Swain, Mahendra;	2022	ACADEMICO
160	Visual Inspection Application of Substation Based on Internet of Things	Yin Y., Gu C.	2020	Scopus
161	Wireless Communication Technologies for Internet of Things and Precision Agriculture: A Review	Singh, Dushyant Kumar; Sobti, Rajeev;	2021	ACADEMICO
162	WSN Operating Systems for Internet of Things(IoT): A Survey	Yaqoob A., Ashraf M.A., Ferooz F., Butt A.H., Daanial Khan Y.	2019	Scopus
163	WSN Operating Systems for Internet of Things(IoT): A Survey	A. Yaqoob; M. A. Ashraf; F. Ferooz; A. H. Butt; Y. Daanial Khan	2019	IEEE
164	WSN/Wi-Fi microchip-based agriculture parameter monitoring using IoT	Bachuwar V.D., Ghodake U.R., Lakhssassi A., Suryavanshi S.S.	2018	Scopus
165	WSNs and IoT Their Challenges and applications for Healthcare and Agriculture: A Survey.	Saleh, Mohammed Mehdi;	2020	ACADEMICO

7.2.1. Proceso de búsqueda



7.2.2. Formularios para la extracción de datos de los 17 artículos seleccionados.

Tabla 7.2. Resultados del artículo #12.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	A Smart Precision Irrigation and Monitoring System
		Autor	Patroo Leevna, Thacooree Kooshboo, Mungur Avinash.
		Referencia	[38]
		Año	2019
2	Aplicación	Diseño y la implementación de una Web App y una Mobile App para que el agricultor gestione el sistema, controlar los procesos de riego automático y manual y recibir notificaciones importantes	
3	Área/Línea de Investigación	Software Aplicado	
4	Funciones	Utilizando las tecnologías de Internet de las cosas para proporcionar un riego de precisión automático y del sistema operativo Windows. Los sensores se utilizan para recopilar datos sobre el nivel del agua, la temperatura, la humedad y la humedad del suelo, y los servicios de Azure Cloud se utilizan para realizar análisis en tiempo real de los datos obtenidos.	
5	Conclusiones Relevantes	El sistema de riego y monitoreo de precisión permite promover la agricultura sostenible, facilitando el riego de precisión automatizado, el monitoreo de la humedad, temperatura del aire y la humedad del suelo. Permitiendo a los usuarios tener control del cultivo a través de una aplicación web y una aplicación móvil. Y un aprendizaje automatizado que permite predecir la lluvia para toma de decisiones.	

Tabla 7.3. Resultados del artículo #16.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Agricultural greenhouse environment monitoring system
		Autor	Yonghong Tian, Bing Zheng, Zeyu. Li
		Referencia	[39]
		Año	2017
2	Aplicación	Sistema de monitoreo ambiental de invernaderos agrícolas. El sistema implementa las instalaciones de monitoreo de datos agrícolas, el principal sistema de control para el sistema de Internet de las Cosas, utilizando el procesador ARM y el sistema operativo Linux.	
3	Área/Línea de Investigación	Software Aplicado	
4	Funciones	El sistema utiliza una serie de sensores para recopilar y transmitir los datos de temperatura y humedad en el entorno de crecimiento de los productos agrícolas y luego procesar los datos en tiempo real y operar el equipo electromecánico relacionado.	
5	Conclusiones Relevantes	Por la plataforma en la nube para el trabajo de recopilación y distribución de datos para lograr la sincronización de datos del sistema WEB del invernadero agrícola, y a través del sistema WEB para completar la consulta y el monitoreo del invernadero	

Tabla 7.4: Resultados del artículo #23.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	An IoT Agriculture System Using FIWARE
		Autor	Corista Pedro, Ferreira Diogo, Gíao Joao, Sarraipa Joao, Goncalves Ricardo.
		Referencia	[40]
		Año	2018
2	Aplicación	Sistema agrícola desarrollado utilizando vf-OS (sistema operativo de fábrica virtual), una plataforma que pretende convertirse en el puente entre las aplicaciones y los habilitadores, ya que proporciona los medios para interactuar con ellos.	
3	Área/Línea de Investigación	Software Aplicado	
4	Funciones	El sistema desarrollado se compone de diferentes aplicaciones, que utilizan habilitadores (integrados usando el sistema vf-OS), gestión de contexto actual y teorías de calidad de la fruta, para controlar la calidad del producto durante toda la cadena de producción de la fruta.	
5	Conclusiones Relevantes	El artículo propone un sistema que permite monitorear todos los pasos necesarios, dentro de la cadena productiva de la fruta.	

Tabla 7.5. Resultados del artículo #28.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Titulo	Applications of temperature and humidity monitoring system
		Autor	Saraswat Irma, Dwi Puspitasari, Anggoro Pramudyo, Alimuddin A, Firmansyah Teguh, Oktorida Khastini , Mardono Untung.
		Referencia	[41]
		Año	2018
2	Aplicación	Un sistema de monitorización basado en Android.	
3	Área/Línea de Investigación	Software Aplicado	
4	Funciones	Este sistema se utiliza para monitorear el cambio de parámetros, los parámetros incluyen temperatura y humedad. El sistema de monitoreo basado en Android utiliza programación Java y es de código abierto, además, el usuario puede monitorear el desarrollo de las plantas de espinaca al observar los datos que se han almacenado en la base de datos para que los usuarios puedan conocer el desarrollo de la planta, usando el sistema operativo Android.	
5	Conclusiones Relevantes	Se puede acceder a esta aplicación a través de un teléfono inteligente con sistema operativo Android como un servidor cliente	

Tabla 7.6. Resultado del artículo #35.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Climate Control of an Smart Greenhouse based on Android
		Autor	Alpay Ozlem, Erdem Ebubekir.
		Referencia	[42]
		Año	2019
2	Aplicación	En este estudio, la cantidad de energía y agua consumida para controlar los parámetros climáticos de un invernadero se pronosticó mediante el uso de datos de paquetes de nodos colocados en el invernadero. Los paquetes de nodos se colocan en topología de estrella utilizando una red de sensores inalámbricos.	
3	Área/Línea de Investigación	Software Aplicado	
4	Funciones	El usuario controla y supervisa de forma remota el invernadero a través de la interfaz desarrollada basada en Android.	
5	Conclusiones Relevantes	Se han utilizado sensores de temperatura y humedad. Los datos de salida se han obtenido aplicando el método de lógica difusa a los datos de entrada recibidos de los sensores	

Tabla 7.7. Resultado del artículo #42.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Crop Yield Estimation Using the Internet of Things
		Autor	Mishachandar B, Vairamuthu S.
		Referencia	[43]
		Año	2021
2	Aplicación	Solución agrícola inteligente para el uso de tecnologías como Arduino, IoT y Wireless Sensor Network y el sistema operativo Android.	
3	Área/Línea de Investigación	Redes y comunicación.	
4	Funciones	El prototipo del sistema desarrollado utiliza IoT para realizar tres funciones principales, a saber, riego automático/inteligente, estimación de productividad de cultivos y alertas de pastoreo de ganado.	
5	Conclusiones Relevantes	Debido a su viabilidad, eficiencia energética y rentabilidad, el sistema se puede utilizar en tierras agrícolas con escasez de agua con menos intervención humana.	

Tabla 7.8. Resultados del artículo #47.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Design and Implementation of a Sustainable IOT Enabled Greenhouse Prototype
		Autor	Nnadi Susan Nnedimpka, Idachaba Francisco.
		Referencia	[44]
		Año	2018
2	Aplicación	Una aplicación de Android y bases de datos en línea como Thingspeak y sistema operativo Android.	
3	Área/Línea de Investigación	Redes y comunicación.	
4	Funciones	Las actualizaciones periódicas se pueden ver desde una aplicación de Android y los controladores se pueden activar directamente a través de Internet con solo hacer clic en un botón	
5	Conclusiones Relevantes	El resultado de este proyecto es un medio más fácil y eficiente de gestionar el crecimiento de las plantas y de mejorar la producción de alimentos. Con la ayuda del proyecto, cualquier persona puede acceder a un alto rendimiento agrícola.	

Tabla 7.9. Resultados del artículo #49.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Design and Implementation of an-Android-based Broiler Production Environment Monitoring System
		Autor	Wanchao Zhang, Changxi Chen
		Referencia	[45]
		Año	2020
2	Aplicación	Diseño e implementación de un sistema de monitoreo del entorno de producción de pollos de engorde basado en Android	
3	Área/Línea de Investigación	Redes y comunicación.	
4	Funciones	El sistema ha creado un nuevo modelo para la gestión de granjas móviles. Adecuado para todo tipo de granjas, tiene las ventajas de un bajo costo de investigación y desarrollo, una fuerte capacidad de expansión y un fácil mantenimiento.	
5	Conclusiones Relevantes	Los resultados muestran que: Los operadores pueden usar terminales portátiles para acceder oportunamente a la temperatura actual, la humedad, la iluminación, el dióxido de carbono y otras concentraciones de datos de la granja de pollos, Alarma de datos que exceden el valor umbral, al mismo tiempo, monitoreo de video en tiempo real se realiza en el entorno de cría.	

Tabla 7.10: Resultado del artículo #56.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino
		Autor	Gunawan Srya, Sabar Mohamad, Nasir Haidawati, Kartiwi Mira, Motakabber Sma.
		Referencia	[46]
		Año	2019
2	Aplicación	Una granja avícola inteligente que utiliza un sistema operativo en tiempo real (RTOS) en Arduino. El nivel de amoníaco y dióxido de carbono se detectará utilizando varios sensores y se utilizarán ventiladores de CC de escape para regular al nivel óptimo.	
3	Área/Línea de Investigación	Software Aplicado.	
4	Funciones	Un sistema de monitoreo activo que mantenga las condiciones ambientales óptimas, como el nivel de amoníaco, dióxido de carbono, humedad y temperatura, utilizando Internet de las cosas (IoT) para la agricultura de precisión.	
5	Conclusiones Relevantes	Los resultados experimentales mostraron que RTOS en Arduino funciona mejor en comparación con Arduino sin RTOS. Esto se debe a que la prioridad de la tarea podría asignarse en RTOS, en el que la tarea de mayor prioridad podría completarse primero.	

Tabla 7.11. Resultado del artículo #66.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Hypaponics-Monitoring and Controlling using Internet of Things and Machine Learning
		Autor	Vadivel R, Parthasarathi R, Navaneethraj A, Sridhar P, Muhammad Nafi, Karan S.
		Referencia	[47]
		Año	2019
2	Aplicación	Hypaponics es un sistema de monitoreo que se encarga de la agricultura vertical integrada. Contiene campos como Aquaponics, Agricultura y aves de corral.	
3	Área/Línea de Investigación	Software Aplicado.	
4	Funciones	Se monitorea usando varios sensores y las predicciones se toman en base a los datos usando algoritmos de aprendizaje automático. Estas son las ventajas para los agricultores de reducir el uso de agua y fertilizantes en la granja y aumentar sus ganancias, por lo que ofrece múltiples formas de ingresos. También da comida orgánica pura para comer. También podemos utilizar paneles de energía solar para obtener energía.	
5	Conclusiones Relevantes	Todo el sistema se monitorea las 24 horas del día, los 7 días de la semana y los aportes a los agricultores se brindan a intervalos regulares de tiempoSe utilizo el sistema Operativo Windows.	

Tabla 7.0.12. Resultado del artículo #114.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Machine learning regression technique for cotton leaf disease detection and controlling using IoT
		Autor	Adhao Asmita. Sarangdhar, V. R. Pawar
		Referencia	[48]
		Año	2017
2	Aplicación	Un sistema para la detección y control de enfermedades en la hoja de algodón junto con el monitoreo de la calidad del suelo.	
3	Área/Línea de Investigación	Redes y comunicación.	
4	Funciones	<p>El trabajo propone un sistema de regresión basado en una máquina de vectores de soporte para la identificación y clasificación de cinco enfermedades de la hoja de algodón, es decir, el tizón bacteriano, la alternaria, el mildiú gris, la cereospra y el marchitamiento por fusarium.</p> <p>La aplicación de Android también se utiliza para mostrar los valores de los parámetros del suelo, como la humedad, la humedad y la temperatura junto con el nivel del agua en un tanque.</p>	
5	Conclusiones Relevantes	Todo este sistema de detección de enfermedades de las hojas y los sensores para el control de la calidad del suelo están interconectados mediante Raspberry Pi, lo que lo convierte en un sistema independiente y rentable.	

Tabla 0.2. Resultado del artículo #116.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	MyGreen: An IoT-Enabled Smart Greenhouse for Sustainable Agriculture
		Autor	Tripathy Pradyumna, Tripathy Ajaya, Agarwal Aditi, Mohanty Saraju.
		Referencia	[49]
		Año	2021
2	Aplicación	Un sistema de soporte de decisiones (DSS) actúa como el sistema operativo central que gobierna y coordina todas las actividades.	
3	Área/Línea de Investigación	Redes y comunicación.	
4	Funciones	Monitorizar diferentes parámetros, como la humedad, el nivel de la solución de nutrientes del agua, el pH y el valor de la conductividad eléctrica (EC), la temperatura, la intensidad de la luz ultravioleta, el nivel de CO2, la niebla y la cantidad de insecticidas o pesticidas, se controlan a través de varios sensores para que pueda obtenerse un conocimiento significativo. ser capturado y se puede realizar una detección temprana de fallas y un diagnóstico.	
5	Conclusiones Relevantes	Este trabajo también da cuenta de los diferentes desafíos del cultivo de rosas en invernadero y destaca una nueva solución basada en IoT, que es inteligente y sostenible. El modelo presentado en este trabajo se adapta bien al entorno cambiante, redefiniendo así los términos de la sostenibilidad.	

Tabla 0.3. Resultado del artículo #121.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Titulo	PROTOTYPE MODEL of POLY HOUSE FARMING USING SENSOR and IoT TECHNOLOGIES
		Autor	Javvaji Jumar,Kasavajhula Kowsikesh, Nelakuditi Usha , Potnuru Sowjanya.
		Referencia	[50]
		Año	2019
2	Aplicación	Modelo prototipo de Poly House farming utilizando sensores y tecnologías IOT.	
3	Área/Línea de Investigación	Redes y comunicación.	
4	Funciones	Mejorar el rendimiento del dominio agrícola mediante la implementación de soluciones de extremo a extremo para controlar parámetros como la temperatura, la humedad, la humedad del suelo, el CO2, la intensidad de la luz, la lluvia, el nivel del tanque, etc.	
5	Conclusiones Relevantes	Los datos de los sensores se analizaron mediante un servidor en la nube y las suscripciones se envían a los usuarios finales mediante la aplicación GSM y Android.	

Tabla 0.4. Resultado del artículo #123.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Radiowave attenuation measurement system based on rssi for precision agriculture: Application to tomato greenhouses
		Autor	Cama Pinto, Holgado Terriza., Damas Hermoso M, Gómez Mula F, Cama Pinto A.
		Referencia	[51]
		Año	2021
2	Aplicación	sistema que ha sido desarrollado para medir la atenuación de las ondas de radio en la banda libre de 2.4 GHz (ISM-Industrial, Scientific and Medical) cuando se propagan dentro de un invernadero de tomate basado en el indicador de intensidad de la señal recibida (RSSI), y un procedimiento para utilizar el sistema para medir RSSI a diferentes distancias y alturas.	
3	Área/Línea de Investigación	Redes y comunicación.	
4	Funciones	El sistema se basa en nodos Zolertia Re-Mote con sistema operativo Contiki y una Raspberry Pi para registrar los datos obtenidos. El nodo receptor registra el RSSI en diferentes lugares del invernadero con el nodo transmisor ya diferentes alturas.	
5	Conclusiones Relevantes	Se requieren el despliegue de redes de sensores que monitoreen variables agrícolas para la integración de datos agrícolas espaciales y temporales y se hace uso del sistema operativo Contiki.	

Tabla 0.5. Resultados del artículo #126.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Titulo	Remote-Control System for Greenhouse Based on Open Source Hardware
		Autor	Wu Yong, Li Minzan, Zhang M, Sol Hong, Sygrimis Nikolaos, Lai Wangfeng.
		Referencia	[52]
		Año	2019
2	Aplicación	Un sistema de control remoto para ambiente de invernadero basado en Raspberry Pi, MySQL y Android.	
3	Área/Línea de Investigación	Software Aplicado	
4	Funciones	El sistema consta de un sistema de control de invernadero (subsistema A), un sistema de monitoreo ambiental (subsistema B), una base de datos remota MySQL (subsistema C) y un software de monitoreo de Android (subsistema D).	
5	Conclusiones Relevantes	Todas las configuraciones de monitoreo pueden ser operadas remotamente por los usuarios.	

Tabla 0.6: Resultado del artículo #152.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	Towards smart agriculture using FIWARE enablers
		Autor	Ferreira Diogo, Corista Pedro, Gao Joao, Ghimire Sudeep, Sarraipa Joao, Jardim-Goncalves Ricardo.
		Referencia	[53]
		Año	2018
2	Aplicación	Vf-OS, una plataforma que pretende ser la futura referencia en los sistemas operativos de las futuras fábricas.	
3	Área/Línea de Investigación	Redes y Comunicación	
4	Funciones	En este trabajo se presentan algunos resultados preliminares con respecto a los módulos relacionados con IoT, procesamiento de eventos, conciencia situacional y armonización de datos que se están investigando en el ámbito de vf-OS para lograr una solución holística para las industrias, específicamente dirigida al dominio de la agricultura.	
5	Conclusiones Relevantes	Aunque ya existen algunas soluciones en el mercado, aún no se ha alcanzado todo el potencial de la fabricación inteligente. Para llenar el vacío, investigadores europeos están desarrollando vf-OS.	

Tabla 0.7. Resultado del artículo #163.

#	Descripción	Detalle	
1	Información bibliográfica	Título	WSN Operating Systems for Internet of Things(IoT): A Survey
		Autor	Adeel Yaqoob, Muhammad Adeel Ashraf, Faria Ferooz
		Referencia	[54]
		Año	2019
2	Aplicación	Sistemas operativos WSN para Internet de las cosas (IoT): una encuesta	
3	Área/Línea de Investigación	Redes y Comunicación	
4	Funciones	Se analizan en detalle varios sistemas operativos para WSN y se comparan en función de sus características y soporte para sistemas en tiempo real. Los sistemas operativos discutidos en este documento son: RIOT, Contiki, TinyOS, MANTIS, Nano-RK y LiteOS.	
5	Conclusiones Relevantes	A medida que aumenta la comunicación entre dispositivos, también aumenta la necesidad de un Sistema Operativo que se comuniquen con dispositivos heterogéneos.	

ANEXO D: Caso práctico.

7.3. Solicitud de ingreso a los invernaderos "Rosas ALEXANDER".

Ciudad de Latacunga, 03 de agosto de 2022

SEÑORA: SANGO VIRACUCHA KERLYN ESTEFANIA
RUC: 0504785676001
PROPIETARIO DEL INVERNADERO "ROSAS ALEXANDER"

Presente:

Reciban un cordial saludo de parte de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica de Cotopaxi, los cuales nos encontramos cursando el décimo semestre, solicitamos de la manera más comedida, nos permita el ingreso a su empresa e invernaderos de rosas para la recolección datos de la humedad del suelo y así aportar con la toma de datos verídicos para el proyecto de investigación denominado "Revisión sistemática de los sistemas operativos IoT para la agricultura y un caso práctico".

Somos unas personas honesta y responsable, que desea su apoyo para poder obtener resultados del suelo florícola, agradecemos si nos brindan la oportunidad.

Por la gentil atención a la presente, desde ya anticipamos nuestros sinceros agradecimientos

Atentamente,

 _____ Vilca Iza Rosa Fernanda C.I.: 0504232422 Tel: 0998211954	 _____ Zambrano Verduga Daniela Mercedes C.I.: 1316486505 Tel: 0978192963
--	---

7.4. Solicitud de aceptación por parte de invernaderos "Rosas ALEXANDER".



7.5. Entrevista

Lugar: Empresa florícola Invernadero “Rosas Alexander”

Fecha: 09/08/2022

Aplicada: Gerente

1. ¿Actualmente tiene alguna forma de medir la humedad del suelo en su empresa?

en nuestro invernadero la medición de la humedad es manual, nos fijamos en el color del suelo, si la masa es compacta o disuelta.

2. ¿Qué tan necesario es medir la humedad del suelo para la producción de flores?

Es importante medir la humedad ya que es importante para el desarrollo de las plantas y así se conseguir un buen tallo y botón de la rosa para su venta.

3. ¿Es importante los niveles de humedad para la formación de la planta?

Unos niveles suficientes de humedad del suelo son una condición importante para la formación adecuada de las plantas y el alto rendimiento de los cultivos para la planta

4. ¿Conoce usted, la agricultura Inteligente o Internet de las cosas?

no, en realidad no escuchado hablar acerca del tema, en todos los años que llevo trabajando

5. ¿Cree que, aplicando la agricultura inteligente con un prototipo se podría medir de mejor manera la humedad en el suelo agrícola?

Si, ayudara a mi cultivo de rosas a mejor el sistema que llevo contribuyendo en la disminución del consumo de agua.

6. Para usted ¿Qué mejoras podría aportar un prototipo IoT para medir la humedad para el suelo agrícola en el cultivo de rosas?

Ayudando a obtener una buena flor, sacando productos que se puedan vender mi a nivel nacional e internacional, ahorrando mi tiempo y recursos económicos y humanos.

ANEXO E: Borrador artículo.

REVISIÓN SISTEMÁTICA DE S.O IOT AGRÍCOLAS

SYSTEMATIC REVIEW OF AGRICULTURAL IOT S.O

¹Universidad Técnica de Cotopaxi

²Vilca Iza Fernanda Rosa

³Zambrano Verduga Daniela Mercedes Zambrano

E-mail: Daniela.zambrano6505@utc.edu.ec

E-mail: Roso.vilca1412@utc.edu.ec

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería en Informática y Sistemas Computacionales

Fecha:25/07/2022

Ubicación: Latacunga

Tutor: Ing. Carla Kantuña

Resumen--- En la actualidad la agricultura se ve afectada en productividad y calidad, debido a factores climáticos externos. Es por ese motivo que surge la necesidad de innovar con nuevas tecnologías que ayuden en la automatización de sus procesos. Es ahí donde entra el papel fundamental del Internet de las Cosas. El objetivo de IoT es automatizar y comunicar objetos sin la intervención humana. La información podría recopilarse mediante el uso de sensores y actuadores. Y a medida que aumenta la comunicación entre dispositivos, también aumenta la necesidad de un Sistema Operativo que se comunique con dispositivos heterogéneos. Hoy en día existen pocos estudios que traten de S.O en relación con el IoT en el sector agrícola, se habla mucho de aplicaciones IoT, pero no de sistemas operativos que aporten a estos dos campos. Por ese motivo se realizó una revisión sistemática de sistemas operativos IoT aplicados en el sector agrícola, utilizando la metodología de Barbara Kitchenham. Aplicando un protocolo de búsqueda en siguientes las bases de datos digitales; IEEE Xplore, Web Science, Scopus y Google académico.

Palabras claves--- Sistemas Operativos, IoT, Agricultura.

Abstract— At present, agriculture is affected in productivity and quality, due to external climatic factors. It is for this reason that the need arises to innovate with new technologies that help in the automation of its processes. This is where the fundamental role of the Internet of Things comes in. The object of IoT is to automate and communicate objects without human intervention. The information could be collected through the use of sensors and actuators. And as communication between devices increases, so does the need for an Operating System that communicates with heterogeneous devices. Today there are few studies that deal with OS in relation to the IoT in the agricultural sector, there is a lot of talk about IoT applications, but not about operating systems that contribute to these two fields. For this reason, a systematic review of IoT operating systems applied in the agricultural sector was carried out, using the methodology of Barbara Kitchenham. Applying a search protocol in the following digital databases; IEEE Xplore, Web Science, Scopus and Google Schola.r

Keywords--- Operating Systems, IoT, Agriculture.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el rendimiento y la calidad de los campos agrícolas se han visto afectados por los diferentes cambios climáticos y porque algunos agricultores aún siguen practicando la agricultura tradicional. Por ese motivo el sector agrícola se ve en la necesidad de innovar con nuevas tecnologías que le ayuden a automatizar procesos.

Una de las tecnologías de mayor crecimiento hoy en día es el internet de las cosas, se está convirtiendo en el auge de las operaciones de conectividad de los diferentes dispositivos.

IoT el camino hacia un mundo de innovación, donde se entrelazan elementos tangibles e intangibles como: un computador, internet, un sistema operativo, inteligencia artificial, una red, entre otros. Por ese motivo es necesario la conexión de este conjunto de elementos para poder recolectar información, analizar los datos y distribuir información y así ayudar con la toma de decisiones evitando, consumir en exceso, tiempo, costos y recursos. La información se recopila mediante sensores y actuadores.

Con la demanda de conexión de dispositivos entre sí, aparece la necesidad de sistemas operativos que permitan que la conexión de dispositivos heterogéneos sea más fácil.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo obedece a las guías planteadas por la profesora Barbara Kitchenham, para la elaboración de la SLR.

La cual menciona tres fases:

- Fase planeamiento
- Fase realización
- Fase reporte de resultados.

Según las profesora Barbara Kitchenham[1] algunas tareas no son obligatorias.

- Evaluar el protocolo de búsqueda y evaluar el informe de resultados todo depende de la revisión se esta haciendo sobre una base comercial.

En la Figura 1, se muestran las fases con sus respectivas tareas de la revisión.

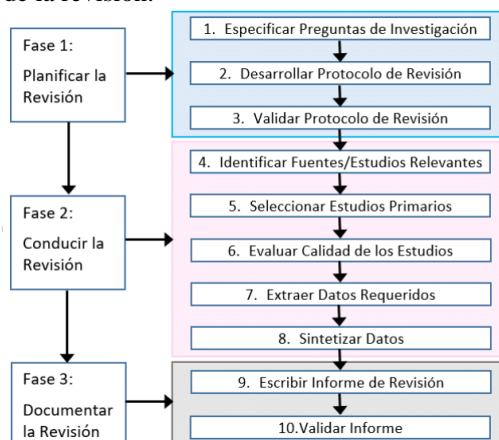


Figura 1. Fases de la SLR.[2]

III. DESARROLLO

A. Planificación de la revisión

1) Identificación de la necesidad de la revisión

Al pasar el tiempo, el uso de la tecnología en la agricultura ha incrementado y ha tenido un fuerte impacto en el avance en el sector agrícola, permitiendo analizar y procesar datos en tiempo real. Es por eso por lo que IoT tiene un papel muy importante permitiendo contar con una gama de opciones de sistemas de alta tecnología que ayudan administrar un cultivo con sensores que permiten mediar las condiciones del ambiente y suelo, ya sea como temperatura, pH, humedad entre otras cosas, utilizando la nube y tecnologías de comunicación.

Esta SLR surge a partir de la necesidad de identificar estudios en donde se hable del estado actual, del papel que juegan los S.O haciendo uso del IoT (Internet de las cosas) en el impacto de la agricultura.

Se han realizado varios estudios donde se habla de sistemas IOT acerca de la agricultura 4.0, que hablan desde monitorear condiciones en los campos desde cualquier sitio y disponer información de los cultivos. Pero no se encuentran estudios que hablen de S.O IoT en el sector agrícola. Por eso surge la necesidad de realizar una revisión sistemática de la literatura.

2) Preguntas de Investigación

En la TABLA 1, se presenta 3 preguntas de investigación que fueron estructuradas con criterios PICOC.

Tabla 1. Preguntas de investigación.

Preguntas de Investigación	
P1	¿Cuál es el estado actual de los Sistemas Operativos que aplican IoT en la agricultura?
P2	: ¿Cuáles son las características principales de los Sistemas Operativos que hacen uso del IoT en el sector agrícola?
P3	¿Cuáles son las características principales de los Sistemas Operativos que hacen uso del IoT en el sector agrícola?

B. Desarrollo del Protocolo de búsqueda

1) Estrategia de búsqueda

Para las búsquedas automáticas se incluyeron las bibliotecas digitales: IEEE Xplore Digital Library, Scopus Library, Web Science y Google Académico, que se muestran en la tabla 1, con sus respectivos nombres y sus enlaces.

En el protocolo de búsqueda como criterios, se han seleccionado artículos que han sido publicados desde el año

2017. En la tabla 2 se detalla la estrategia de búsqueda, que es automática, para la revisión.

Tabla 2. Estrategia de búsqueda.

Base de Datos	Scopus
	IEEE
	Web Science
	Google Académico
Tipos de Publicación	Artículos científicos.
Búsqueda aplicada	Título
	Resumen
	Palabras claves
Idioma	Inglés
Periodo de Publicación	2017-2022

2) Fuentes Bibliográficas

Se han seleccionado las bases de datos digitales que se presentan en la TABLA 3.

Tabla 3. Bases de datos Digitales.

BASE DE DATOS	
Google Académico	https://sholar.google.es
Scopus	https://www.scopus.com
Web Science	https://www.webofscience.com
IEEE	https://ieeexplore.ieee.org

3) Términos de Búsqueda

Los términos de búsqueda son los que permiten construir las cadenas de búsquedas.

Y son System operative, IoT y Agriculture.

4) Cadena de búsqueda

En la TABLA 4, se presentan las cadenas de búsqueda o también conocidas como Sprints de acuerdo a las bases de datos digitales utilizadas.

5) Criterios inclusión

Durante el proceso de búsqueda se aplican los siguientes criterios:

- Documentos que sean artículos científicos.
- Artículos científicos que hayan sido publicados desde el año 2017 en adelante.
- Artículos científicos que estén escritos en el idioma de inglés

- Artículos científicos que mencionan Sistemas Operativos, IoT y agricultura.

6) Criterios de Exclusión

- Documentos que no sean artículos científicos.
- Artículos científicos que hayan sido publicados antes del año 2017.
- Artículos científicos escritos en otro idioma que no sea inglés.
- Artículos científicos que no mencionen Sistemas Operativos. IoT y Agricultura.

Tabla 4. Cadena de búsqueda.

Biblioteca Digital SCOPUS	
C01:	TITLE-ABS-KEY ("operating system" OR "operative system") AND TITLE-ABS-KEY (iot OR iots OR "internet of things") AND TITLE-ABS-KEY (agriculture)
Biblioteca Digital WEB SCIENCE	
C02:	TS=("operating system" OR "operative system") AND TS=(IoT OR IoTs OR "Internet of things") AND TS=(agriculture)
Biblioteca Digital IEEE XPLORE	
C03:	("All Metadata": "operating system" OR "All Metadata": "operative system") AND ("All Metadata": IoT OR "All Metadata": IoTs OR "All Metadata": "internet of things") AND ("All Metadata": agriculture)
Biblioteca Digital GOOGLE ACADÉMICO	
C04:	("operative system" OR "operating system") AND (IoT OR IoTs OR "internet of things") AND (agriculture) allintitle: AND AND agriculture "operative system" OR "operating system" OR IoT OR IoTs OR "internet of things"

Tabla 5. Resumen de artículos científicos encontrados.

Biblioteca Digital	Cadena de búsqueda	Total, artículos	Eliminados Duplicados	Estudios Incluidos	Artículos Excluidos
SCOPUS	C01	63	7	13	50
WEB SCIENCE	C02	5	2	0	5
IEEE	C03	28	5	4	24
GOOGLE ACADÉMICO	C04	69	1	0	69
TOTAL		165	15	17	133

Se obtuvieron 17 estudios que cumplieron con los términos de inclusión, 15 que fueron eliminados por estar duplicados. Es decir, que, de 165 artículos, 133 fueron excluidos. En la figura 2, se presenta como se realizó el proceso de búsqueda con el protocolo propuesto por la metodología establecida para trabajar en la SRL.

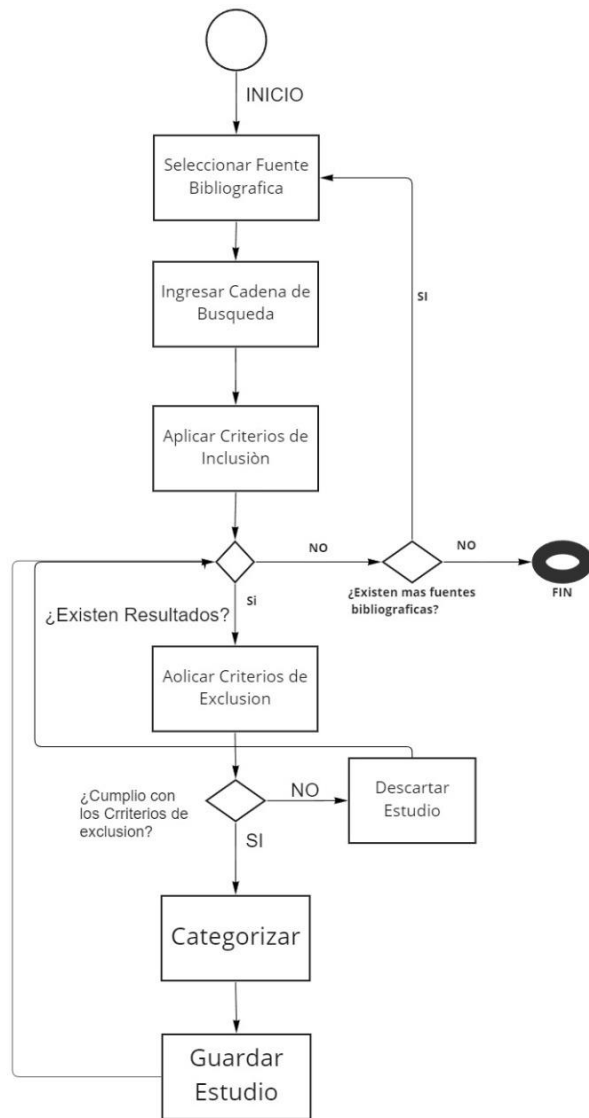


Figura 2. Proceso de búsqueda.

¿Cuál es el estado actual de los Sistemas Operativos que aplican IoT en la agricultura?

A continuación, explicamos los Sistema Operativo de IoT que tienen mejor relación sector agrícola.

Linux

Es un sistema operativo gratuito que no pertenece a ninguna compañía. Y su desarrollo es llevado a cabo por la colaboración de un gran número de profesionales. Y es considera uno de los S.O más estables ya que su arquitectura dificulta la propagación de cualquier virus.

TinyOS

Es un sistema operativo específico de la aplicación y basado en componentes, está diseñado para redes de sensores. Y es capaz de soportar programas paralelos usando muy poca memoria, por lo tanto, el tamaño de memoria requerido es bajo.

LiteOs

Es un sistema operativo en tiempo real para el internet de las cosas, de código abierto, que está basado en Linux. Es muy ligero, solo pesa 10 Kilobytes y está escrito en lenguaje C+.

Mantis OS

Es un sistema operativo de bajo consumo que ocupa 500 bytes y es específicamente para trabajar en el campo de la inteligencia artificial, multimod para redes de sensores inalámbricos. Teniendo como característica principal que es portable para múltiples plataformas. También conocido como MOS, se crea en lenguaje C.

Raspberry Pi OS

Este sistema Operativo es oficial de los Raspberry Pi está basado en Linux. Incluye diferentes paquetes y programas ya instalados, su peso total ronda entre unos 3GB. Utiliza una interfaz gráfica Pixel. Cuenta con tres versiones, la primera versión es la completa que pesa 3GB, la segunda versión estándar pesa casi 1GB y por último la segunda la LITE apenas ocupa400MB

Contiki

Es un sistema operativo portátil, multitarea. Diseñado para microcontroladores con poca memoria. Y es esencialmente para nodo de sensores.

Nano-RK

Es un sistema operativo en tiempo real con soporte preventivo fijo para WSN. Nano-RK está diseñado para cumplir con los siguientes objetivos: límite de uso de recursos de aplicaciones, multitarea, soporte de programación.

RIOT

Es un sistema operativo especializado para IoT, gratuito de código abierto. Y es compatible con los dispositivos IoT de bajo consumo, como microcontroladores (32 bits, 16 bits, 8bits).

RTOS

Es un sistema operativo en tiempo real muy en particular, porque es ligero, y es utilizado para sistemas simples o que estén limitados. Y existe una gran gama de tipos de RTOS, como por ejemplo el FreeRTOS que es bajo licencia open-source MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts).

La realidad actual de los sistemas operativos IoT, es que existe escasa evidencia científica en donde los enfoquen en el sector agrícola.

¿Cuáles son las características principales de los Sistemas Operativos que hacen uso del IoT en el sector agrícola?

En esta tabla se muestran las características principales de los sistemas operativos, de los artículos científicos seleccionados. Para la elección de indicadores, según los autores, indican que las características más destacadas de los S.O, son: arquitectura, planificación, su modelo de programación, memoria, soporte, y en que lenguaje están escritos[3]. Todos los sistemas operativos discutidos están escritos en C o C++.

Tabla 6. Características de los S.O.

S.O	LICENCIA	ARQUITECTURA	MODELO PROGRAMACIÓN	PLANIFICACIÓN	GESTIÓN DE MEMORIA	RECURSOS	FUNCIONES ADICIONALES	LENGUAJE	FUCION NAME ITNTO EN TIEMPO REAL	PLATAFORMAS COMPATIBLES
RIO T	Libre Comercial	Microkernel	Multihi lo	Basado s en prioridades	-Dinámica -Estática	Uso de memoria baja	-Uso de memoria baja. -API de Rust	-C -C++	SI	MSP430,ARM7,ARM, Cortex-M,AVR,MIPS RISC-Vx86,Xtensa
Tiny OS	Libre	Monolí tica	- Impulsada por eventos	FIFO	Gestión de memoria estática	-Eventos de Finalización. - Virtualización	-Soporte para base de datos. -Protocolo de seguridad TinySec. --Plurilingue	NesC	NO	MSP430F1611
Mantis OS	Comercial	Capas	Hilos	- Basada en eventos . - Prioridad de Clases.	Gestión de memoria dinámica.	A través de semáforos.	- Multiplataforma -Desarrollo de aplicación en lenguaje C.	C	NO	PCs
Nano-RK	Libre	Monolí tica	Hilos	Tasa monotónica de programación	Gestión de memoria estática.	Acceso serializado a través de semáforos y mutexes.	-Soporte de idiomas, plataformas disponibles y de documentación.	C	Si	PDA's FireFIY Montes MicaZ
Lite Os	Libre	Modular	Eventos e hilos.	Round Robin, pero basado en prioridades.	Gestión de memoria dinámica.	A través de primitivas de sincronización,	-Sistema de archivo LiteFs.	LiteC++	SI	GD32F4501 Arduino Zero Pro LPC54102 STM32F4291
Contiki	Libre	Modular	Eventos y Protocolos hilos	Eventos disparados en su ocurrencia, Prioridad de ocurrencia de interrupciones	Gestión de memoria dinámica.	Acceso serializado.	-Eficiente en terminos de energia.	C	NO	MSP430 AVR Tmote Sky TelosB
RTO S	Libre	Microkernel	Mediante eventos usando primitivas.	Basada en prioridades.	Estática	Sincronización de tareas.	-Fiabilidad -Soporte para planificación.	-C - Ensamblador		ARM Atmel AVR PIC ESP32
Linux	Libre	UML	Multihi lo	Schedule	Paginación	-	-Multitarea y Multiusuario.	C	NO	Microcontrolador PIC

¿Cuáles son las características principales de los Sistemas Operativos que hacen uso del IoT en el sector agrícola?

De los detalles que se mencionaron en el artículo 163 y como resultado de la SLR, se destacan los siguientes sistemas operativos; RTOS y RIOT, son los sistemas operativos más recomendados para el sector agrícola ya que admiten aplicaciones en tiempo real.

Según los autores del artículo 163 “WSN Operating System for Internet of Things”[3], mencionan que el sistema operativo RIOT es el más recomendado para trabajar en el sector agrícola debido a que admite aplicaciones en tiempo real y su modelo de programación está basado en subprocesos, gracias a esta característica facilita la codificación de los programadores.

Los autores del artículo 56 “Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino”[4], afirman que RTOS muestra datos e información en tiempo real que respalda la toma de decisiones de forma rápida y detallada, debido a su bajo consumo de energía y tiempo de respuesta. Y mencionan a FreeRTOS que esta en primer lugar de los RTOS que es de código abierto, gratuito y compatible con el microcontrolador Arduino. Siendo un entorno que asegura que todos los sensores de tareas que se creen en secuencia, si causar fallas. El programador tiene la posibilidad de proporcionar un patrón de ejecución determinista el que le permita al usuario asignar prioridades a cada subproceso de ejecución.

En el artículo 114 [5] “Machine learning regression technique for cotton leaf disease detection and controlling using IoT” los autores mencionan al Raspberry pi OS en su trabajo que les ayuda que el sistema sea más rentable e independiente ya que al contar con una interfaz gráfica pixel hace que sea más fácil de utilizar y ligera. También hace que la conexión de los sensores que utilizan en su prototipo sea más fácil y eficiente. Su instalación no es tan compleja, se necesita solo descargar el instalador en una tarjeta SD.

IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Una vez que se procedió a realizar una lectura más detallada de los artículos seleccionados, se identificó los sistemas operativos IoT más recomendados en el sector agrícola, y se detalló las características más importantes de cada uno como se muestra en la Tabla 6.

A partir de los detalles de los sistemas operativos mencionados anteriormente, FreeRTOS es el que más se menciona en la revisión sistemática ya que soporta aplicaciones en tiempo real.

En la revisión también se menciona al Raspberry pi OS que es un sistema operativo oficial del microordenador Raspberry Pi. Entre sus ventajas de uso hacer que la conexión de los sensores sea más fácil y eficiente. Su instalación no es tan compleja, se necesita solo descargar el instalador en una tarjeta SD y cuenta con una interfaz gráfica PIXEL que lo hace muy fácil de usar e intuitivo. Y viene con diferentes programas ya instalados debido a esto pesa alrededor de 3GB.

Como es más completo es más recomendable para trabajar con proyectos más grandes en el caso de la agricultura ya sea en el control de enfermedades usando técnicas de inteligencia artificial como el aprendizaje automático que también permitan la detención de ciertas plagas.

Estos dos sistemas operativos de IoT han sido comparados, previamente para esto fue necesario la instalación del FreeRTOS en el microcontrolador ESP32 y el Raspbian en el microordenador Raspberry Pi 3.

Es importante saber que un sistema operativo en tiempo real se usa para cumplir con compromisos temporales estrictos

CONCLUSIONES

- FreeRTOS es una buena opción cuando se quiere trabajar en pequeños proyectos porque puede funcionar en dispositivos extremadamente limitados, su uso es fácil y eficiente. Además, cuenta con una red específica freeRTOS+TCP que es escalable y seguro para subprocesos y por lo tanto para su instalación se necesita un IDE que incluya controladores ya sea de wifi o ethernet. Esta diseñado en la fiabilidad y la facilidad de uso ya que incluye un Kernel y un conjunto de bibliotecas de seguridad y conectividad.
- Raspberry Pi OS es apropiado para trabajar con su micro-ordenador para proyectos más completos y más complejos en el área de la agricultura como por ejemplo en el control de enfermedades usando técnicas de inteligencia artificial ya sea el aprendizaje automatizado que también permitan la detención de ciertas plagas.

V. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Barbara Kitchenham, “Procedures for Performing Systematic Reviews”, *DEBS 2019 - Proc. 13th ACM Int. Conf. Distrib. Event-Based Syst.*, pp. 240–243, 2019, doi: 10.1145/3328905.3332505.
- [2] G. Tebes, D. Peppino, P. Becker, y L. Olsina, “Especificación del modelo de proceso para una revisión sistemática de literatura”, *XXII Ibero-American Conf. Softw. Eng. CibSE 2019*, núm. April, pp. 391–404, 2019.
- [3] A. Yaqoob, M. A. Ashraf, F. Ferooz, A. H. Butt, y Y. Daanial Khan, “WSN Operating Systems for Internet of Things(IoT): A Survey”, *3rd Int. Conf. Innov. Comput. ICIC 2019*, núm. Icic, 2019, doi: 10.1109/ICIC48496.2019.8966731.
- [4] M. Teddy Surya Gunawan, Mohamad Firdaus Sabar, Haidawati Nasir, Mira Kartiwi, “Development of Smart Chicken Poultry Farm using RTOS on Arduino”. p. 10, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.scopus-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/record/display.uri?eid=2-s2.0->

- 85083916870&origin=resultslist&sort=plf-
- [5] V. R. P. Adhao Asmita. Sarangdhar, “Machine learning regression technique for cotton leaf disease detection and controlling using IoT”, *Proc. Int. Conf. Electron. Commun. Aerosp. Technol. ICECA 2017*, vol. 2017-Janua, pp. 449–454, 2017, doi: 10.1109/ICECA.2017.8212855.