



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA**

**ÁREA
TECNOLOGÍA APLICADA**

**TEMA
DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR LAS
VARIABLES CLIMÁTICAS QUE AFECTEN EL
CORRECTO CRECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES DE
CACAO DE LA CIUDAD DE VINCES EN EL AÑO
VENIDERO 2022**

**AUTOR
MOLINA URGILÉS TONY DANIEL**

**DIRECTORA DEL TRABAJO
ING. SIST. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA MG.**

GUAYAQUIL, ABRIL 2022



ANEXO XI.- FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR LAS VARIABLES CLIMÁTICAS QUE AFECTEN EL CORRECTO CRECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES DE CACAO DE LA CIUDAD DE VINCES EN EL AÑO VENIDERO 2022		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	MOLINA URGILÉS TONY DANIEL		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	ING. OYAGUE BAJAÑA ERICKA STEPHANIA, MG / ING. SIST.GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, MG.		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:	INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	22 DE ABRIL DEL 2022	No. DE PÁGINAS:	108
ÁREAS TEMÁTICAS:	TECNOLOGÍA APLICADA		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Arduino, Prototipo, Sensores, Tecnología, Variables Climáticas. Arduino, Prototype, Sensors, Technology, Climate Variables.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-200 palabras): Resumen El presente trabajo tiene como principal objetivo construir un prototipo que permita monitorear las variables climáticas que afectan el crecimiento de las plantaciones de cacao y permitir así un mejor control sobre los sembríos, en primera instancia se realiza el planteamiento de la problemática la cual consiste en mejorar el cultivo de cacao aplicando un sistema de monitoreo ambiental para controlar variaciones del clima que afectan su correcto crecimiento, luego se realiza un análisis de estudios y antecedentes que se hayan aplicado así como conceptos necesarios para la comprensión de este trabajo y por último se desarrolla la construcción del prototipo aplicando un esquema en protoboard con circuitos expuestos y luego encapsulado con una forma más estética con pruebas reales en diferentes situaciones y temperaturas junto con la lectura respectiva de la humedad obteniendo valores exactos y necesarios incluyendo también ciertas conclusiones favorables del prototipo y algunas recomendaciones que podrán servir para mejorarlo tanto en la parte física aplicada en la realidad, en la parte de la programación y como también en lo posible añadir más sensores para llevar al prototipo a una mayor			

implementación.

Abstract

The present work has as main objective to build a prototype that allows monitoring climatic variables that affect the growth of cocoa plantations and thus allow better control over crops, in the first instance the problem statement is made which consists of improving the cultivation of cocoa applying an environmental monitoring system to control climate variations that affect its correct growth, then an analysis of studies and background that have been applied as well as concepts necessary for the understanding of this work and finally the construction of the prototype is developed by applying a scheme on protoboard with exposed electronic circuitry and then encapsulated in a more aesthetically pleasing way with real tests in different situations and temperatures together with the respective humidity reading obtaining exact and necessary values also including certain favorable conclusions of the prototype and some recommendations that may serve to improve it both in the physical part applied in reality, in the programming part and also in the possibility of adding more sensors to take the prototype to a greater implementation.

ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593997459776	E-mail: tdaniel.molinau@ug.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Ing. Ramón Maquilón Nicola	
	Teléfono: 593-2658128	
	E-mail: direccionTi@ug.edu.ec	



**ANEXO XII.- DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE
LICENCIA GRATUITA
INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO
NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON
FINES NO ACADÉMICOS**

Yo, **MOLINA URGILÉS TONY DANIEL**, con C.C. No. **0924743198**, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR LAS VARIABLES CLIMÁTICAS QUE AFECTEN EL CORRECTO CRECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES DE CACAO DE LA CIUDAD DE VINCES EN EL AÑO VENIDERO 2022”** son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN*, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

A handwritten signature in blue ink, enclosed within a circular stamp or seal.

MOLINA URGILÉS TONY DANIEL
C.C.No. 0924743198



**ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE
SIMILITUD**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN
TELEINFORMÁTICA**



Habiendo sido nombrado ING. SIST. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, tutora del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por MOLINA URGILÉS TONY DANIEL, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN TELEINFORMÁTICA.

Se informa que el trabajo de titulación: DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR LAS VARIABLES CLIMÁTICAS QUE AFECTEN EL CORRECTO CRECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES DE CACAO DE LA CIUDAD DE VINCES EN EL AÑO VENIDERO 2022, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa Antiplagio URKUND quedando el 3% de coincidencia.

<https://secure.orkund.com/view/124282723-260683-604274>

ORKUND

Documento	ORKUND - Molina Urgilés Tony Daniel.docx (D130128362)
Presentado	2022-03-11 13:14 (-05:00)
Presentado por	tdaniel.molinau@ug.edu.ec
Recibido	ingrid.garcia@ug.edu.ec
Mensaje	Análisis Urkund Mostrar el mensaje completo

3% de estas 18 páginas, se componen de texto presente en 5 fuentes.

Lista de fuentes Bloques		Abrir sesión	
+	Categoría	Enlace/nombre de archivo	
+		TFG_enviado3_pedro2revisado.docx	
+		TESIS-ERICK PIBAQUE 2019.docx	✓
+	>	Tesis para urkund.docx	✓
+		Tesis de Ingeniería Eléctrica Quijije Marín Sandro.docx	✓
+		PROYECTO DE TITULACIÓN GARCÍA LUNA 2017 - CORRECCIONES.docx	✓



INGRID
ANGÉLICA
GARCÍA TORRES

ING. SIST. GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, MG.
DOCENTE TUTOR
C.C. 1308497682
FECHA: 11/03/2022



**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE-TUTOR
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN
TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 11 de marzo del 2022.

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizaraburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación “DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR LAS VARIABLES CLIMÁTICAS QUE AFECTEN EL CORRECTO CRECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES DE CACAO DE LA CIUDAD DE VINCES EN EL AÑO VENIDERO 2022” del estudiante MOLINA URGILÉS TONY DANIEL, indicando que ha (cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el estudiante está apto para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,



ING. SIST.GARCÍA TORRES INGRID ANGÉLICA, MG
CC: 1308497682

Fecha 11 de marzo del 2022



**ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA**



Guayaquil, 05 de abril del 2022

Sr (a).

Ing. Annabelle Lizarzaburu Mora, MG.

Director (a) de Carrera Ingeniería en Teleinformática / Telemática

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad. -

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **“DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR LAS VARIABLES CLIMÁTICAS QUE AFECTEN EL CORRECTO CRECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES DE CACAO EN LA CIUDAD DE VINCES EN EL AÑO VENIDERO 2022”** del estudiante **MOLINA URGILÉS TONY DANIEL**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 29 PALABRAS

La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.

La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 10 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica el que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**ERICKA
STEPHANIA
OYAGUE BAJANA**

ING. OYAGUE BAJAÑA ERICKA STEPHANÍA M.SC

DOCENTE REVISOR

C.C: 0931115323

FECHA: 5 de abril del 2022

Índice General

N°	Descripción	Pág.
	Introducción	1

Capítulo I

El problema

N°	Descripción	Pág.
1.1	Planteamiento del problema	2
1.2	Formulación del problema	2
1.3	Sistematización del problema	3
1.4	Objetivos	3
1.4.1	Objetivo general	3
1.4.2	Objetivos específicos	3
1.5	Justificación	3
1.6	Alcance	5
1.7	Hipótesis de investigación	5
1.8	Impacto social	5
1.9	Impacto económico	6
1.10	Impacto comercial	6

Capítulo II

Marco Referencial

N°	Descripción	Pág.
2.1	Estado del arte	6
2.2	Marco teórico	9
2.2.1	Variables climáticas	9
2.2.2	Niveles aceptables de variables climáticas	10
2.2.3	Tic	11
2.2.4	Tecnología	12
2.2.5	Tecnología de comunicaciones en redes inalámbricas	28
2.2.6	Tipos de comunicaciones inalámbricas	28
2.2.7	¿Que afecta el alcance de una señal inalámbrica?	16
2.2.8	Módulos de radio en IOT (internet de las cosas)	17

2.2.9	Módulos de radio por alcance	18
N°	Descripción	Pág.
2.2.10	¿Qué es Zigbee?	20
2.2.11	Topología física de una red	21
2.2.12	Servidores de base de datos	22
2.2.13	Microcontrolador	23
2.2.14	Placa Arduino	25
2.2.15	Sensores	26
2.2.16	Lenguaje de programación	26
2.2.17	Interfaz	27
2.2.18	Automatización en la agricultura	27
2.2.19	Monitoreo ambiental	28
2.2.20	Monitoreo web de plantaciones	30
2.3	Elementos que se utilizarán en el prototipo	30
2.3.1	Arduino nano	30
2.3.2	Sensor de temperatura y humedad del ambiente	31
2.3.3	Sensor de humedad del suelo	32
2.3.4	Sensor de calidad del aire	32
2.3.5	Tecnología de comunicación aplicada en el prototipo	33
2.3.6	¿Porqué utilizar tecnología de radio frecuencia?	34
2.3.7	Módulos de radio frecuencia FS1000A / XY-MK-5V	35
2.3.8	Pantalla 16x2 lcd	36
2.3.9	Código de programación	37
2.3.10	Accesorios y elementos electrónicos para armado de prototipo	38

Capítulo III

Desarrollo de la propuesta

N°	Descripción	Pág.
3.1	Diagrama del funcionamiento del prototipo individual	40
3.2	Diagrama del funcionamiento del prototipo en red	41
3.3	Armado de componentes en un protoboard	41
3.4	Prueba de los sensores en diferente estado de la planta	44
3.5	Programando la pantalla lcd	45
3.6	Verificar valores reales del ambiente	46

3.7	Alcance e independencia de equipos	47
N°	Descripción	Pág.
3.8	Configuración del servidor de la base de datos	48
3.9	Encapsulado de los equipos transmisor y receptor	49
3.10	Prototipo finalizado	50
3.11	Costo del prototipo	50
3.12	Resultados obtenidos y almacenamiento en la base de datos-	52
3.13	Encuesta realizada a dueños de plantaciones de cacao	54
3.14	Conclusiones	54
3.15	Recomendaciones	55
	Anexos	57
	Bibliografía	89

Índice de Tablas

N°	Descripción	Pág.
1	Niveles climáticos tolerables para las plantaciones de cacao	10
2	Comparación entre los distintos gestores de base de datos	22
3	Costos de cada elemento en el equipo transmisor	51
4	Costos de cada elemento en el equipo receptor	51

Índice de Figuras

Nº	Descripción	Pág.
1	Tierra extremadamente seca y frutos deshidratados	2
2	Plantaciones con carencias de sistemas de riegos y baja producción de cacao	4
3	Cambio climático ha afectado productividad agrícola global	9
4	Bandas de frecuencias	14
5	Cuadro comparativo de comunicaciones inalámbricas	15
6	Topología física más usadas	21
7	Microcontrolador 18F4550 PIC18F4550 Microchip	24
8	Placa Arduino Uno	25
9	Sensores compatibles con la placa Arduino.	26
10	Lenguajes de programación	26
11	Software y hardware	28
12	¿Quiénes somos?	28
13	Plus	29
14	Nano CH340	30
15	Sensor humedad y temperatura DHT11	31
16	Sensor humedad del suelo	32
17	Sensor Calidad Aire MQ135	33
18	Comunicación inalámbrica con módulos de RF de 433Mz	35
19	Uso de una pantalla 16x2LCD con Arduino	36
20	Elementos electrónicos para armado de prototipo	39
21	Diagrama de funcionamiento del prototipo	40
22	Diagrama de funcionamiento de prototipo en red	41
23	Diagrama de conexiones del equipo transmisor	42
24	Diagrama de conexiones del equipo receptor	43
25	Armado en Protoboard	44
26	Prueba de sensores	45
27	Programando la pantalla LCD	46
28	Prueba de pantalla LCD	46

29	Alcance e independencia de equipos	47
N°	Descripción	Pág.
30	Levantando Servidor de Base de Datos	48
31	Soldadura y encapsulado de elementos electrónicos	49
32	Elementos electrónicos encapsulados y trabajando correctamente	49
33	Prototipo finalizado	50
34	Lectura y almacenaje de información en tiempo real	52
35	Exportar lecturas a un archivo PDF	53
36	Análisis estadístico de entrevista pregunta 2	54
37	Gráfico circular estadístico de entrevista pregunta 2	54

Índice de Anexos

Nº	Descripción	Pág.
1	Código ide arduino transmisor	58
2	Código ide arduino receptor	63
3	Código interfaz Python	67
4	Imágenes de entrevista realizada a dueños de plantaciones de cacao	68
5	Preguntas de entrevista realizada a dueños de plantaciones de cacao	69



ANEXO XIII.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

“DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA MONITOREAR LAS VARIABLES CLIMÁTICAS QUE AFECTEN EL CORRECTO CRECIMIENTO DE LAS PLANTACIONES DE CACAO DE LA CIUDAD DE VINCES EN EL AÑO VENIDERO 2022”

Autor: Molina Urgilés Tony Daniel

Tutor: Ing. SIST. García Torres Ingrid Angélica, MG.

Resumen

El presente trabajo tiene como principal objetivo construir un prototipo que permita monitorear las variables climáticas que afectan el crecimiento de las plantaciones de cacao y permitir así un mejor control sobre los sembríos, en primera instancia se realiza el planteamiento de la problemática la cual consiste en mejorar el cultivo de cacao aplicando un sistema de monitoreo ambiental para controlar variaciones del clima que afectan su correcto crecimiento, luego se realiza un análisis de estudios y antecedentes que se hayan aplicado así como conceptos necesarios para la comprensión de este trabajo y por último se desarrolla la construcción del prototipo aplicando un esquema en protoboard con circuitos expuestos y luego encapsulado con una forma más estética con pruebas reales en diferentes situaciones y temperaturas junto con la lectura respectiva de la humedad obteniendo valores exactos y necesarios incluyendo también ciertas conclusiones favorables del prototipo y algunas recomendaciones que podrán servir para mejorarlo tanto en la parte física aplicada en la realidad, en la parte de la programación y como también en lo posible añadir más sensores para llevar al prototipo a una mayor implementación.

Palabras Claves: Arduino, Prototipo, Sensores, Tecnología, Variables Climáticas.



ANEXO XIV.- RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL CARRERA INGENIERÍA EN TELEINFORMÁTICA

“DESIGN OF A PROTOTYPE TO MONITOR THE CLIMATE VARIABLES THAT AFFECT THE CORRECT GROWTH OF THE COCOA PLANTATIONS IN THE CITY OF VINCES IN THE COMING YEAR 2022”

Author: Molina Urgilés Tony Daniel

Advisor: Ing. SIST. García Torres Ingrid Angélica, MSc

Abstract

The present work has as main objective to build a prototype that allows monitoring climatic variables that affect the growth of cocoa plantations and thus allow better control over crops, in the first instance the problem statement is made which consists of improving the cultivation of cocoa applying an environmental monitoring system to control climate variations that affect its correct growth, then an analysis of studies and background that have been applied as well as concepts necessary for the understanding of this work and finally the construction of the prototype is developed by applying a scheme on protoboard with exposed electronic circuitry and then encapsulated in a more aesthetically pleasing way with real tests in different situations and temperatures together with the respective humidity reading obtaining exact and necessary values also including certain favorable conclusions of the prototype and some recommendations that may serve to improve it both in the physical part applied in reality, in the programming part and also in the possibility of adding more sensors to take the prototype to a greater implementation.

Keywords: Arduino, Prototype, Sensors, Technology, Climate Variables.

Introducción

El cacao es una fruta tropical que se cultiva en la parte costera y amazonia por sus exigencias de temperaturas y humedad que oscilan entre los 20°C a 30°C. El árbol posee pequeñas flores distribuidas entre sus ramas que producen una mazorca en cuyo interior contiene granos o semillas recubierto de una pulpa dulce azucarada.

Según ANECACAO (Asciación Nacional de Exportadores de Cacao): “La producción de cacao se concentra principalmente en las provincias de Los Ríos, Guayas, Manabí y Sucumbíos. En el país se cultivan dos tipos de cacao: el Cacao CCN-51 y el denominado Cacao Nacional”, (Anecacao, 2021).

También enfatiza que para un desarrollo correcto y producción del cultivo de cacao a más de la superficie ideal se debe tener en cuenta lo siguiente “La zona debe tener tanto el tipo de suelo como las condiciones climáticas adecuadas, para asegurar el establecimiento de una plantación productiva con las labores mínimas necesarias”, (Anecacao, 2021).

En base a lo mencionado en las referencias anteriores y con otros aspectos relevantes también se encuentra el control de las malezas, podas respectivas de cada planta, fertilizantes, caminos y canales de riegos con drenajes. Todo este proceso es delicado y minucioso y debe emplearse si se desea tener una buena cosecha al futuro. El implemento de tecnología en muchas áreas tanto de la agricultura, ganadería está permitiendo que los productos obtengan una mejor calidad y a su vez disminuye el esfuerzo físico de los trabajadores.

Con este proyecto investigativo se pretende dar un aporte a los agricultores para que sus plantaciones obtengan una mejor calidad de sus cosechas aplicando tecnología a bajos costos. Con la experimentación se puede entender a más exactitud las exigencias que requiere un sembrío de cacao y con ello ofrecer un prototipo aplicable a cualquier índole en la agricultura.

Esta tecnología permite medir con exactitud las variables necesarias que afectan mucho a las plantaciones ubicando diversos dispositivos electrónicos en áreas distantes y así recibir una lectura de la situación actual tanto del suelo, el aire, su humedad y diversas lecturas que se involucran en el nacimiento y desarrollo de las plantas.

El agricultor podrá tomar una decisión inmediata (ya no empíricamente) al recibir una lectura más exacta y de esta manera mantener un desarrollo más sano de sus cultivos. Este sistema electrónico es adaptable que incluso servirá a cualquier tipo de plantaciones e inclusive al tratarse de sensores permite mejorar el sistema de monitoreo con actualizaciones en caso de querer tener algún otro tipo de lectura que pueda contaminar el área de cultivo.

Capítulo I

El problema

1.1 Planteamiento del problema

Se sabe que un producto cosechado con mala calidad produce grandes pérdidas tanto económicas como del tiempo invertido, siendo la causa principal de este problema una inadecuada supervisión y dedicación en los sembríos sobre todo en áreas que son extensas y alejadas. Esto provoca que el producto final que es el cacao se desarrolle en pésimas condiciones o que la planta no florezca adecuadamente desechando muchas mazorcas descompuestas.



Figura 1. Tierra extremadamente seca y frutos deshidratados. Información tomada de la investigación directa Elaborado por Molina Urgilés Tony.

Como se observa en la figura 1, la mayoría de los productores de cacao trabajan de una manera empírica en donde realizan los procesos a base de experiencias, comentarios o por revisión superficial creando así una descoordinación que produce crecimientos erróneos de las plantas, frutos deshidratados o en pésimas condiciones. Es tanto así que en diversas áreas de los sembríos no existe una igualdad de producción por la falta de control adecuado de diversas variables ambientales.

1.2 Formulación del problema

¿Como diseñar un prototipo que permita monitorear las variables climáticas que afecten el correcto crecimiento de las plantaciones de cacao de la ciudad de Vines en el año venidero 2022?

1.3 Sistematización del problema

- ¿Qué variables climáticas son las que tienen más influencia en los cultivos de cacao?
- ¿Cómo se debe mejorar el cultivo de cacao teniendo los parámetros que permitan tener un mayor control en el ambiente?
- ¿De qué manera se verifica el correcto funcionamiento del sistema de monitoreo ambiental para los cultivos de cacao?

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un prototipo que facilite monitorear las variables climáticas de las plantaciones de cacao aplicando una tecnología que permita mantener lo más controlado posible las variaciones climáticas y así las cosechas tengan una mejor producción.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar una investigación en diversas áreas de los sembríos para conocer su estado y variables que intervienen en su desarrollo para de esta manera determinar que sensores podrían utilizarse.
- Seleccionar sensores, microcontroladores y elementos electrónicos que den la posibilidad de crear un sistema distribuido que detecten variaciones climáticas.
- Elaborar un presupuesto económico para la inversión del prototipo.
- Desarrollo de un servidor para el almacenamiento de la información obtenida por las lecturas del prototipo.

1.5 Justificación

Vinces es un centro de producción económico muy importante de la provincia de Los Ríos que se caracteriza por la parte financiera, administrativa y comercial ya que aquí sus actividades más importantes están la agricultura y la ganadería. En años anteriores esta provincia tuvo un crecimiento económico muy significativo en sus plantaciones de cacao, pero en la actualidad, con el incremento de sequías, variaciones climáticas, plagas y demás variables producen que muchos sembríos sientan todo este impacto perjudicial el cual no se puede controlar con mucha exactitud y produce una mala cosecha y baja producción en el cacao sobre todo en aquellas que no cuentan con una adecuada supervisión produciendo ventas insuficientes y un decremento en la parte comercial por la calidad del producto.



Figura 2. Plantaciones agrupadas con carencias de sistemas de riegos y baja producción de cacao. Información tomada de la investigación directa Elaborada por Molina Urgilés Tony.

Como se observa en la figura 2, a muchas plantaciones no le prestan la suficiente supervisión por la cual las plantas no se desarrollan adecuadamente y por tal razón la producción baja.

Al incluir tecnología en estas plantaciones se podrían controlar muchas situaciones que permitan una mejoría en las cosechas y así impulsar una reactivación económica más fuerte. La ministra de Agricultura y Ganadería Tanlly Vera, refiriéndose a la reactivación y aplicación de tecnología en el campo se expresa “Una de las herramientas principales para lograr la reactivación económica productiva es la tecnificación en el agro ecuatoriano”, afirmó la ministra de Agricultura y Ganadería, (Vera, 2021).

Durante el XII Congreso del Colegio Nacional de Ingenieros Agrónomos del Ecuador (CONIA), que se realizó en el auditorio Leonidas Proaño, del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), El ministerio de Agricultura y Ganadería, Pedro Álava, expresó destacando a los Ingenieros Agrónomos los cuales aportan continuamente a la mejora de la producción en la agricultura. Álava dijo “llegó la hora de incorporar en las aulas universitarias, en la formación de los ingenieros agrónomos, estas áreas de innovaciones científicas, acorde con el desarrollo de la ciencia y tecnología aplicadas”. (Álava, 2021).

Analizando las referencias anteriores nos podemos dar cuenta que en la actualidad está siendo muy útil el incorporar tecnología en el campo de la agricultura sobre todo en lugares donde los agricultores trabajan empíricamente y aplican ciertas soluciones en base a experiencias o recomendaciones ignorando muchas veces el porcentaje que debe limitarse en ciertas variables climáticas produciendo de esta manera un mal desarrollo de la planta.

Avanzamos a pasos agigantados buscando un desarrollo comercial y cada vez se involucra en nuestras vidas diarias las TICs (Tecnologías de la Información y la

Comunicación), con una correcta aplicación en todos los ámbitos se producen mejoras sorprendentes que ayudan a obtener resultados favorables en múltiples aspectos más si se refiere a una automatización en donde los procesos son muy complejos o inclusive si son bien básicos.

Esta tecnología como los sensores, microcontroladores, procesadores de información, entre otros, aplicándolas en la agricultura no solo producirá una mejora comercial sino también disminuiría el esfuerzo físico y pérdidas en las plantaciones, por ello en estos tiempos de cambios y desarrollo también se espera avanzar a una reactivación económica aplicando una baja inversión y obteniendo resultados favorables y es por ello que con la implementación de este tipo de tecnología los agricultores obtendrán mejores beneficios y a bajos costos.

1.6 Alcance

Con el siguiente proyecto se pretende:

- Hacer un prototipo que permita dar una solución y mejoramiento en la calidad de las plantaciones de cacao que pueden ser afectadas por las variaciones climáticas.
- El prototipo puede ser ajustado a diversos tipos de plantaciones que se consideren afectada por variaciones climáticas.
- Con la experimentación se da a conocer la utilidad que tiene la aplicación de la tecnología en diversas áreas como es el caso de la agricultura.

1.7 Hipótesis de investigación

¿Puede mejorar la calidad de las plantas de cacao implementando un prototipo que permite monitorear variables climáticas?

1.8 Impacto Social

La implementación de esta tecnología ofrece a los agricultores tener una plantación tecnificada que permite un mejor control de las variables climáticas obteniendo información real y adecuada reduciendo a su vez la participación que exige de los trabajadores en los cuidados y supervisión que en muchas de las veces por ser en forma empírica no se lo desarrolla a la perfección. Es así que este tipo de proyectos ya da un impacto social beneficioso y positivo con lo que permite generar más conocimientos técnicos, implementar más tecnología y generando más plazas de trabajo en todo el ámbito agrícola y tecnológico.

1.9 Impacto Económico

En el mercado existen compañías que se dedican a realizar monitoreo en las plantaciones aplicando tecnología en las que sus precios por lo general son elevados y se trabaja según el contrato. Con este prototipo se da una alternativa económica que resulta accesible al agricultor ya que los precios de estos sensores y demás mecanismos se los encuentra fácilmente y con precios más bajos.

1.10 Impacto Comercial

Muchos proyectos y prototipos quedan sin comercializar debido a sus sistemas muy complejos o por desconocimientos de los agricultores. La mayoría de los prototipos no se los han comercializado; ahora, en estos tiempos de reactivación económica en donde las TICs está involucrándose en todas las áreas puede tener más acogida sobre todo en el sector agrícola ya que actualmente sentimos cambios drásticos de temperaturas, humedad y contaminación que afectan el desarrollo de las plantas.

Capítulo II

Marco Referencial

A continuación, se realizará un análisis de estudios y antecedentes que se hayan realizado aplicando tecnologías que permitan una mejoría en la agricultura, así como también diversos conceptos que son necesarios para comprender el desarrollo de esta tesis.

2.1 Estado del Arte

Es muy importante conocer proyectos que se hayan realizado en donde involucren la tecnología permitiendo ayudar a que se mejore el desarrollo de las plantaciones, de esta manera se puede tener un conocimiento previo de su aplicación y funcionamiento que permitirá lograr un mejor análisis en relación con el tema tratado.

En el trabajo de titulación “Sistema automático de riego para plantación cacaotera” se desarrolló un prototipo que permita implementar un sistema automático de riego con la finalidad de aplicarlo en sectores del cultivo de cacao. El proyecto cuenta con un dispositivo tecnológico que permite evaluar diferentes variaciones climáticas y brindar eficacia, precisión y confiabilidad en el riego de las plantaciones.

Según los autores detallan “La propuesta tecnológica supervisará el ambiente en el que está cultivada la plantación, para que según la validación y nivel de aceptación de los parámetros censados pueda tomar la decisión de realizar el riego o no realizarlo.” (Jaramillo y Plúas, 2017).

Al finalizarlo pudieron concluir que dicho proyecto alcanzó los objetivos planteados desde sus inicios y por sus excelentes resultados se confirmó la posible implementación de este en las plantaciones.

En el proyecto de titulación “Diseño e implementación de un prototipo WSN para el control y monitoreo de los parámetros ambientales para el cultivo de cacao de la Finca Elizabeth ubicada en el Cantón Naranjal”, los autores aplicaron tecnología inalámbrica de largo alcance para su prototipo cuyo fin está enfocado en mejorar la productividad de los cultivos de cacao dándole un excelente resultado en la implementación de su prototipo explicando que “ Para cumplir con los requisitos del proyecto se utilizó tecnología de código abierto, logrando economizar los costos de implementación, también se usó innovaciones tecnológicas como el protocolo de conectividad inalámbrica de largo alcance LoRaWAN. Teniendo como resultado el éxito de este tema de titulación.” (Ordoñez y Ruiz, 2021).

Los autores consideran que la propuesta y prototipo son exitosos y se los puede considerar para utilizarlos en diferentes escenarios de cultivos y a la vez dejan abierta la opción de mejoras para futuras aplicaciones.

Para el trabajo de titulación con el tema “Diseño e implementación de un Sistema embebido de monitoreo de las variables climáticas para las plantaciones de maíz” se realizó una propuesta aplicando tecnología que permita monitorear las variables climáticas, pero en este caso dirigida a las plantaciones de maíz. Aquí se implementa tecnología adecuada como lo son dispositivos XBee y protocolos de comunicación ZigBee para recopilar datos los cuales serán almacenados en una base de datos de MYSQL y podrán ser visualizados en cualquier navegador web para un buen monitoreo como lo explican sus autores “El sistema propuesto consta de una red de sensores la cual se va a encargar de adquirir los datos de las condiciones agroecológicas del cultivo de maíz, una interfaz web de fácil uso que sirve para el manejo de la información almacenada y un sistema de energía renovable fotovoltaica” (Huilca & Sichiqui, 2019).

Los autores aseguran que los resultados demuestran que este sistema es una herramienta que podría ayudar a tomar buenas decisiones a los agricultores y así mejorar el desarrollo y la producción de los cultivos.

En el trabajo de grado de “Construcción de un Prototipo Electrónico Para el Monitoreo Climatológico en Cultivos de Aguacate en el Municipio de Tona, Basado en Tecnología IoT” se pretende monitorear las variables climáticas como la temperatura, radiación solar, humedad, presión barométrica para resolver las necesidades frente a la problemática de desconocimiento y detección de enfermedades en los cultivos, ahogamiento de los árboles o en caso contrario la deshidratación, entre otros obteniendo resultados excelentes aplicando tecnología y electrónica a bajo costos.

El autor en este trabajo de grado expresa “El uso de aplicaciones IoT han venido tomando fuerza durante los últimos años y esto se verá reflejado en la vida cotidiana y en los procesos tanto industriales como agrícolas en un corto plazo” (Luna, 2020). Tan cierto y emotivo es ya que la tecnología se involucra cada vez más en múltiples áreas facilitando y acortando muchos procesos que resultan muy beneficiosos para el trabajador.

Tan importante se ha vuelto la tecnología y telecomunicaciones en la vida diaria que resulta exigente para los ingenieros y científicos poder encontrar muchas soluciones a problemáticas que se presentan constantemente. Gracias a la aplicación de automatización en la agricultura se está dando a mayor escala la fabricación de mecanismos automatizados que ayuden a la sociedad, por tal razón es posible darse cuenta que mientras más se utilizan

las TICs en muchos ámbitos los resultados cada vez son más favorables. Analizando los antecedentes cuyos estudios o proyectos se basan en la implementación de una tecnología que permita dar una mejora en el sector agrícola, se puede entender lo muy importante que es innovar tecnológicamente para que cada vez se pueda ofrecer productos con una mejor calidad fortaleciendo así la parte comercial y emprendedora de diversos sectores.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Variables Climáticas

Son todos los cambios generados y que afectan en el ambiente natural. Estas variables pueden ser luminosidad, humedad, calor, temperatura, aire, entre otros los cuales influyen en el desarrollo de una plantación. Como lo explica el Ing. Agrónomo y Doctor en economía Agraria Francisco Fernández ante el impacto que genera el cambio climático “Entre ellas se incluyen la temperatura, la precipitación, la humedad, la velocidad del viento, la duración del sol y la evaporación. Por ejemplo, altas concentraciones de gases de efecto invernadero afectarían a factores como temperatura o precipitaciones” (Fernández, 2019).

En la actualidad muchas empresas de tecnología están involucrándose a mayor escala en el campo de la agricultura tratando de solucionar problemáticas referentes al entorno de las plantaciones que afectan su adecuado desarrollo, una de esas empresas es Instacrops la cual se dedica a brindarles una solución a los agricultores mejorando sus cosechas al tener un mejor control de sus variables climáticas. “Nuestra empresa se esfuerza en aprovechar el estado del arte en el procesamiento de imágenes y la inteligencia artificial poniéndolas a disposición de los agricultores de todo el mundo” (Instacrops, 2022).



Figura 3. Cambio climático ha afectado productividad agrícola global. Información tomada de Scidevnet. Elaborado por Carmina de la Luz

En la Figura 3 se muestra a campesinos andinos en sus cosechas y un descenso de la productividad agrícola. Las variables climáticas causan un efecto importante en la agricultura, según el Ingeniero Agrónomo Juan Quispe Rodríguez Doctor en Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible expresa que el efecto de las variables climáticas como “la temperatura y la humedad son muy importantes en la producción de cultivos, porque afectan en la velocidad de crecimiento en sus diferentes fases fenológicas, así como en el desarrollo del área foliar, tallos y otros componentes”. (Quispe, 2021).

El desarrollo de la agricultura en todo el mundo depende mucho de la situación climática, hay cultivos que son tan vulnerables que no se los puede sembrar en cualquier terreno o región y más aún por cambio natural estacionario en donde las variables climáticas varían constantemente.

2.2.2 Niveles Aceptables de Variables Climáticas

Para que una plantación de cacao pueda desarrollarse de una manera correcta y saludable es necesario que cumpla con ciertos valores climáticos y específicos para obtener una producción sustentable incluyendo la poda de los árboles, cuidados contra las malezas y una infraestructura con caminos y canales de riego. Por ello como lo expresa Anecacao y muchos otros grupos e instituciones dedicadas al desarrollo de cultivos de cacao es necesario tener un conocimiento sobre los niveles tolerables para mantener un adecuado sembrío de cacao. A continuación, se detalla una tabla de niveles aceptables utilizando las variables según los expertos en cultivos de cacao entre ellos Anecacao:

Tabla 1. Niveles climáticos tolerables para las plantaciones de cacao

Variable	Nivel tolerable
Temperatura de crecimiento de plantas	Mínima 20°C Máxima 30°C
Temperatura para correcta floración	Mínima 25°C
Calidad del aire	Sin contaminantes
Humedad del Ambiente	60% - 80%
Humedad del Suelo	Considerable

Información adaptada de Anecacao y Agrodiario. Elaborado por Molina Urgilés Tony

Según la Asociación Nacional de Exportadores e Industriales de Cacao del Ecuador (ANECACAO) el nivel del agua considerable depende mucho de la observación del agricultor teniendo como principal objetivo evitar la resequedad del suelo. Así lo explica Anecacao en sus artículos técnicos de riego y de drenaje, “se puede concluir que la única manera de acertar con el riego es la constancia: el agricultor debe observar e interpretar las señales que las plantas presentan”, (Anecacao, 2021). Por tal razón en la tabla anterior la humedad del suelo se especifica como considerable ya que depende mucho de la supervisión del agricultor es decir evitando la resequedad manteniendo el suelo húmedo y así mismo no permitir que abundante agua ahogue las raíces de las plantas.

2.2.3 TIC

Tecnologías de Información y Comunicaciones, se refiere a herramientas que permiten la distribución de información entre más equipos como lo expresa Estela y Raffino, (2019) “Son un grupo diverso de prácticas, conocimientos y herramientas, vinculados con el consumo y la transmisión de la información y desarrollados a partir del cambio tecnológico que ha experimentado la humanidad en las últimas décadas, sobre todo a raíz de la aparición de Internet”.

Las TIC son tecnologías que se utilizan tanto en las ramas de la informática, electrónica y sobre todo en el campo de las telecomunicaciones que permiten crear formas de comunicaciones nuevas y más eficientes para lograr un tratamiento de la información más fácil.

Este tipo de tecnología combina las tecnologías de comunicación (TC) y tecnologías de información (TI); las TC integran la radio, telefonía, televisión y las TI se basan en la digitalización de registros de contenidos. Al reunir estas tecnologías dan un resultado mayor para acceder a la información y es como la humanidad se podrían comunicar a grandes distancias. Ejemplos de estas tecnologías son las comunicaciones por videoconferencias.

Las TIC se pueden clasificar según los recursos a utilizar como pueden ser: las redes, los terminales y los servicios.

Las redes son los sistemas que permiten conectar varios equipos para que puedan comunicarse entre sí y están compuestos por usuarios, software y hardware.

Los terminales son los puntos que permiten que las personas puedan acceder a la información y constan por computadoras, Smartphone, televisores y demás equipos inteligentes que brindan una conexión en una red.

El servicio es a lo que se puede acceder utilizando los medios de conexión como podrían ser correos electrónicos, páginas de servicios de streaming (contenido de medios en vivo o grabado), servicios bancarios, etc.

La empresa Claro líder en el área de telecomunicaciones muestra las principales ventajas de las TIC en su página web (Claro, 2019).

- Instantaneidad: la velocidad con la que se transfiere la información.
- Inmaterialidad: la información se puede trasladar de forma inmediata a cualquier lugar y a múltiples usuarios.
- Interconexión: la unión de diferentes tecnologías que posibilitan la creación de nuevas herramientas.
- Interactividad: el intercambio de información entre usuarios y dispositivos
- Alcance: capacidad de impacto en diferentes áreas como la economía, la educación, la medicina, el gobierno, etc.
- Innovación: todo el tiempo están creciendo y cambiando para crear nuevos medios de comunicación.
- Diversidad: ejecutan más de una función por lo que sirven para diferentes propósitos.
- Automatización: cada vez más las herramientas tienden a automatizar procesos para mejorar la productividad y los tiempos de ejecución.

2.2.4 Tecnología

Consiste en aplicar herramientas, técnicas y conocimientos para resolver diversos problemas pudiendo ser útiles y necesaria para la humanidad. “La Tecnología está presente en casi todos los ámbitos de la vida moderna y convivimos a diario con ella, con tan sólo abrir una revista, una página Web o encender la televisión somos atacados por una masa de información” (Visión Industrial, 2020).

2.2.5 Tecnología de Comunicaciones en Redes Inalámbricas

Una comunicación en la que intervienen dos o más estaciones implica un medio el cual facilite el flujo constante de información. Siempre se ha utilizado medios guiados y uno de ellos el más reconocido es la implementación de cableado de hilos de cobre seguido por la fibra óptica que está aumentando su implementación.

A diferencia de los medios guiados, la tecnología inalámbrica brinda muchos beneficios entre los cuales permite una mayor y mejor movilidad, así como de escalabilidad en la cual fácilmente se podrían incorporar a una red más usuarios con una sencilla reconfiguración en la red a diferencia de las tecnologías por cable ya que en estos casos para una comunicación por cable evita que un usuario pueda movilizarse desde una determinada ubicación.

Los sistemas o equipos que permiten una comunicación entre dispositivos que funcionan de forma inalámbrica utilizan ondas electromagnéticas de radio permitiendo así un flujo de información por medio del aire, estos no utilizan ningún tipo de cableado evitando de esta manera gastos en infraestructura para medios de comunicación guiada.

Este tipo de tecnología facilita mucho la conexión entre dispositivos y dependiendo su característica estos pueden enviar información que podría ser entre unos metros hasta muchos kilómetros de distancia utilizando el espectro electromagnético.

Para que pueda existir una comunicación inalámbrica es necesario utilizar un recurso natural que a su vez es de carácter limitado y que es regulado por entidades del estado como lo comunica la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones Arcotel, “El espectro radioeléctrico es considerado por la Constitución de la República como un sector estratégico, por tanto, el Estado se reserva el derecho de su administración, regulación, control y gestión”, (Arcotel, 2022). Este recurso se desplaza por el espacio por medio de ondas electromagnéticas como lo explica Arcotel en su sitio web, “el espectro radioeléctrico constituye un subconjunto de ondas electromagnéticas u ondas hertzianas fijadas convencionalmente por debajo de 3000 GHz, que se propagan por el espacio sin necesidad de una guía artificial”, (Arcotel, 2022).

Para enviar y recibir información es necesario un tratamiento de las ondas electromagnéticas denominada modulación y demodulación. “El tratamiento de las ondas electromagnéticas se le denomina modulación y siendo tratada de forma adecuada como la variación de sus parámetros (fase, amplitud o frecuencia) permite la transmisión de información por medios no guiados haciendo uso del espectro radioeléctrico”, (Toro, 2020).

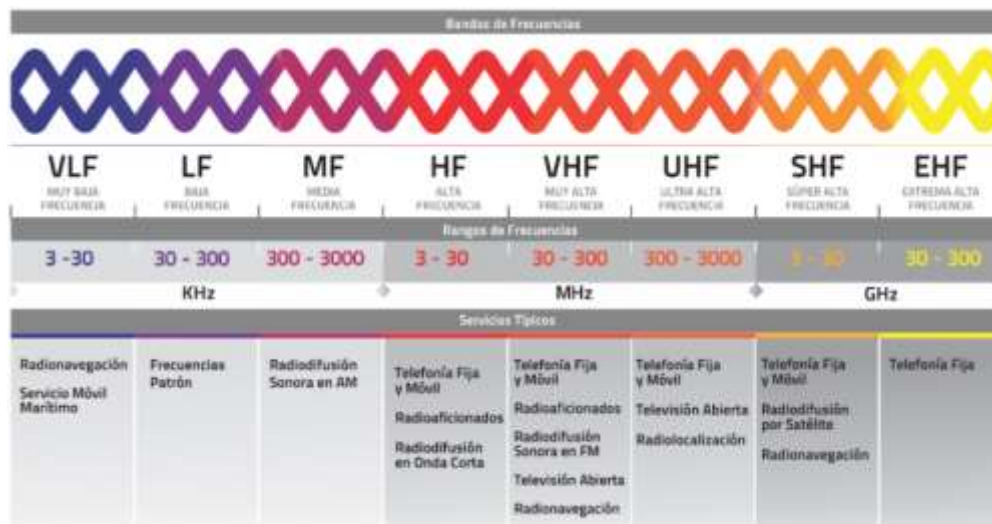


Figura 4. Bandas de Frecuencias. Información tomada de Conatel. Elaborado por Conatel.

En la imagen anterior se puede observar los diferentes servicios de radiocomunicaciones entre ellos los servicios que se pueden acceder utilizando los rangos de frecuencias que van entre los 3 KHz hasta los 300 GHz. Así también existen bandas que son con licencia es decir que les pertenecen a diversas compañías y nadie más puede utilizarlas y las bandas que no tienen licencia son las gratuitas utilizadas bajo ciertas normas aplicadas.

La razón que se adquiera una licencia en una banda es porque están libres de alguna interferencia y se tornan más confiables puesto que hay un control de quienes pueden utilizar para transmitir.

2.2.6 Tipos de Comunicaciones Inalámbricas

En consecuencia, al gran incremento de la necesidad de comunicación y al desarrollo constante de tecnologías se han podido clasificar las redes de acuerdo a las necesidades por el rango que puedan llegar a alcanzar entre los cuales se destacan:

- WPAN (Wireless Personal Área Network) Comunicaciones en áreas reducidas en la cual se utilizan para equipos como Laptops, teléfonos móviles, PDA, dispositivos, etc. Aquí encajan las tecnologías como Bluetooth, Zigbee, Radio Frecuencia las cuales trabajan con un rango menor de alcance
- WLAN (Wireless Local Área Network) Esta comunicación sirve para una conexión en áreas locales dentro de edificios. Esta comunicación la utilizan equipos con tecnología Wifi.
- WMAN (Wireless Metropolitan Área Network) Es una comunicación de áreas metropolitanas permitiendo comunicaciones entre edificios o campus. Esta

comunicación es aplicada en las conexiones Wimax y tiene un mayor alcance que la tecnología Wifi.

- WWAN (Wireless Wide Área Network) Permite conexiones extensas a nivel geográfico ya sea a nivel de ciudades o de países. Es utilizada para comunicaciones con satélites

A continuación, se detalla un cuadro de diferentes tecnologías con aplicaciones y ciertas características que permiten realizar una comparación entre ellas:

	WPAN	WLAN	WMAN	WWAN
Estándares	Bluetooth, UWB, Zigbee, RFD	802.11a, 11b, 11g HIPERLAN 2	WIMAX, MBWA	GSM, GPRS, UMTS, EDGE
Velocidad	Reducido	Medio-alto	Alto	Reducido
Rango	Reducido	Medio	Medio-alto	Alto
Aplicaciones	Sustitución de cables, interconexión de dispositivos	Conexiones inalámbricas en una LAN (empresa, aeropuerto)	Conexiones inalámbricas en una MAN (campus universitario)	Conexiones inalámbricas entre zonas geográficas extensas (ciudades, países)

Figura 5. Cuadro comparativo de comunicaciones inalámbricas. Información tomada de investigación directa.

Elaborado por Molina Urgilés Tony.

Hay diversas soluciones que se podrían adaptar dependiendo las necesidades de comunicación ya sea por corto, medio o largo alcance y la mejor para escoger dependería del tipo de tecnología que se pueda aplicar y que resulte una comunicación óptima siendo que cada dispositivo inalámbrico tiene ventajas y desventajas en diferentes tipos de aplicaciones, es decir si en determinado proyecto que se aplique una tecnología inalámbrica resulta adecuado, puede ser que aplicándolo en otro este dispositivo no sea el indicado como lo expresa Rob Faludi, asesor y consultor de IoT, “un módulo que utiliza muy poca energía de la batería puede ofrecer también un bajo ancho de banda. Es una solución perfecta para una báscula de baño inalámbrica, pero totalmente errónea para transmitir vídeo en directo desde una sala de conferencias, y viceversa”, (Faludi, 2021). Esto se aplica también con el alcance de la radiofrecuencia en la que se debe analizar los equipos y el entorno donde se implementará.

2.2.7 ¿Que afecta el alcance de una señal inalámbrica?

Hay diversos factores que afectan una buena comunicación entre dispositivos sobre todo en su alcance, “el alcance se define como la distancia máxima a la que puede haber comunicación entre dos antenas en una red inalámbrica”, (Faludi, 2021).

Se deben considerar también en una comunicación inalámbrica los obstáculos, el terreno, las antenas y el ruido de radio, entre otros. A continuación, se analizará diversas consideraciones que afectan la comunicación:

- Rendimiento: El flujo de datos representa significativamente en el alcance, “cuando la velocidad de datos aumenta, el alcance de la comunicación efectiva entre dispositivos puede reducirse. Esto se debe a que las tasas de datos rápidas requieren una mayor relación señal-ruido para una demodulación exitosa”, (Faludi, 2021).
- Potencia: Las señales de radio consumen mucha más energía en comparación de los medios cableados y para lograr que una señal viaje a mayor distancia es necesario que se alimente con más energía, “cuando las señales de radio se alejan de su fuente, se extienden rápidamente como las ondas de un estanque. Tanto el sonido como la radio se desintegran según la ley del cuadrado inverso. Cada vez que se duplica la distancia, se necesita cuatro veces más energía”, (Faludi, 2021).
- Ruido: Es cualquier señal indeseable o que afecte a la información ;única y principal que se desea transmitir, “el alcance consiste en distinguir de forma fiable la señal del ruido, no la distancia que puede recorrer una determinada señal de radio (que es infinita)” , (Faludi, 2021). En el ruido puede incluir la radiación cósmica, variables atmosféricas, líneas de cableado eléctrico, motores, entre otros.
- Frecuencia: Las frecuencias más bajas poseen un limitado ancho de banda y por consecuencia tiene un menor rendimiento a diferencia de las altas frecuencias cuyo rendimiento es mayor, “las señales de radio de baja frecuencia pueden difractarse fácilmente alrededor de los objetos y ser rebotadas por la atmósfera, aumentando el alcance efectivo”, (Faludi, 2021).
- Pérdida de espacio: Mientras una señal de radio se desplace por el espacio, esta disminuirá a medida que va avanzando puesto que su energía debe repartirse en esa área más amplia. “La pérdida en el espacio libre a una frecuencia determinada se resuelve reduciendo la distancia entre el transmisor y el receptor”, (Faludi, 2021).

- **Difracción:** Se presenta cuando la onda es distorsionada por un objeto que la señal encontró en su camino. “Cuando una señal de radio encuentra un objeto en su camino, se dispersa o difracta, y parte de la energía se dobla alrededor del objeto, pero el resto se aleja del receptor y, por tanto, se pierde”, (Faludi, 2021).
- **Multitrayectoria:** Las señales al encontrarse con obstáculos en el camino pueden rebotar y si el entorno está despejado llega directamente al receptor. “Los protocolos y sistemas de radio suelen estar diseñados para hacer frente a algunas interferencias multitrayecto. Colocar las antenas en un lugar alto y libre de obstáculos también ayuda”, (Faludi, 2021).
- **Absorción:** Esto sucede cuando una señal se encuentra con objetos y parte de su energía es absorbida. Las ondas de radio pueden atravesar materiales, pero van atenuándose en su camino al cruzar a través de ellos.
- **Terreno:** Depende del tipo de terreno las señales pueden ser absorbidas, difractadas, reflejadas o bloqueadas impidiendo que la señal llegue a su destino, “La propia composición del terreno puede tener un efecto en las frecuencias bajas, y las señales viajan mejor sobre lagos, océanos o pantanos que sobre zonas secas como los desiertos”, (Faludi, 2021).
- **Antenas:** Son las encargadas de transformar señales eléctricas en ondas de radio y de esta manera poder transmitir la información por medio del aire. “Utilizar correctamente las antenas adecuadas es fundamental. Una mala elección puede limitar el alcance, malgastar la energía de la batería y convertir un sistema, por lo demás bien concebido, en una pesadilla de soporte”, (Faludi, 2021).

2.2.8 Módulos de radio en IoT (internet de las cosas)

Los módulos de radiofrecuencia trabajan enviando y recibiendo señales inalámbricas por medio de un emisor y un receptor, “los módulos de radiofrecuencia son ideales por varias razones; no requieren el diseño de circuitos de radio desde cero, utilizan el espectro sin licencia, además, sus transmisiones no requieren una conectividad en línea de visión y pueden extenderse durante muchos kilómetros”, (Jahnke, 2021).

En el sector de la industria se utilizan mucho los módulos de radio empleados para contadores inteligentes, monitoreo remoto de depósitos, transporte, la agricultura de precisión, entre otros. “La agricultura de precisión está dando lugar a un mayor rendimiento de las cosechas y a una reducción de los costes, y creando eficiencias que tienen un impacto positivo en el medio ambiente”, (Jahnke, 2021).

Alec Jahnke, ingeniero de ventas, Digi International describe un detalle de como es el trabajo de los módulos en IoT: “el sensor convierte sus hallazgos en un formato legible para el ser humano que se muestra en la ubicación del sensor o transmite esos datos a un servidor central para su lectura o procesamiento posterior”, (Jahnke, 2021). Alec Janke indica también que “en muchos casos, el informe de un sensor pone en marcha un proceso. Esto puede ser cualquier cosa, desde la gestión del flujo de agua hasta el encendido de un ventilador o sistema de riego o el envío de una alerta”, (Jahnke, 2021).

Los módulos de radio frecuencias están sustituyendo a la comunicación por infrarrojos ya que no necesitan una línea de visión entre ellos para trabajar adecuadamente. Las frecuencias que más se utilizan en los módulos de radiofrecuencia que están disponibles en las tiendas de electrónica son las bandas de radio industrial, científica y médica que incluyen los 433,92 Mhz, 915 Mhz y 2,4 Mhz. Alec Jahnke explica sobre estas frecuencias “se utilizan debido a la normativa nacional e internacional que regula el uso de la radio para la comunicación. Los dispositivos de corto alcance también pueden utilizar frecuencias disponibles para el espectro sin licencia, como 315 MHz y 868 MHz”, (Jahnke, 2021).

2.2.9 Módulos de radio por alcance

Digi una empresa internacional de comunicación inalámbrica tiene disponibles módulos que trabajan por radio frecuencia ajustados a las necesidades y requerimientos de los usuarios los cuales se detallan a continuación para generar mayor conocimiento acerca de esta tecnología. Se pueden adquirir por corto alcance, gama media y largo alcance.

Los módulos de corto alcance reducen la potencia al mínimo, así como de su tamaño, calor y precio. “Son la solución perfecta para la monitorización de la energía residencial, la automatización de edificios comerciales o la detección de invernaderos de alta densidad”, (Faludi, 2021). Estos módulos permiten la creación de redes y la información puede saltar entre módulos para llegar a su destino.

Módulos de corto alcance (Digi, 2021)

- Digi XBee 3 (Potencia regular) - Zigbee, DigiMesh y 802.15.4:

Un único y diminuto módulo que admite tres protocolos de red inalámbricos diferentes, además de BLE y programabilidad integrada. Con un alcance en la línea de visión de 1.000 metros, es una solución excelente para la automatización del hogar, el control industrial y la detección ambiental.

- Digi XBee Wi-Fi:

Estos módulos integrados de Wi-Fi llevan una de las tecnologías de red inalámbrica más populares a la plataforma Digi XBee . Con un alcance estándar de Wi-Fi (300 pies) y un gran rendimiento, interoperan con cualquier estación base cercana.

- Bluetooth de baja energía (Digi XBee 3 line):

Es habitual en los smartphones, por lo que es una forma sencilla de configurar módulos, registrar datos de sensores inalámbricos alimentados por batería o crear balizas de localización. BLE suele tener un alcance bastante corto (300 pies o menos), pero utiliza muy poca energía, por lo que es un gran protocolo secundario para las soluciones IoT.

Los módulos detallados a continuación son de gama media y estos suelen ser más caros y se emplean para distancias mayores. Consumen más energía y producen más calor. Según su fabricante estos protocolos utilizan frecuencias por debajo de los gigahercios que están libres de licencia.

Módulos de gama media (Digi, 2021):

- Digi XBee 3 PRO (alta potencia) - Zigbee, DigiMesh y 802.15.4:

La versión de mayor potencia del módulo más pequeño de Digi para redes inalámbricas, incluye BLE y programabilidad a bordo. Con un alcance de 3 kilómetros en la línea de producción, es ideal para la automatización de edificios, controles en fábricas, soluciones para ciudades inteligentes y detección agrícola en áreas extensas.

- Digi XBee-PRO 900HP:

El módulo 900HP ofrece un gran alcance (hasta 28 millas con una antena de alta ganancia), así como opciones de malla para conectar en red muchos nodos cooperantes repartidos por una gran zona.

- Digi XBee-PRO XSC:

Estos módulos ofrecen interoperabilidad con las radios 9XStream heredadas de Digi. Tienen un gran alcance (hasta 28 millas de línea de visión) con un bajo ancho de banda, manteniendo la huella de agujero pasante estándar de XBee.

Para cubrir mayores distancias que los de gama media se necesitan protocolos de largo alcance, a continuación, se detallan los que corresponde a la empresa Digi.

Módulos de largo alcance (Digi, 2021):

- Digi XTend 900 MHz:

El XTend está disponible tanto en formato de montaje en superficie XBee como en el antiguo formato 9XTend. Ambos están diseñados para interoperar con los radios 9XTend anteriores de Digi. Su gran alcance (40 millas de línea de visión) se combina con unos requisitos de energía bastante importantes, una buena opción para las operaciones de minería y perforación, la supervisión de maquinaria pesada o las estaciones meteorológicas remotas que implementan el sueño para mantener las baterías recargadas con energía solar.

- **Digi XBee-PRO SX 900/868:**

Son los "módulos musculares" del ecosistema Digi XBee, que ofrecen una excelente fiabilidad y redundancia para construir sistemas inalámbricos de baja potencia y de misión crítica. Con una red de malla opcional, pueden crear redes que cubran áreas extremadamente grandes (hasta 65 millas de línea de visión). Las necesidades de energía son mayores y el rendimiento es limitado a distancias mayores.

- **Digi LoRaWAN:**

La solución Digi LoRaWAN ofrece productos especializados para los extremos del sensor y la pasarela de la comunicación inalámbrica. La modulación inalámbrica LoRa es una tecnología sin línea de visión capaz de penetrar obstáculos como edificios, vegetación y/o zonas de alta interferencia de RF como la maquinaria industrial. Los sensores LoRaWAN son de muy baja potencia y tienen un alcance de hasta 100 kilómetros con comunicaciones bidireccionales. Las aplicaciones típicas sin línea de visión son de hasta 20 km.

2.2.10 ¿Qué es Zigbee?

Zigbee es un conjunto de protocolos que utilizan ondas de comunicación de radio de baja energía y se puede comunicar de la misma forma como se realiza por conexión Wifi y Bluetooth, “es una tecnología inalámbrica desarrollada como un estándar global abierto para abordar las necesidades únicas de las redes inalámbricas de IoT de bajo coste y baja potencia”, (Digi, 2021). Su estándar se basa en la especificación de radio física IEEE 802.15.4 (IEEE 802.15.4 es un estándar que sirve para definir el nivel físico y control de acceso al medio de redes inalámbricas de área personal con tasas bajas de transmisión de datos) y su banda de operación son sin licencia como 2,4 GHz, 900 MHz y 868 MHz.

El diseño de Zigbee se creó para comunicar datos a través de entornos de radiofrecuencia con ruidos, habituales en las aplicaciones industriales y comerciales. La versión 3.0 de

Zigbee “se basa en el estándar existente, unifica los perfiles de aplicación específicos del mercado para permitir que todos los dispositivos se conecten de forma inalámbrica en la misma red, independientemente de su designación y función en el mercado” (Digi, 2021). Además, garantiza y permite una interoperabilidad con productos de distintos fabricantes.

Las características del protocolo Zigbee incluyen (Digi, 2021):

- Soporte para múltiples topologías de red como punto a punto punto a multipunto y redes de malla
- Ciclo de trabajo bajo - proporciona una larga vida a la batería
- Baja latencia
- Espectro ensanchado de secuencia directa (DSSS)
- Hasta 65.000 nodos por red
- Encriptación AES de 128 bits para conexiones de datos seguras
- Evitación de colisiones, reintentos y acuses de recibo

2.2.11 Topología física de una red

Es la forma en la cual están interconectados los equipos o estaciones en una red de comunicación permitiendo un flujo de información entre todas las estaciones hacia un servidor o equipo central, las topologías se pueden clasificar según su forma de conexión que puede ser en forma de bus, anillo, estrella, árbol o malla.

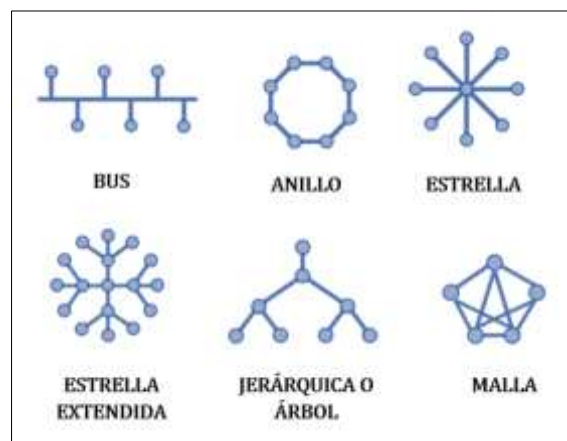


Figura 6. Topología física más usadas. Información tomada de Conoce Sobre Informática. Elaborado por Conoce Sobre Informática.

En la imagen anterior se muestra las diferentes formas en la que se pueden conectar los equipos en una red y su nombre define el tipo de conexión entre ellos.

2.2.12 Servidores de base de datos

Los servidores de base de datos son sistemas o equipos que facilitan y proveen servicios de almacenamiento de información que pueden ser utilizadas por diversos programas o equipos informáticos. La información almacenada en los servidores de base de datos debe ser administrada por los Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD) quienes se encargan de monitorear y mantener la seguridad adecuada para su correcto desempeño.

Una definición que brinda María Coral en su tesis de grado concuerda que “es la interfaz que el usuario utiliza para gestionar la base de datos, donde puede almacenar, modificar, acceder y deshacer la información contenida dentro de la misma”, (Coral, 2018).

Entre los Gestores de datos más utilizados están: MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle, Microsoft Access, PostgreSQL, DB2, NOSQL, entre otros.

Tabla 2. Comparación entre los distintos gestores de bases de datos

DBMS	Características	Ventajas	Desventajas	Opinión
DB2	Es propietario IBM Integra XML de forma nativa Es relacional Arquitectura similar a Oracle El SQL es muy potente	Multiplataforma, elimina tareas rutinarias, permite menor uso de recursos, tiene una versión gratuita llamada DB2 Express-C, Escalable Estable	No es tan robusto como Oracle Puede ser caro	Es un DBMS que puede ser caro por el hecho de no ser tan robusto en comparación con otros sistemas de gestión de bases de datos.
MySQL	Propietaria y publica Portabilidad	Fácil de aprender y utilizar multiplataforma Código abierto Fácil configuración Veloz a realizar operaciones	El soporte para disparadores es muy básico, no soporta algunas conversiones de datos. Los privilegios de las tablas no se borran de forma automática	Uno de los DBMS más populares que hay y es debido al hecho que además de ser eficiente es de código libre y gratuito en algunas versiones y también incluye versiones de pago

DBMS	Características	Ventajas	Desventajas	Opinión
Oracle	Propietaria Portable Compatible Alto rendimiento	DBMS popular Oracle ofrece porte técnico. Permite la gestión de múltiples bases de datos	Una mala configuración ofrece resultados desfavorables	Es un BAMS de paga que tiene como beneficio su fiabilidad y su soporte.
Postgre SQL	Incluye herencia entre las tablas Incorpora estructuras de arrays	Ahora en costos Instalación limitada Estabilidad Gran capacidad de almacenamiento	Lento en inserciones y actualizaciones Ofrece soporte en línea	Tiene características específicas que los hacen especial para ciertas necesidades.
SQLite	Dominio público DBMS relacional Algunos lenguajes de programación lo incluyen en sus módulos o bibliotecas	Multiplataforma -muchos lenguajes de programación tiene soporte o módulos para sqllite Pequeño tamaño	Su límite es de 2 terabytes. En algunas versiones los tipos de datos los asigna a los valores individuales y no a columnas esto en ocasiones no permite ser portable a otras bases de datos.	Es una buena alternativa como DBMS en especial para aplicaciones, por poner un ejemplo de sus aplicaciones Mozilla Firefox, blackberry, android, Skype.
Microsoft SQL Server	Propietario Integra nuevas herramientas Recuperación de datos eficaz y rápida Portabilidad	Para Windows Soporte de transacciones Estabilidad, Seguridad Soporte de procedimientos almacenados Entorno gráfico	Utiliza muchos recursos computaciones como memoria RAM Es de paga	La principal ventaja es su fiabilidad a la hora de recuperar datos

Información adaptada de la investigación directa. Elaborado por Molina Urgilés Tony

2.2.13 Microcontrolador

Prácticamente es el cerebro de un circuito electrónico y también se le conoce como circuito integrado. Es el encargado de procesar la información y se lo emplea en la actualidad

en todos los campos donde intervenga la tecnología y automatización, es decir tipo computadora como lo conceptualiza GSL Industrias (2021), “Es un equipo con las mismas características de una computadora con un CPU (Central Processing Unit) por sus siglas en inglés, memoria RAM, ROM”.

Para toda automatización los microcontroladores son muy importantes y diversos, su aplicación se la realiza dependiendo la necesidad. “Con un microcontrolador tenemos la posibilidad de realizar múltiples tareas, tales como la administración de entrada y salida en un proceso informático determinado. En el sector industrial es frecuente ver su aplicación en controladores y otros sistemas de automatización” (GSL Industrias, 2021).



Figura 7. Microcontrolador 18F4550 PIC18F4550 Microchip. Información tomada de Refactron. Elaborada por Refactron.

En la figura 7 muestra un microcontrolador PIC con las siguientes características, (GSL Industrias, 2021):

- Puerto USB V2.0 trabaja en modo low speed (1.5 Mb/s) - Full speed (12 Mb/s).
- RAM 1-Kbyte - USB.
- Reloj externo hasta 48 MHz.
- Oscilador interno: 31 KHz – 8 MHz.
- Pines de salida hasta 25mA.
- 4 timers
- Puerto USART para comunicaciones MSSP, SPI e IC.
- 13 canales ADC 10 bits.
- Memoria FLASH 100.000 ciclos de lecturas.
- Memoria EEPROM con 1.000.000 ciclos de lectura escritura típicos y retención de datos de hasta 40 años.
- Programación con código de protección.
- Programación ICSP vía dos pines.

Los microcontroladores se pueden clasificar según los bits, tipo de instrucciones y también por su memoria “De acuerdo a sus bits lo podemos encontrar de 8, 16 o 32 bits (unidad de información). Cada uno de estos controladores es utilizado según la capacidad de bits que amerite el sistema, por ejemplo, los sistemas automáticos requieren 32 bits” (GSL Industrias, 2021)

En forma de tipo de instrucción, “los hay de indicaciones reducidas, los cuales se conocen con el código RISC-RISC y los de instrucciones difíciles. Estos pueden hacer varias tareas simples a la vez” (GSL Industrias, 2021).

Y de acuerdo a su memoria GSL Industrias (2021) también señala Los tipos según la memoria se clasifican en Harvard Memory Architecture Microcontroller y Microcontrolador de arquitectura de memoria Princeton.

2.2.14 Placa Arduino

Arduino es una placa muy útil sobre todo si se trata en el plan educativo ya que se podrían realizar numerosos proyectos y lo más importante económico y compatible con múltiples sensores. “Es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. Está destinado a cualquier persona que realice proyectos interactivos” (Arduino, 2022).



Figura 8. Placa Arduino Uno. Información tomada de web-Robótica. Elaborada por Web-Robótica.

En la figura 8 se tiene una placa Arduino uno con múltiples entradas y salidas en sus extremos. Las hay también en Arduino nano, Arduino mega, etc. Las Placas Arduino las hay de diferentes modelos y se las emplea dependiendo la necesidad. Tiene muchas facilidades e inclusive “detecta el entorno al recibir entradas de muchos sensores y afecta su entorno al controlar luces, motores y otros actuadores” (Arduino, 2022).

2.2.15 Sensores

Es todo circuito electrónico que permite recibir información externa para poder analizarla y realizar diversas acciones. Estos dispositivos son sensibles al cambio de su entorno y muchos de sus casos ajustados para volverlos más exactos a la medición. Se los utiliza mucho para la electrónica por ello Fabio León (2021) la define como “los sensores son dispositivos que permiten medir variables físicas como luz, temperatura, humedad, aceleración, etc. y transformarla en una señal eléctrica como voltaje, corriente o resistencia”.

Los sensores se pueden clasificar según su variable, la forma de recopilar datos y su salida, entre ellos podrían ser: temperatura, movimiento, distancia, presión, luminosidad, humedad, calidad de aire, gases, etc.



Figura 9. Sensores compatibles con la placa Arduino. Información tomada de la investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la figura 9 constan diferentes sensores compatibles con Arduino, el sensor de temperatura, sensor de movimiento, sensor de calidad del aire y un sensor de humedad del suelo.

2.2.16 Lenguaje de programación

Es la forma que tiene un programador para comunicarse y darle instrucciones a una máquina la cual pueda realizar algún tipo de acción. Hay diferentes tipos de lenguajes que se emplean según la tecnología aplicada.



Figura 10. Lenguajes de programación. Información tomada de Atlantic International University. Elaborada por Atlantic International University.

Como se detalla en la figura 10 existen variedad de lenguajes de programación aplicados en diversas ramas de la informática. Atlantic International University (2019) “es una rama bien reconocida de la informática, y a fecha de 2006, un área activa de investigación, con resultados publicados en un gran número de revistas dedicadas a la PLT, así como en general en publicaciones de informática e ingeniería”.

La teoría de lenguajes de programación (PLT) Atlantic International University (2019) “es una rama de la informática que se encarga del diseño, implementación, análisis, caracterización y clasificación de lenguajes de programación y sus características”. Es un campo que incluyen varias disciplinas donde intervienen las matemáticas, ingeniería del software, lingüística, e incluso ciencias cognitivas.

2.2.17 Interfaz

Es un equipo, dispositivo o mecanismo programable que permite conectar más equipos para realizar cambios de información entre si permitiendo una comunicación constante entre sistemas ya sea del mismo o diferente lenguaje de programación. “Todo puerto que nos permite enviar y recibir señales desde un componente a otro, teniendo entonces distintas formas de realizar este envío dispuestas por las especificaciones técnicas de cada equipo, o bien mediante el establecimiento de distintos estándares que permiten la comunicación” (Sistemas, 2020).

2.2.18 Automatización en la Agricultura

La automatización es una técnica que se emplea para realizar diversas acciones o tareas de forma automática y que en esta no intervengan las personas sino solo la tecnología creando resultados más exactos, rápidos y confiables. “La automatización aplicada a procesos industriales ha experimentado una gran evolución en las últimas décadas gracias al empleo de dispositivos programables (PLC), que permiten un control prácticamente absoluto de la evolución de un proceso” (Edicions UPC, 2021).

La empresa Instacrops es especialistas en crear diversas tecnologías que ayudan en el campo de la agricultura y detallan grandes logros en sus implementaciones, expresan en su sitio web “Somos especialistas en desarrollo de Hardware IoT y Software para la agricultura integrando distintas fuentes de datos, utilizando técnicas de inteligencia artificial y visión computacional, con el objetivo de recopilar información sobre parámetros claves de cultivos en una misma plataforma”.



Figura 11. Software y hardware. Lo que nos gusta hacer. Información tomada de Instacrops. Elaborado por Instacrops

En la figura 11 se tiene una estructura y los mecanismos que emplean para aplicar su tecnología. Vemos así que esta implementación está tomando fuerza al pasar los años y se emplean nuevos mecanismos, estudios y personal con conocimientos en tecnología. “Estamos mejorando constantemente nuestro Hardware para facilitar los procesos de instalación, estés donde estés. Nuestros dispositivos IoT son Plug & Play y podemos gestionar su mantenimiento remotamente” (Instacrops, 2022).

Nuevas empresas fluyen en este campo a raíz de las necesidades por mantener una mejor producción en la agricultura, nuevos ofrecimientos y nuevas maneras de sobrellevar los inconvenientes climáticos es el reto de cada emprendedor, “Medimos, procesamos e interpretamos parámetros de clima, humedad del suelo, sistema de riego y plantas en cualquier tipo de cultivo, ya sea extensivo como intensivo” (Instacrops, 2022).

2.2.19 Monitoreo Ambiental

Es observar el comportamiento del medio ambiente a través de un proceso continuo y sistemático que permita recoger, analizar y utilizar datos que sirvan para la toma de decisiones, mediante un seguimiento de los factores que puedan afectar a las plantaciones relacionado con la contaminación ambiental.



Figura 12. ¿Quiénes somos?. Información tomada de Instacrops. Elaborado por Instacrops

En la figura 12 se muestra la presentación de la empresa Instacrop brindando el servicio de monitoreo quienes expresan que tienen buena acogida en el mercado y sus servicios son a nivel mundial. Un monitoreo de las plantaciones resulta muy útil e importante, así lo detallan también en su tesis Carlos Balladares y Danny López sobre el monitoreo ambiental en las plantaciones de cacao “Es importante que el agricultor esté bien informado de las condiciones climatológicas para poder hacer frente a cualquier eventualidad ambiental que pueda afectar a sus plantaciones de cacao”. (Balladares & López, 2021).

2.2.20 Monitoreo Web de Plantaciones

Existen mecanismos y plataformas que permiten un monitoreo ambiental para cultivos y de los cuales se utilizan los datos para subirlos a un sistema web y de allí puede ser controlado, supervisado y así se puedan tomar decisiones específicas para el adecuado crecimiento de las plantas. Instacrops que es una empresa dedicada a la integración de tecnología que permita un control adecuado de plantaciones de todo tipo como detallan en su sitio web “nuestras estaciones recopilan datos minutos a minuto de todo el cultivo, integrando tecnologías líderes en sensorización y teledetección, que nos permite desarrollar tecnología basada en software para monitorear los cultivos, la salud del suelo y mejorar la eficiencia del agua” (Instacrops, 2022).

En este proyecto de tesis que consiste en crear un prototipo para el monitoreo de las variaciones climáticas, los datos obtenidos podrían ser utilizados por programadores o desarrolladores web y así mismo ofrecer otra solución para monitorear los cultivos en diferentes plataformas.



Figura 13. Plus. Información tomada de Instacrops. Elaborado por instacrops.

Como se puede observar en la figura 13 el equipo Instasoil creado por la empresa Instacrops y su respectiva aplicación en un dispositivo móvil, según su explicación del funcionamiento “Optimiza hasta en un 35% el consumo de agua en tus riegos. Con InstaSoil podrás monitorear la humedad de suelo de tu cultivo, para gestionar el tiempo y frecuencia de riego en forma eficiente” (Instacrops, 2022).

Mientras más datos se obtengan para analizar las variables climáticas, mejor serán las posibilidades de obtener un sembrío más sano y controlado, es por ello que el prototipo que se va a desarrollar en esta tesis tendrá la posibilidad de reprogramar el microcontrolador y a su vez incorporar nuevos sensores y actualizaciones respectivas permitiendo mejorar ya sea en su estructura, servicio o aplicaciones en diversas áreas.

2.3 Elementos que se utilizarán en el prototipo

Entre variedad de sensores y microcontroladores que se podrían utilizar para recopilar datos climáticos de las plantaciones se han adquirido los más económicos existentes en el mercado que puedan ser adquiridos sin problemas y se detallarán a continuación.

2.3.1 Arduino nano

Este microcontrolador es pequeño, compacto e ideal para proyectos en la cual deba encajar en espacios reducidos, “Posee las mismas capacidades que un Arduino UNO, tanto en potencia del microcontrolador como en conectividad, solo se ve recortado en su conector USB, conector jack de alimentación y los pines cambia un formato de pines header” (Arduino, 2022).



Figura 14. Nano CH340. Información tomada de Aveletronics. Elaborada por Aveletronics.

Se utilizará este microcontrolador de la figura anterior por su tamaño, precio y características. A continuación, se detallan ciertas especificaciones del mismo (Arduino, 2022):

- Microcontrolador: Atmel ATmega328.
- Tensión de Operación (nivel lógico): 5 V.
- Tensión de Entrada (recomendado): 7-12 V.
- Tensión de Entrada (límites): 6-20 V.
- Pines E/S Digitales: 14 (de los cuales 6 proveen de salida PWM).
- Entradas Analógicas: 8 Corriente máx por cada PIN de E/S: 40 mA.
- Memoria Flash: 32 KB (ATmega328) de los cuales 2KB son usados por el bootloader (16 KB – ATmega168).
- SRAM: 2 KB (ATmega328) (1 KB ATmega168).
- EEPROM: 1 KB (ATmega328) (512 bytes – ATmega168).
- Frecuencia de reloj: 16 MHz.

2.3.2 Sensor de temperatura y humedad del ambiente

Este sensor es necesario para medir la temperatura del ambiente, así como de la humedad, las características del dispositivo se detallan:



Figura 15. Sensor Humedad Y Temperatura DHT11. Información tomada de Electrón Perdido. Elaborada por Electrón Perdido.

- Rango de humedad: 20 – 80% (error 5%)
- Rango de temperatura: 0 – 50°C (error 2°C)
- Frecuencia/muestreo: 1 muestra por segundo = 1 Hz

Como se puede observar en la figura, este módulo que detecta la humedad y temperatura del ambiente posee un led indicador de su funcionamiento 3 pines el cual se conecta una

entrada de 5V la conexión a neutro y el pin central que es por donde pasa la información al microcontrolador Arduino.

2.3.3 Sensor de humedad del suelo

Con este sensor se puede recopilar datos del suelo en donde se encuentran sembrada las plantas, también se lo puede emplear para jardinería, alarmas en caso de inundaciones, niveles máximos de líquidos.

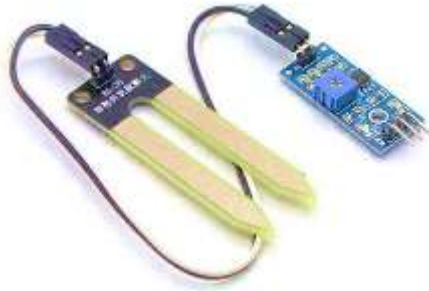


Figura 16. Sensor humedad del suelo. Información tomada de Electrónicos Caldas. Elaborada por Electrónicos Caldas.

En la figura 16 se observa el sensor para medir la humedad del suelo, como lo dice en su página la empresa Electrónicos Caldas a mayor presencia del agua hace que la tierra produzca mayor electricidad y si el suelo se encuentra seco conducirá menos, “este sensor puede medir la cantidad de humedad presente en el suelo que lo rodea empleando dos electrodos que pasan corriente a través del suelo, y lee la resistencia” (Electrónicos Caldas, 2022).

Este módulo se puede utilizar de 2 formas; una de manera digital el cual se utiliza un pequeño potenciómetro integrado para graduar su sensibilidad y la otra forma es analógica el cual va variando su voltaje a medida que detecta incremento de humedad a travez del electrodo.

2.3.4 Sensor de calidad del aire

Básicamente este sensor detecta diferentes tipos de gases que se encuentren en el ambiente. Naylamp Mechatronics especialistas en equipos electrónicos detalla en su página web sobre este producto. Naylamp Mechatronics (2021) “Internamente posee un calentador encargado de aumentar la temperatura interna y con esto el sensor pueda reaccionar con los gases provocando un cambio en el valor de la resistencia”, también detalla que “En el mercado, generalmente los sensores MQ se encuentran en módulos, lo que nos simplifica la

parte de conexiones y nos facilitan su uso, solo basta con alimentar el módulo y empezar a leer el sensor (Naylamp Mechatronics, 2021).

El modulo que se utilizará en el siguiente prototipo será el MQ135 entre los gases que detecta está el alcohol, NH₃, humo, CO₂, NO_x, etc.



Figura 17. Sensor Calidad Aire MQ135. Información tomada de Naylamp Mechatronics. Elaborada por Naylamp Mechatronics.

Este sensor que se observa en la figura posee 1 pin para la entrada de voltaje de 5V, un pin para el envío de los datos y el pin de conexión a neutro. Posee un regulador de su sensibilidad, un led de encendido y un led indicador que se activa al detectar gases.

Especificaciones técnicas detalladas por (Naylamp Mechatronics, 2021):

- Voltaje de entrada: 5V - DC
- Corriente de desempeño: 150 mA
- Consumo de potencia: 800 mW
- Tiempo para precalentamiento: 20 segundos
- Resistencia para carga: Potenciómetro (variable)
- Detección de partes por millón: 10ppm~1000ppm
- Concentración detectable: Amoniaco, sulfuro, benceno, humo
- Concentración de oxígeno: 2%~21%
- Temperatura para operación: - 20°C ~ 70°C

2.3.5 Tecnología de comunicación aplicada en el prototipo

El mecanismo que se utilizará para enviar la información entre los equipos transmisor (compuesto por todos los módulos que recibirán las diferentes variables climáticas) y el

receptor (el equipo que recibirá toda la información) será a través de módulos de radio frecuencia. Estos se comunicarán entre sí utilizando una banda de 433 Mhz la cual es libre comercialmente.

2.3.6 ¿Porqué utilizar tecnología de radio frecuencia?

Se procedió a utilizar estos módulos puesto que son muy económicos, populares, fáciles de conseguir, no consumen mucha energía y trabajan a grandes distancias dependiendo su diseño electrónico superando las comunicaciones de tipo Bluetooth y wifi según explicaciones de profesionales en el área y desarrollo de equipos para las telecomunicaciones como lo es Teleradio. Se afirma que este tipo de comunicación es mejor que el Bluetooth y también el wifi ya que su comunicación se puede desarrollar con más alcance sin necesidad de estar estrictamente cercano entre equipos como es el caso de la comunicación por infrarrojos que al estar presente un obstáculo entre emisor y receptor dejan de enviar información. En el caso de la comunicación por Bluetooth esta se la utiliza generalmente para comunicaciones de tipo personal y entre dispositivos que estén a determinada distancia limitada, inclusive presentan más vulnerabilidad y fallas. Por tales razones de no cumplir con requisitos a nivel industrial se evita su aplicación para comunicaciones más avanzadas y profesionales.

Una de las principales razones por utilizar mejor la tecnología de comunicación por radiofrecuencia es que esta tiene pocos problemas en cuestión de interferencia y seguridad como lo indica los profesionales desarrolladores de Teleradio comparándolos con comunicación Wifi y Bluetooth indicando sus fallas, “suelen estar relacionadas por proximidad a líneas de alta tensión, interferencias con líneas de Wifi local, o incluso con equipos de la misma marca trabajando en la misma zona, solapándose señales y de código abierto u obsoletos”, (Teleradio, 2020).

La empresa internacional Tele Radio profesionales y desarrolladores de sistemas de radio control por más de 65 años en el mercado explica en su sitio web porqué es mejor utilizar la comunicación por radio frecuencia en lugar de Bluetooth, wifi o infrarrojos, “Generalmente la Radio Frecuencia ofrece un alcance mayor que el resto de tecnologías, es el estándar en aplicaciones industriales donde se requiera su uso”, (Teleradio, 2020).

En cuestión de la comunicación por medio infrarrojos señala, “las aplicaciones son muy limitadas, debido principalmente a la necesidad de acercamiento entre los dos puntos y a la cantidad de imprevistos que pueden surgir y que podrían interrumpir la comunicación (por ejemplo, que un objeto se sitúe entre ambos puntos)”, (Teleradio, 2020).

Para la comunicación en tecnología Bluetooth explica que “suele utilizarse para crear redes inalámbricas en entornos personales, y para comunicar dispositivos electrónicos de uso diario (por ejemplo, teléfonos móviles y tablets), aunque ocasionalmente pueden verse en otras aplicaciones”, (Teleradio, 2020), también añade que “resulta francamente difícil que consigan pasar una certificación para demostrar que cumple con todos los requisitos necesarios para el uso industrial (seguridad, porcentaje de fallos, requisitos legales, etc.)”, (Teleradio, 2020).

2.3.7 Módulos de radiofrecuencia FS1000A / XY-MK-5V

Estos módulos de radio frecuencia en el siguiente prototipo presenta una comunicación sencilla que trabaja muy bien a poca distancia y su diseño electrónico puede ser ajustable para alcanzar espacios más amplios inclusive con otros módulos más profesionales en caso de un mejor requerimiento. La empresa Naylamp que provee estos elementos electrónicos ese refiere también a estos módulos. Naylamp Mechatronics (2021) detalla, “Vienen en pareja, emisor (FS1000A) y receptor (XY-MK-5V), el tipo de comunicación es simplex, es decir en un solo canal y unidireccional, son de baja velocidad de transmisión, pero para aplicaciones básicas son muy útiles”. Por tal razón se procede a utilizar este par de módulos ya que están muy apegados a la realidad.



Figura 18. Comunicación inalámbrica con módulos de RF de 433Mz. Información tomada de Naylamp Mechatronics. Elaborada por Naylamp Mechatronics.

Para que estos módulos puedan comunicarse de una manera óptima, es necesario ubicar una pequeña antena en su pin de conexión como se puede observar en la figura anterior la cual muestra un pin vacío llamado ANT y así alcanzar la frecuencia indicada. “Se recomienda conectar un cable de cobre de unos 17cm de largo para alcanzar la frecuencia de

433MHz. También son muy comunes y eficientes antenas helicoidales de 5mm de diámetro y 3.4cm de longitud (Naylamp Mechatronics, 2021).

2.3.8 Pantalla 16x2 LCD

Una forma adecuada de presentar los datos obtenidos es utilizar pantallas y en este caso se implementará una de 16x2 LCD (cristal líquido). Las hay de diferentes tamaños según el requerimiento de cada proyecto su estructura es compleja y lo explica en su página Xukyo (2020), “están compuestos de dos capas de polarizadores con direcciones perpendiculares de polarisaton intercalando dos placas de vidrio entre las que se colocan los cristales líquidos.”

Estas pantallas LCD de 16x2 (16 casilleros para ubicar caracteres x 2 filas superior e inferior) tienen 16 pines las cuales se puede realizar las conexiones respectivas según sea su requerimiento y al agregar una resistencia variable se puede calibrar su nitidez y contraste.



Figura 19. Uso de una pantalla 16x2LCD con Arduino. Información tomada de aranacorp. Elaborada por Xukyo.

A continuación, se detallan las características de la pantalla LCD 16 x 2 ideales para utilizar en este prototipo según Xukyo (2020):

- El 16×2 LCD consta de 16 pines.
- VSS Conectar a tierra de la pantalla pines de alimentación
- VDD de energía. Conexión de 5V
- V0 regulador de contraste. Conector para un potenciómetro.
- RS (Register Select). Selecciona el área de la memoria.
- RW leer o escribir. Aún a tierra. Permitir - E activar o no la pantalla
- D0 8bits.4 poco peso altura modo de la comunicación I2C
- D1 8bits.4 poco peso altura modo de la comunicación I2C
- D2 8bits.4 poco peso altura modo de la comunicación I2C

- D3 8bits.4 poco peso altura modo de la comunicación I2C página 4-D4 LSB comunicación I2C
- D5 4 bits inferiores de la comunicación I2C bits de
- D6 4 inferiores de la comunicación I2C bits de
- D7 4 inferiores de la comunicación I2C -A
ánodo. + Terminal de la luz de fondo LED
katode -K. – terminal de la luz de fondo LED

2.3.9 Código de programación

Cada sensor conectado en el Arduino nano debe emplear un código propio para que pueda ser procesada su información. Este sensor se lo programa en el Arduino desde un equipo de cómputo conectado por usb. A continuación, se escribe un ejemplo de código para que Arduino pueda interactuar con la pantalla LCD 16 x 2. (Xukyo, 2020) lo detalla en su página web:

```
/*
 * Liquid cristal counter
 */
// Library
#include <LiquidCrystal.h>
// Initalisation de la librairie
//LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);
long timeInit=0; //min
int tHour=1;
int tMin=26;
int tSec=35;
void setup() {
// set up the LCD's number of columns and rows:
lcd.begin(16, 2);
analogWrite(8,15);
// Affiche un message
lcd.print("Alarm buzz in : ");
timeInit=timeToCounter(tHour,tMin,tSec);
```

```

}
void loop() {
// Affichage digitale de l'heure
counterToTime(timeInit);
lcd.setCursor(0, 1); // place le curseur au 1er caractère de la 2nde ligne
lcd.print(tHour);
lcd.print(" h ");
lcd.print(tMin);
lcd.print(" m ");
lcd.print(tSec);
lcd.print(" s");
delay(1000); // Attend 1 second
timeInit=timeInit-1;
}
int timeToCounter(int h,int m,int s){
return h*3600+m*60+s;
}
void counterToTime(long cnt){
tHour=(cnt/3600);
tMin= (cnt%3600)/60;
tSec = ((cnt%3600)%60);
}

```

2.3.10 Accesorios y elementos electrónicos para armado de prototipo

El armado y unión de componentes entre cada módulo junto con los microcontroladores se procederá a unificarlos en placas de baquelita perforadas soldadas con estaño la cual permite mantener fijo todos los elementos. La fuente de alimentación puede ser empleada ya sea con baterías de 9V mínimo o aplicando corriente directamente con una salida continua de 12 V, ambos equipos tanto el emisor como el receptor deben estar con fuente de energía continua y si el caso lo permite un panel solar para alimentar la corriente de forma continua al transmisor.

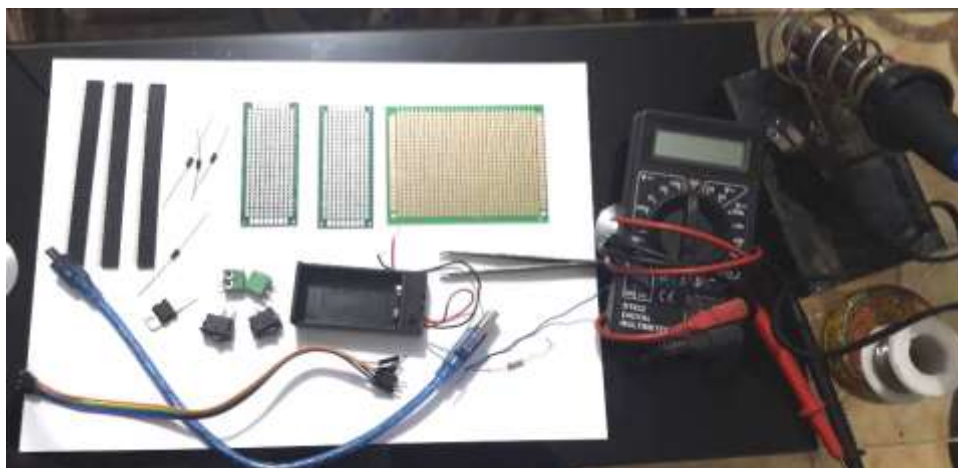


Figura 20. Elementos electrónicos para armado de prototipo. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

Capítulo III

Desarrollo de la propuesta

3.1 Diagrama del funcionamiento del prototipo individual

El prototipo consiste en 2 equipos (transmisor y receptor) los cuales facilitarán información de las variables climáticas que pueden afectar los cultivos y su información será mostrada en una pantalla LCD y a su vez enviada a un servidor de base de datos. El siguiente diagrama mostrará el funcionamiento que tienen ambos.

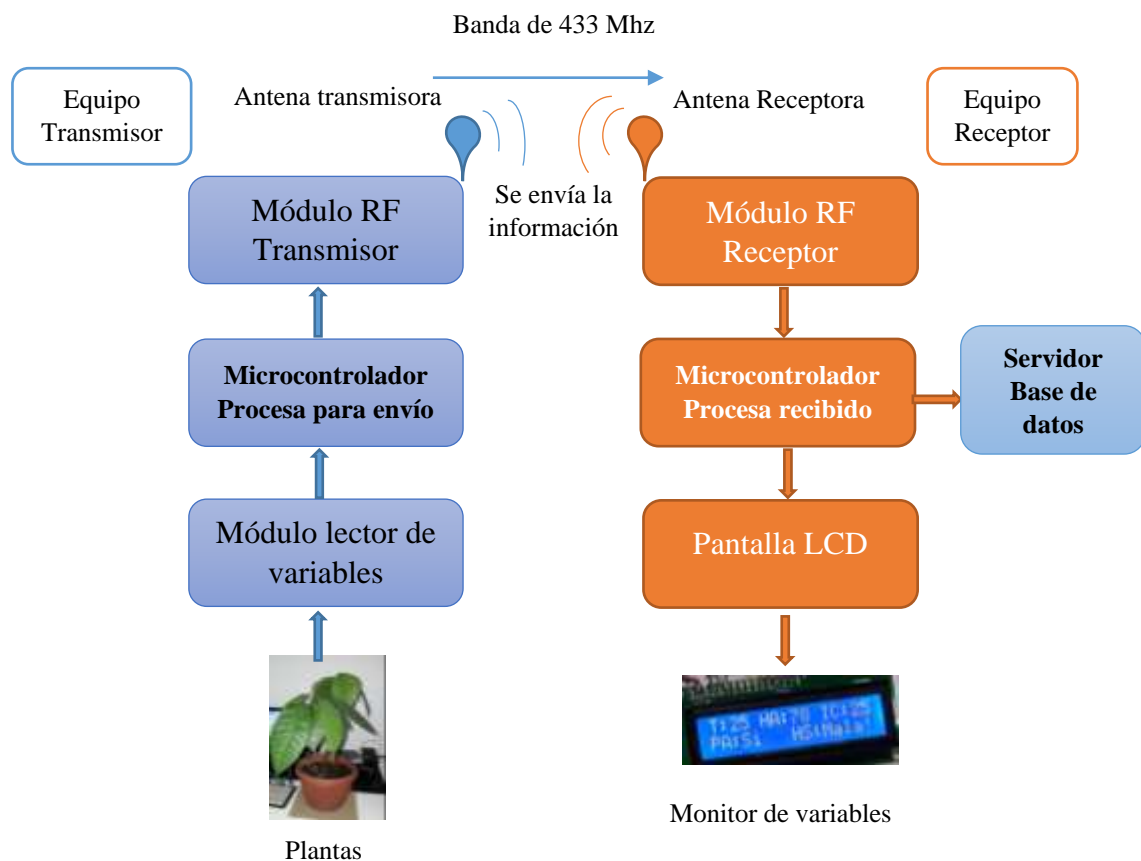


Figura 21. Diagrama de funcionamiento de prototipo. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la figura anterior podemos observar el diseño y la forma en que trabajaría el prototipo. La información se recibe de las plantas por medio de los módulos que recopilan los datos climáticos que serán procesados por el microcontrolador Arduino y este enviará los datos por medio del módulo transmisor RF utilizando la banda libre de 433 Mhz al equipo que recepta gracias al módulo receptor de RF estos datos nuevamente serán recibidos por el microcontrolador Arduino quien procesará y enviará los datos a la pantalla LCD la cual podrá

ser leída por una persona así como también se podrá almacenar en un servidor de base de datos y de esta manera se podrá monitorear el constante cambio climático que afecta a las plantaciones.

3.2 Diagrama del funcionamiento del prototipo en red

Para la comunicación en red entre transmisores y un receptor funciona para este prototipo la topología tipo estrella puesto que en este caso se desea recibir información de cada lugar distante en la misma zona.

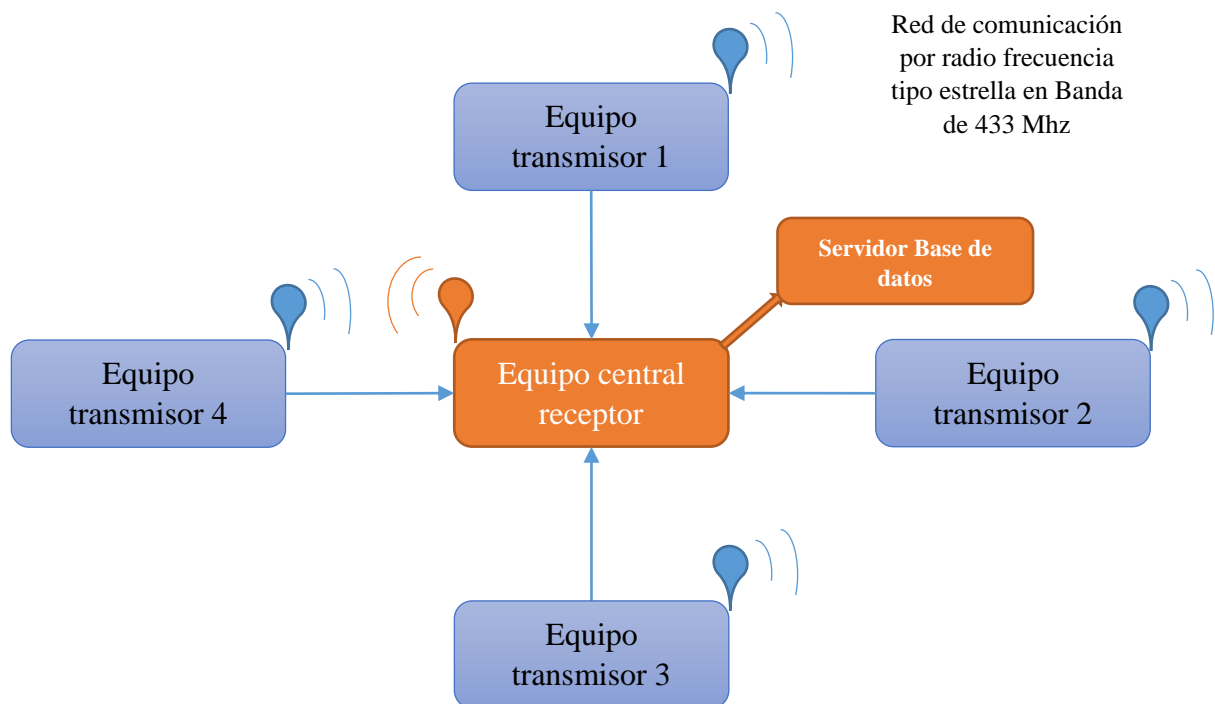


Figura 22. Diagrama de funcionamiento de prototipo en red. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la figura anterior se detalla el diagrama de conexión entre más equipos transmisores los cuales pueden enviar su propia información a un equipo receptor y este mostrará los datos por la pantalla LCD y también puede almacenar la información en el servidor de base de datos.

3.3 Armado de componentes en un protoboard

Antes de proceder a soldar las piezas o elementos electrónicos en baquelitas se debe probar sus componentes sobre protoboard para así verificar su correcto funcionamiento, a

continuación, se detallan los respectivos diagramas tanto del equipo transmisor como el receptor.

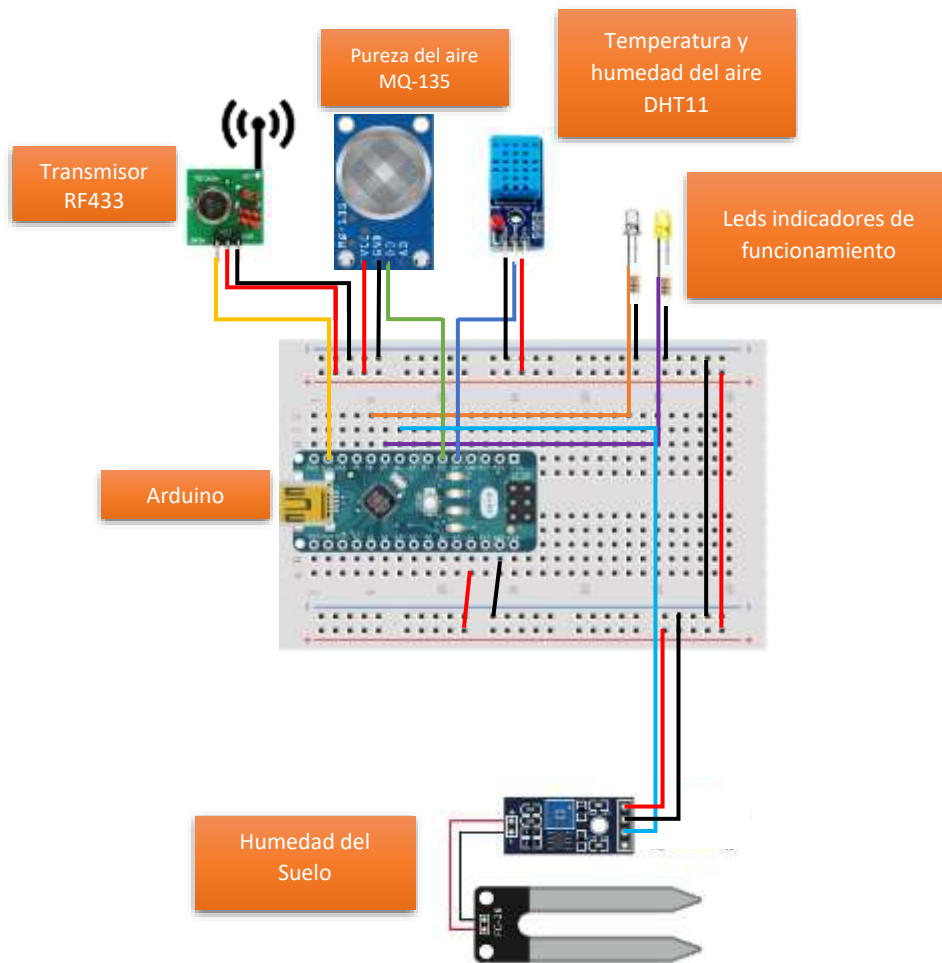


Figura 23. Diagrama de conexiones del equipo transmisor. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

Como se puede observar en la imagen del diagrama anterior los componentes electrónicos ya están destinados en cada puerto del microcontrolador. Se debe proceder a conectar con certeza debido a que en el protoboard los agujeros solo trabajan presionando los contactos que ingresan y al soltarse produciría algún mal contacto y este dañaría cualquier módulo cercano. Se utiliza también conectores diferentes para cada componente para así diferenciar el cableado que le pertenece a cada uno.

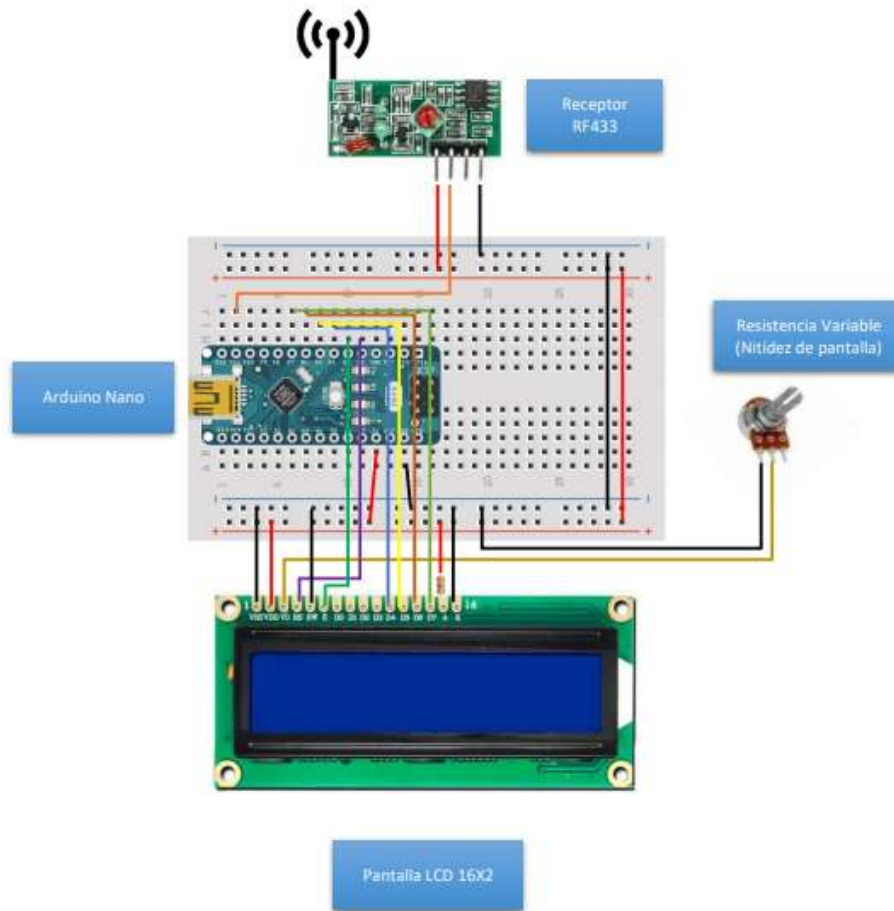


Figura 24. Diagrama de conexiones del equipo receptor. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la imagen anterior se muestran las respectivas conexiones del equipo receptor. Tener estos diagramas resulta muy importante para cuando se comiencen a soldar las piezas electrónicas puesto que así ayuda a no cometer errores de conexión.

Los módulos y diferentes sensores se proceden primero a verificar su funcionamiento individualmente programándolos por separado y probando que los datos sean exactos y reales. Muchas ocasiones se reprograma el microcontrolador para cambiar variables o instrucciones en el programa para regular o configurar de diferentes formas los sensores como en su sensibilidad, niveles o estados.

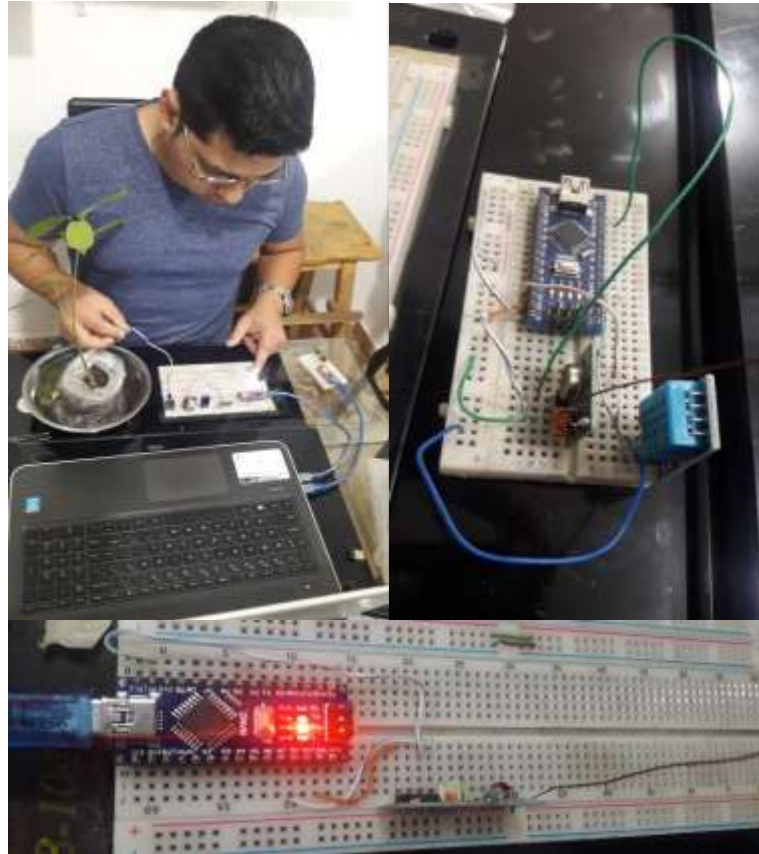


Figura 25. Armado en Protoboard. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la figura anterior están por separados los dos microcontroladores cada uno con su respectivo módulo de radiofrecuencia tanto de transmisor como de receptor ambos con una antena regulada en su tamaño de exactamente 0,17 cm para que transmita adecuadamente por la frecuencia de 433Mhz. También se muestra varios sensores los cuales se los ubica y programa en forma ordenada y así obtener un mejor trabajo en su programación.

3.4 Prueba de los sensores en diferente estado de la planta

Para el caso del sensor de humedad del suelo es muy necesario variar y probar los resultados en diferentes formas para verificar que se recibe la información necesaria y que el sensor cumpla con lo que se necesita para el prototipo. Se puede verificar los datos obtenidos mediante el software Ide Arduino el cual está disponible en la página del fabricante, allí se programa y utilizando la opción de “Monitor Serie” se puede monitorear los resultados y a su vez reprogramar el microcontrolador.



Figura 26. Prueba de sensores. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la figura anterior ya se encuentran trabajando ambos equipos conectados a la misma computadora de esta manera se puede verificar los resultados y de ser el caso reprogramar algún detalle sea de añadir o cambiar algún tipo de programación.

El módulo de humedad del suelo se lo prueba tanto fuera o dentro de la tierra para comprobar que los datos sean correctos y así mismo variando la cantidad de humedad para verificar su cambio en el sensor. También es posible verificar que cada módulo tiene un led indicador de funcionamiento e inclusive un indicador de variación de estado, es decir otro led que se enciende al detectar un cambio lo cual ayuda mucho en la prueba, estos sensores se pueden también regular con un variador que ajusta su sensibilidad en su circuito.

3.5 Programando la pantalla LCD

Como se explicó anteriormente cada módulo o elemento del prototipo resulta mejor añadirlo y programarlo uno detrás de otro, en este caso con la pantalla LCD se procede a reprogramar todo lo que ya existía en el microcontrolador Arduino. De esta manera verificamos que el LCD se desempeñe muy bien y luego poderlo incluir en la programación junto con los demás módulos.

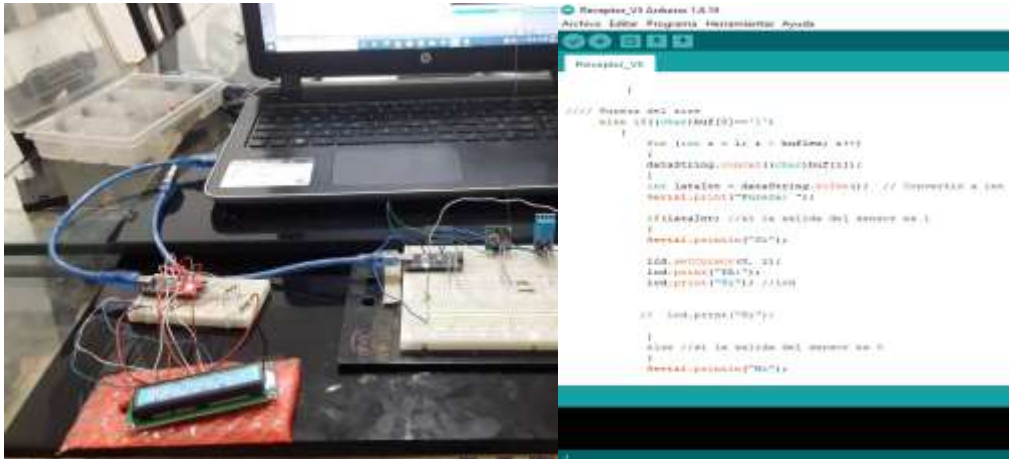


Figura 27. Programando la pantalla LCD. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

Aplicando soldadura con estaño para unir los cables en la placa de la pantalla LCD, permite manipular de mejor manera los cables para añadirlos al protoboard e interconectarlo con el microcontrolador Arduino como se puede observar en la figura 23. Luego de esto se podría ya utilizar la pantalla LCD por separado para monitorear los resultados directamente desde allí sin necesidad de observarlos en la pantalla de la computadora.

3.6 Verificar valores reales del ambiente

Los módulos de temperatura ambiental y pureza del aire se los comprueba cambiando el entorno como en este caso en un ambiente con aire acondicionado y este cuarto donde se procedió a colocar los equipos al tener una temperatura más baja que la normal en un día caluroso exactamente 20 °C a 22 °C resulta muy útil para comprobar si se realiza un cambio en la medición.



Figura 28. Prueba de pantalla LCD. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la figura anterior se observa ya un monitoreo ambiental con valores reales y exactos, la pantalla LCD brinda datos de T: Temperatura, HA: Humedad del Ambiente, IC: Índice del Calor, PA: Pureza del Aire y HS: Humedad del Suelo. También es posible ver que ya el equipo receptor de datos el cual tiene la pantalla LCD está conectado de forma independiente a su propia fuente de energía que es una batería de 9V recargable y esto permite reubicar el emisor a ciertas distancias para comprobar su alcance.

3.7 Alcance e independencia de equipos

Una vez que ya se termina la programación completa de ambos equipos transmisor y receptor, es necesario comprobar su funcionamiento de forma independiente y a cierta distancia incluyendo obstáculos como en este caso paredes.



Figura 29. Alcance e independencia de equipos. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

El microcontrolador Arduino tiene la ventaja de conectarse no solo por vía usb, este permite una conexión por uno de sus pines el cual es Vin (Voltaje de entrada) que permite conectar como se observa la imagen anterior un adaptador o transformador de corriente para que siempre tenga carga continua y así evitar el problema de descarga de batería.

Los resultados mostrados en esta prueba a una distancia de 3 a 5 metros y con obstáculos como las paredes nos dan la grata noticia de que el equipo trabaja de una manera óptima. Se han realizado pruebas manteniendo los equipos conectados durante 3 días sin descanso, pruebas utilizando solo baterías recargables y conectados a la corriente directa y en ambas formas sus resultados fueron muy buenos con el detalle que la batería recargable dura máximo 1 hora aproximadamente razón por la cual es necesario que el transmisor trabaje con una alimentación de panel solar para mantener una comunicación constante refiriéndonos al área donde están los cultivos.

Luego que se obtuvieron resultados perfectos de la parte experimental, comprobación de resultados y alcances de los equipos se procederá a encapsular cada equipo por separado soldando las partes electrónicas a baquelitas que permitan una mejora en su diseño y así darle un aspecto más estético y atractivo al prototipo.

3.8 Configuración del servidor de la base de datos

Una vez que los equipos trabajan de forma adecuada, se procede a la creación de una base de datos y en este caso se utilizó un paquete de software libre la cual nos permite gestionar de forma local la base de MySQL. Este paquete trae un servidor web desarrollado por la empresa Apache Friends y también intérpretes PHP y Perl.

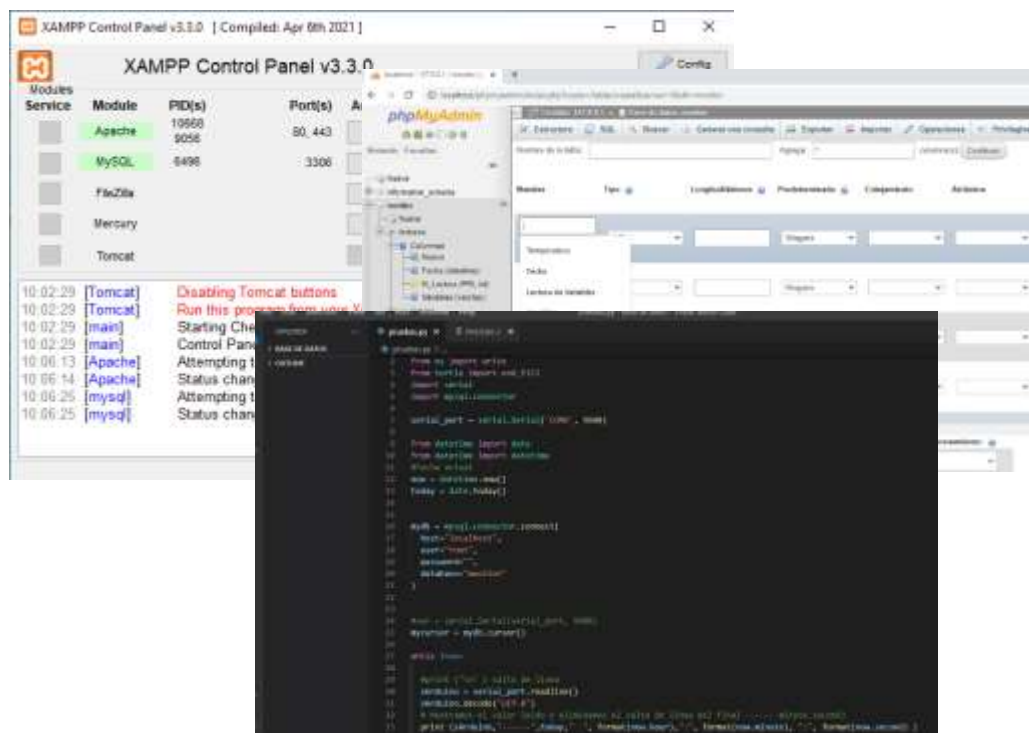


Figura 30. Levantando Servidor de Base de Datos. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la figura anterior se puede observar el panel de control Xampp, herramienta que nos permite activar Apache y MySQL y con esto acceder a phpMyAdmin y así administrar con un buen entorno la base de datos la cual se le llamó monitor y dentro de ella se creó una tabla llamada lecturas que es donde se almacenará todas las variables leídas por el prototipo.

En la misma figura se observa también una programación en lenguaje Python la cual nos permite crear una interface entre el equipo Arduino y la base de datos dando la posibilidad que la información se transfiera y se almacene.

3.9 Encapsulado de los equipos transmisor y receptor

La parte del diseño final de todo prototipo resulta muy importante una vez que se culmina las etapas de pruebas. En esta parte a continuación se elaborará un encapsulado manteniendo los módulos, cableados y demás elementos de manera oculta para que resulte llamativo en su diseño y estética.



Figura 31. Soldadura y encapsulado de elementos electrónicos. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la parte de encapsulado se han utilizado 2 cajas recicladas de cartón las cuales sirven perfectamente para integrar toda la parte de circuitos también se utilizó un pequeño trípode que permitirá al transmisor mantenerse firme y que se pueda ubicar en cualquier superficie, así como se puede observar en la imagen de la figura anterior.



Figura 32. Elementos electrónicos encapsulados y trabajando correctamente. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la Figura anterior se muestra una prueba de funcionamiento de los equipos transmisor y receptor ubicados a una distancia aproximadamente de 10 metros trabajando perfectamente. De esta manera el prototipo para monitorear las variables climáticas queda diseñado concluido y funcionando cumpliendo con los requerimientos que se necesitan para enviar y recibir información en tiempo real.

3.10 Prototipo finalizado



Figura 33. Prototipo finalizado. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la imagen anterior se muestra ya el prototipo finalizado con los nombres respectivos de cada indicadores o perillas reguladoras. Posee 2 leds indicadores uno que es de color blanco que indica el encendido y transmisión de información cada vez que parpadea y el de color amarillo que indica cuando la tierra está seca y falta humedad, al detectar que la tierra está húmeda inmediatamente se apaga.

3.11 Costo del prototipo

Los implementos que se utilizaron en este prototipo para monitorear las variables climáticas se pudieron conseguir en las tiendas de electrónicas con precios accesibles y lo más importante es que se pueden encontrar todos los módulos o sensores y pueden ser reemplazados en caso de querer reponer alguno.

En las siguientes tablas se detallan los precios de cada elemento:

Tabla 3. Costos de cada elemento en el equipo transmisor

Cantidad	Descripción	Costo
1	Arduino Nano	\$ 9
1	Módulo Calidad del aire	\$ 4.50
1	Módulo Temperatura y humedad	\$ 3.50
1	Módulo Humedad del suelo	\$ 2.50
1	Módulo Transmisor RF	\$ 2
1	Luz Led	\$ 0.15
Total		\$ 21.65

Información adaptada de la investigación directa. Elaborado por Molina Urgilés Tony

Tabla 4. Costos de cada elemento en el equipo receptor

Cantidad	Descripción	Costo
1	Arduino Nano	\$ 9
1	Módulo Receptor RF	\$ 2
1	Pantalla LCD 16x2	\$ 4
1	Resistencia Variable	\$ 0.25
1	Botón de encendido	\$ 0.15
Total		\$ 15.40

Información adaptada de la investigación directa. Elaborado por Molina Urgilés Tony

En las tablas de costo anteriores el recubrimiento no está considerado ya que está hecho de cajas de cartón reciclado y el cableado por retazos de cables reciclados. El trípode fue empleado como guía para una posible implementación en el campo cuya medida puede ser adaptado de acuerdo a la necesidad.

3.12 Resultados obtenidos y almacenamiento en la base de datos

Con los circuitos ya encapsulados se procedió a realizar pruebas en tiempo real verificando que la información aparte de mostrarla por la pantalla LCD también pueda obtenerse lecturas desde la interfaz y que a su vez se almacene en la base de datos que se creó. Los resultados mostrados por los diferentes sensores muestran valores permitidos dentro de los rangos establecidos indicados en la tabla 1 de la sección (“2.2.2”) donde se detalla los niveles climáticos tolerables para las plantaciones de cacao.

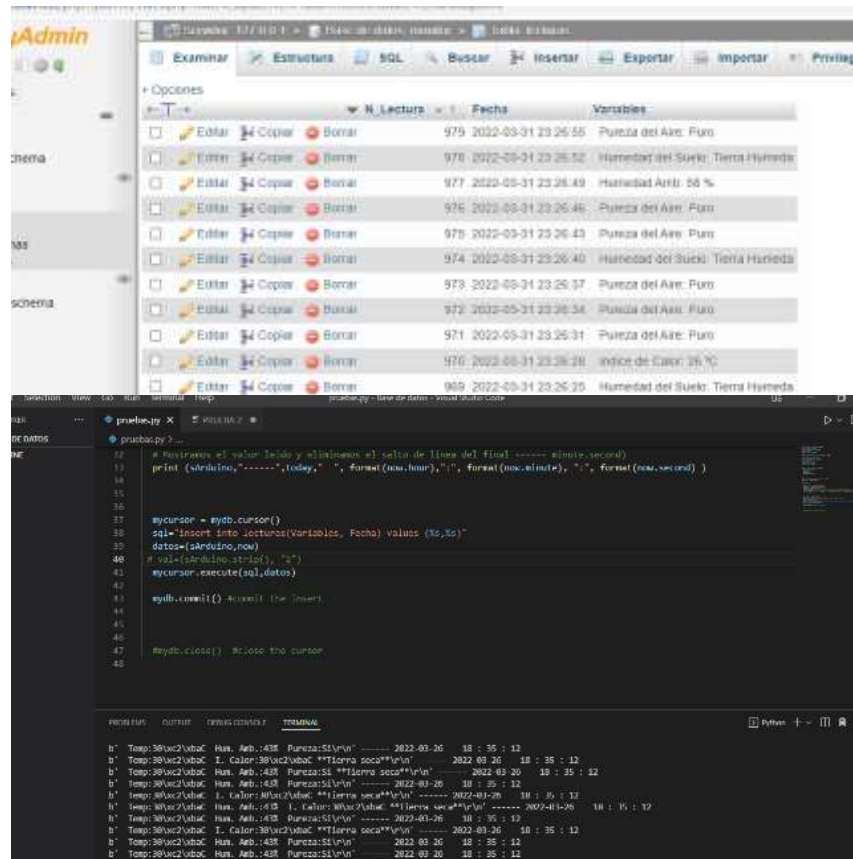


Figura 34. Lectura y almacenaje de información en tiempo real. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la imagen anterior se puede visualizar como la información se va almacenando gracias a la interface. Estas lecturas se guardan con su respectiva fecha y hora la cual permite monitorear y ver diferentes lecturas a lo largo de un periodo.

El Administrador de La base de datos conocido como phpMyAdmin nos brinda también una opción la cual permite exportar todo lo almacenado hacia diferentes archivos. En este caso se puede exportar en un formato PDF para así revisar todas las lecturas y realizar comparaciones entre diferentes fechas y horas.

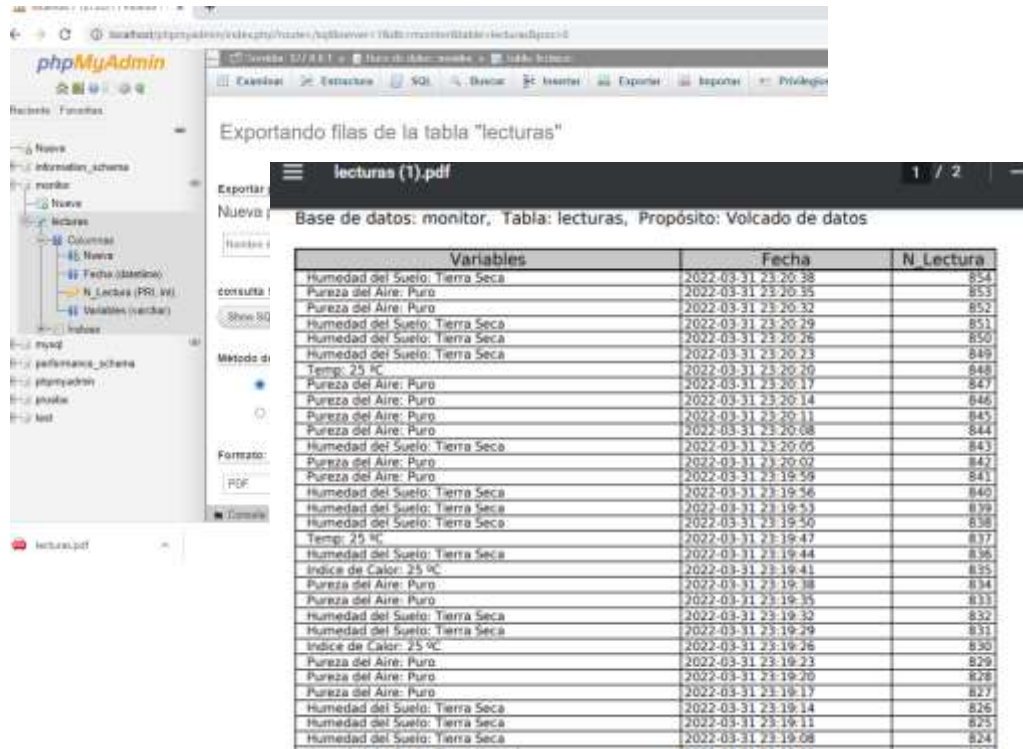


Figura 35. Exportar lecturas a un archivo PDF. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la información que se presenta en la imagen anterior se observa un detalle de las lecturas realizadas por el prototipo las cuales fueron exportadas en un formato PDF permitiendo monitorear a lo largo de un periodo gracias a la base de datos creada que facilita guardar la información leída por los sensores y que a su vez da posibilidades a la ampliación del prototipo para posteriores proyectos.

3.13 Encuesta realizada a dueños de plantaciones de cacao

Como método para recopilación de datos se utilizó el método de la entrevista y observación cuyas preguntas con sus respectivas respuestas se las puede observar en la parte de anexos. Con esto es posible entender la forma en que los agricultores piensan acerca de la tecnología aplicada en la agricultura y también la necesidad que se tiene para que una plantación pueda desarrollarse de la mejor manera. Ya ubicados en el campo agrícola manteniendo conversaciones y observaciones con los dueños de los sembríos se nos facilitó información muy necesaria la cual nos permite llegar a la conclusión de que un equipo para monitorear variables climáticas en las plantaciones de cacao es muy útil e importante así mismo se pudo comprobar que en la práctica es lo que necesita un agricultor para mantener controlado de una manera adecuada el desarrollo de las plantas.

Una pregunta que está en el enunciado 2 que se refiere a implementar una tecnología económica la cual le ayude a monitorear los cultivos ante las variaciones climáticas nos ha servido a la vez para analizar cuantitativamente si estarían dispuestos a utilizar la tecnología que sería el prototipo basado en esta tesis:

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Entrevistados																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Total
Respuesta Si	x	x	x		x			x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	16
Respuesta No				x		x	x							x							4
																				Total	20

Figura 36. Análisis estadístico de entrevista pregunta 2. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

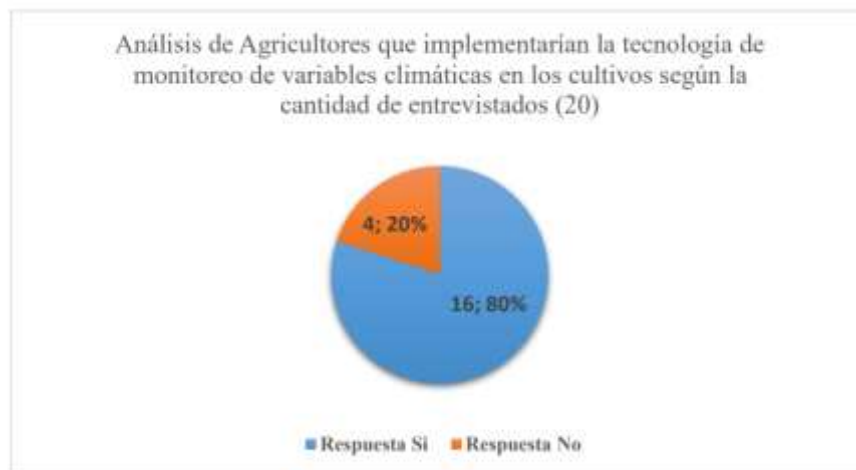


Figura 37. Gráfico circular estadístico de entrevista pregunta 2. Información tomada de investigación directa. Elaborada por Molina Urgilés Tony.

En la figura anterior podemos observar que de 20 entrevistados 4 estaban indecisos ya sea por cuestiones económicas o que desconocían con exactitud en qué consistía tal tecnología.

Un 80% de las respuestas fueron afirmando que si utilizarían la tecnología la cual les serviría de mucha ayuda.

3.14 Conclusiones

- Hay diferentes tipos de equipos para monitorear las variables del clima pero que en su mayoría no prestan su servicio en la parte de la agricultura sobre todo en lugares donde hay personas que desconocen de la tecnología aplicada en sembríos pensando que no está al alcance de ellos. En este proyecto se da una mayor posibilidad a su aplicación

demostrando que con implementos económicos y de fácil distribución en las tiendas electrónicas puede llevarse a cabo su aplicación.

- Con este prototipo que permite monitorear en tiempo real las variables climáticas se pudo obtener resultados favorables según los objetivos antes expuestos y con esto se brinda una mejor opción para que el agricultor pueda monitorear y tener controlado su sembrío.
- Se pudo obtener en base a investigaciones de distintas plantaciones el estado de las mismas y que variables son las que más perjudican su correcto desarrollo permitiendo de esta manera implementar los sensores necesarios para su correcto monitoreo.
- Al crear una base de datos se permite monitorear las plantaciones de cacao de forma más amplia y precisa siendo posible tomar medidas correctivas dependiendo la variación que afecte a la planta, inclusive al tener un historial ayuda a realizar comparaciones.
- La programación para el microcontrolador Arduino resulta muy sencilla ya que también los fabricantes y distribuidores ofrecen el código libre para que pueda ser aplicado en los proyectos, inclusive el software para programar los microcontroladores se los encuentra de forma libre en su propia página y cuenta con las librerías suficientes para realizar este tipo de proyectos.

3.15 Recomendaciones

- En caso de requerir mayor cobertura en la comunicación (llevándolo a la aplicación en la realidad) sería necesario variar voltajes de alimentación y aplicar módulos de radiofrecuencia con un costo superior.
- Si se desea obtener más información con más sensores ambientales se podría utilizar pantallas LCD con más caracteres permitiendo de esta forma mostrar más detalles.
- El prototipo es alimentado por un batería recargable en el receptor y el transmisor está alimentado de un enchufe por una corriente directa de 12V. En el equipo transmisor sería de gran utilidad aplicar un panel solar que alimente una batería recargable y esta pueda dar corriente constante evitando así las conexiones por cables subterráneos.
- Si se integran más sensores para recibir nuevas lecturas de datos, el microcontrolador trabajará procesando mayor cantidad de información y por tal razón podría calentarse y en estos casos requerirá de un encapsulado más amplio o inclusive una ventilación más adecuada para que así trabaje con un buen rendimiento.

- Hay que considerar el tema de las lluvias sobre todo con el equipo transmisor. Deben estar con una correcta adecuación y protección para evitar que se humedezca la parte del circuito interno y así evitar daños del equipo.

ANEXOS

Anexo 1

Código IDE Arduino Transmisor

```
// Incluimos librerías
#include <DHT.h>

// Definimos el pin digital donde se conecta el sensor
#define DHTPIN 2

// Dependiendo del tipo de sensor
#define DHTTYPE DHT11

// Inicializamos el sensor DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

#include <VirtualWire.h>
const int dataPin = 11;

//-----Calidad del aire
int pin_mq = 3;

//---- Humedad del suelo
int SensorPin = 6;

void setup()
{
  // Inicializamos comunicación serie
  Serial.begin(9600);

  //-----Calidad del aire
  pinMode(pin_mq, INPUT);

  //-----Humedad del suelo
  pinMode(7,OUTPUT); // activar bomba o led indicador de falta de humedad
  pinMode(8,OUTPUT); // Transmitiendo
```

```

pinMode(9,OUTPUT); // Encendido
//pinMode(10,OUTPUT); // Error
// Comenzamos el sensor DHT
dht.begin();

vw_setup(2000);
vw_set_tx_pin(dataPin);
}
void loop()
{
digitalWrite(9,HIGH);

// Leemos la humedad relativa
float h = dht.readHumidity();
// Leemos la temperatura en grados centígrados (por defecto)
float t = dht.readTemperature();
// Leemos la temperatura en grados Fahrenheit
float f = dht.readTemperature(true);

// Comprobamos si ha habido algún error en la lectura
if (isnan(h) || isnan(t) || isnan(f)) {
  Serial.println("Error obteniendo los datos del sensor DHT11");
  return;
}

// Calcular el índice de calor en Fahrenheit
float hif = dht.computeHeatIndex(f, h);
// Calcular el índice de calor en grados centígrados
float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);

Serial.print("Humedad: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" %\n");
Serial.print("Temperatura: ");

```

```

Serial.print(t);
Serial.print(" *C ");
Serial.print(f);
Serial.print(" *F\t");
Serial.print("Índice de calor: ");
Serial.print(hic);
Serial.print(" *C ");
Serial.print(hif);
Serial.println(" *F");

// Calidad del aire
boolean mq_estado = digitalRead(pin_mq); //Leemos el sensor
if(mq_estado==1) //si la salida del sensor es 1
{
    Serial.println("No"); //aire contaminado
}
else //si la salida del sensor es 0
{
    Serial.println("Si"); // sin contaminación
}

//humedad del suelo
int humedad = digitalRead(SensorPin);

if(humedad) //si la salida del sensor es 1
{
    Serial.println("Humedecer");
}
else //si la salida del sensor es 0
{
    Serial.println("Ok");
}

if(humedad==1)

```

```

{
    digitalWrite(7,HIGH);
}
else
{
    digitalWrite(7,LOW);
}

//Envío de datos
String str;
char buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];

int dataInt = t ;
str = "i" + String(dataInt); /// Convertir a string
str.toCharArray(buf,sizeof(buf)); // Convertir a char array
vw_send((uint8_t *)buf, strlen(buf)); // Enviar array
vw_wait_tx(); // Esperar envio

digitalWrite(8,HIGH);

int pataInt = h ;
str = "j" + String(pataInt); /// Convertir a string
str.toCharArray(buf,sizeof(buf)); // Convertir a char array
vw_send((uint8_t *)buf, strlen(buf)); // Enviar array
vw_wait_tx(); // Esperar envio

digitalWrite(8,LOW);

int hataInt = hic ;
str = "k" + String(hataInt); /// Convertir a string
str.toCharArray(buf,sizeof(buf)); // Convertir a char array
vw_send((uint8_t *)buf, strlen(buf)); // Enviar array
vw_wait_tx(); // Esperar envio

```

```
digitalWrite(8,HIGH);
```

```
int lataInt = mq_estado ;
```

```
str = "l" + String(lataInt); /// Convertir a string
```

```
str.toCharArray(buf,sizeof(buf)); // Convertir a char array
```

```
vw_send((uint8_t *)buf, strlen(buf)); // Enviar array
```

```
vw_wait_tx(); // Esperar envio
```

```
digitalWrite(8,LOW);
```

```
int mataInt = humedad ;
```

```
str = "m" + String(mataInt); /// Convertir a string
```

```
str.toCharArray(buf,sizeof(buf)); // Convertir a char array
```

```
vw_send((uint8_t *)buf, strlen(buf)); // Enviar array
```

```
vw_wait_tx(); // Esperar envio
```

```
digitalWrite(8,HIGH);
```

```
delay(2000);
```

```
}
```

Anexo 2

Código IDE Arduino receptor

```
#include <VirtualWire.h>
#include <LiquidCrystal.h> // lcd
//Programación de pantalla LCD
const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7; //lcd
LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7); //lcd
const int dataPin = 11;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  vw_setup(2000);
  vw_set_rx_pin(dataPin);
  vw_rx_start();
  lcd.begin(16, 2); //lcd
}
void loop()
{
  uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
  uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;
  // Recibir dato
  if (vw_get_message((uint8_t *)buf,&buflen))
  {
    String dataString;
    int dataInt;
    int pataInt;
    int lataInt;
    int hataInt;
    int valT;
    int valH;
    int valIC;
    String valHS;
    String valPA;
```

```

if((char)buf[0]=='i')
{
    for (int i = 1; i < buflen; i++)
    {
        dataString.concat((char)buf[i]);
    }
    int dataInt = dataString.toInt(); // Convertir a int
    valT = dataInt;
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("T:");
    lcd.print(dataInt); //lcd
    Serial.print(" Temp: ");
    Serial.print(valT);
    Serial.print(" °C");
    Serial.println();
    delay(3000);
}
else if((char)buf[0]=='j')
{
    for (int i = 1; i < buflen; i++)
    {
        dataString.concat((char)buf[i]);
    }
    int pataInt = dataString.toInt(); // Convertir a int
    valH = pataInt;
    lcd.setCursor(5, 0);
    lcd.print("HA:");
    lcd.print(pataInt); //lcd
    Serial.print(" Humedad Amb: ");
    Serial.print(valH);
    Serial.print(" %");
    Serial.println();
    delay(3000);
}

```



```

else if((char)buf[0]=='k')
{
    for (int i = 1; i < buflen; i++)
    {
        dataString.concat((char)buf[i]);
    }
    int hataInt = dataString.toInt(); // Convertir a int
    valIC = hataInt;
    lcd.setCursor(11, 0);
    lcd.print("IC:");
    lcd.print(hataInt); //lcd
    Serial.print(" Índice de Calor: ");
    Serial.print(valIC);
    Serial.print(" °C");
    Serial.println();
    delay(3000);
}
else if((char)buf[0]=='l')
{
    for (int i = 1; i < buflen; i++)
    { dataString.concat((char)buf[i]);
    }
    int lataInt = dataString.toInt(); // Convertir a int
    if(lataInt) //si la salida del sensor es 1
    {
        valPA = "Puro";
        lcd.setCursor(0, 1);
        lcd.print("PA:");
        lcd.print("Si"); //lcd
    }
    else //si la salida del sensor es 0
    {
        valPA = "Impuro";
        lcd.setCursor(0, 1);

```

```

    lcd.print("PA:");
    lcd.print("No"); //lcd
  }
  Serial.print(" Pureza del Aire: ");
  Serial.print(valPA);
  Serial.println();
  delay(3000);
}

else if((char)buf[0]=='m') // humedad del suelo
{
  for (int i = 1; i < buflen; i++)
  {  dataString.concat((char)buf[i]);
  }
  int mataInt = dataString.toInt(); // Convertir a int
  if(mataInt==0) //si la salida del sensor es 1
  { valHS = "Tierra Humeda";
    lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print("HS:");
    lcd.print("Buena"); //lcd
  }
  else //si la salida del sensor es 0
  {
    valHS = "Tierra Seca";
    lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print("HS:");
    lcd.print("Mala!"); //lcd
  }
  Serial.print(" Humedad del Suelo: ");
  Serial.print(valHS);
  Serial.println();
  delay(3000);
}
}
}

```

Anexo 3

Código Interfaz Python

```

import serial
import mysql.connector
serial_port = serial.Serial('COM6', 9600)
from datetime import date
from datetime import datetime
#Fecha actual
now = datetime.now()
today = date.today()
mydb = mysql.connector.connect(
    host="localhost",
    user="root",
    password="",
    database="monitor"
)
mycursor = mydb.cursor()
while True:

    #print ("\n" ) salto de linea
    sArduino = serial_port.readline()
    sArduino.decode("utf-8")
    # Mostramos el valor leído y eliminamos el salto de linea del final -----
    minute.second)
    now = datetime.now()
    print (sArduino,"-----",today," ", format(now.hour),":", format(now.minute), ":",
    format(now.second) )
    mycursor = mydb.cursor()
    sql="insert into lecturas(Variables, Fecha) values (%s,%s)"
    datos=(sArduino,now)
    # val=(sArduino.strip(), "2")
    mycursor.execute(sql,datos)
    mydb.commit()

```

Anexo 4

Imágenes de entrevista realizada a dueños de plantaciones de cacao



Anexo 5

Preguntas de entrevista realizada a dueños de plantaciones de cacao

Entrevistado: 1

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Si he visto a veces en la televisión unos aparatos que se conectan y hacen funcionar hasta el agua para regar las plantas, por acá casi no he visto todo es así nomás a mano.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Si me va ayudar mucho y me costará poco sí. De esa manera cuando haga mucho calor y si mis plantas se están secando les doy agua mucho más cuando no hay tiempos de lluvia.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Que haga que me produzca más el cacao para vender más.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Bueno pueden ser algunas cosas que se deben ver, el calor es terrible y si se seca la tierra las plantas no crecen bien. Las lluvias son muy importantes en los sembríos porque la tierra pasaría mojadita.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Sería muy bonito eso porque si está haciendo mucho calor rapidito veo si la tierra está seca y entonces le hecho un poco de agua, el suelo hay que dejarlo siempre humedecido.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Eso es lo que he visto en televisión y si me gustaría porque no estaría encendiendo la bomba si estoy acá lejos solo estaría viendo cómo se riega (eso lo vuelve más vago a uno jajaj).

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

En mi persona no necesito eso porque no uso esas computadoras.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Si, ahora todo es con computadoras con cosas que hacen trabajar solitas por ejemplo para recolectar, para sembrar eso ayuda bastante y uno no se esfuerza tanto.

Entrevistado: 2

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Si he visto, uno en particular es el uso de drones que son utilizados para fumigación de los sembríos.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Claro que si, por que contaría con información relevante para la toma de decisiones al momento de cultivar.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Sobre todo, en lo económico, abaratar costos y evitar desperdicios de insumos.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Considero que el riego constante del suelo y el control de plagas.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Si me gustaría, ya que estaría a la vanguardia en tema de cultivos y me ayudaría en la producción de mis productos.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Por un lado, es beneficioso para el dueño de la plantación ya que la acción que se toma por alguna calamidad es inmediata, por otro lado, se prescinde de la intervención humana dejando a esta persona sin una fuente de empleo.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Si, si me gustaría, como se menciona en una respuesta anterior es beneficioso para el dueño de la plantación y ayudaría mucho en el tema de control, monitoreo de las plantaciones.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Si, considero que sí, así se evitaría el desperdicio de insumos, mejor aprovechamiento del suelo, control total de la plantación lo que se traduce en una mejor cosecha y productos de calidad.

Entrevistado: 3

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Hace poquito tiempo me comentaron unos amigos de unas máquinas que se sirven para hacer regar agua a las plantas si me gustaría poder tener una de esas máquinas para hacer mejor el trabajo.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Si quiero tener esas máquinas para mejorar el trabajo del cultivo y darme cuenta cuando a las plantas les falte agua.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Que las tenga en mejor estado para que mi producción sea mucho mejor en calidad y rendimiento.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Cuando por falta de agua las plantas se van secando y hay mucho calor no puede haber un mejor crecimiento de la planta y la tierra se seca.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Sería mucho mejor porque así nos damos cuenta que no está produciendo y podríamos a tiempo poder solucionar el problema.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Es muy interesante y muy servible para el proceso del cultivo.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piense de esta alternativa?

No tengo ninguno de ese medio de comunicación ya que el internet no llega hasta aquí y no hago uso de tecnologías.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Claro es muy útil porque así nos enteraríamos de cómo llevar un mejor cultivo, la computadora también nos ayudaría a sacarle el conocimiento en algunas cosas.

Entrevistado: 4**1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?**

Si le podemos llamar tecnología a las maquinarias que cogen solitas las cosechas o que ayudan a sembrar si he visto sobre todo en los cultivos de arroz de unos vecinos también unos aparatos que vuelan y controlan las plagas.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Creo que no por ahora es que esas cosas son delicadas y caras si a veces se dañan donde hago arreglar, pero si el que me instala se encarga de tenerlo siempre bien entonces sí.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Sería bueno que mis plantas crezcan bonito, que no me les caiga plaga, que si es posible sepa que necesitan mis plantas por ejemplo abono, más agua, urea, potasio y que pueda darle mejor vida.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

El calor, las lluvias, la humedad. Si tierra está húmeda las plantas crecen y producen buenas mazorcas ayuda también el abono, pero si la tierra está muy seca entonces no sirve de nada.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

No por ahora, ese tipo de cosas no van conmigo por el momento, aunque suena interesante.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Eso como que he visto que en las películas. Son buenas cosas que se ve que vamos avanzando en conocimiento y que se lo ponga en la agricultura es de mucha ayuda.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piense de esta alternativa?

En mi celular si porque lo tengo siempre, en cosas de internet de computadoras no uso, pero si me manda un mensaje en el celular de internet puedo verlo allí.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

La tecnología cambia la vida de las personas y ayuda mucho a nosotros en el campo nos puede servir para mejorar los procesos.

Entrevistado: 5**1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?**

Si, conozco algunas cosas tecnológicas. Aparte de equipos y maquinarias existe la parte investigativa que permite desarrollar un adecuado sembrío.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

¡Por supuesto! Este clima es bien inestable que a veces debe llover y no llueve ya hemos estado pensando en aplicar unas partes de las cosechas unos sensores de humedad que se entierran profundo y con eso sabremos si la tierra está a falta de agua.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

A mejorar la producción. A veces no se cosecha mucho, hay desperdicio de mazorcas, las plantas se comienzan a podrir o se resecan.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

La humedad del suelo, el calor del ambiente puesto que estas plantas no desarrollan en frío

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Si con mucho gusto. Es algo de lo que hemos conversado con mis hermanos que son los dueños de los sembríos de allá y queremos aplicar tecnología un poco más avanzada que nos ayude a cultivar mejor.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Pues aquí tenemos un riego automático que se enciende una bomba y se reparte por todos los lugares lo que no es automático. Si funcionaría automático entonces sería bueno.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piense de esta alternativa?

Aquí manejamos información guardada en computadoras y detalles de las cosechas y creo que eso también es bueno para tener una estadística de las plantas.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Sin la tecnología nos quedamos en el pasado. Mire este celular como nos ha cambiado la vida y ahora con los cultivos y procesos que se desarrollan bajo el tema de la computación es de mucha utilidad porque todo es más rápido.

Entrevistado: 6**1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?**

Si, en mis plantaciones de plátano tenemos máquinas que ayudan a procesar en recolección, lavado y encajonado.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

La verdad que no he tenido necesidad hasta el momento porque todo lo realizamos supervisando y se ha producido bien. No se mas adelante como todo va mejorando en la ciencia.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Siempre a mejorar y producir más es lo que todo agricultor desea. Hay que esperar cierto tiempo para cosechar, pero si la tecnología permite agilizar el proceso es bien venido.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

El calor hace resecar el suelo. Siempre un adecuado riego, sin abusos porque eso hace que se pudra la planta y no genere una buena cosecha.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Por ahora no, nosotros nos manejamos con unos equipos que miden la temperatura tanto del agua y ambiente. También para saber el calor de la baba de cacao cuando esta es extraída de la mazorca. Pero si hay algo mejor que eso sería bueno saber para mejorar.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Esa parte es buena, pero si se me daña el equipo sería un problema saber si debe regar o no. En todo caso habría que probar.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Esta opción es buena porque constantemente viajo y estando en otros lados me gusta revisar los procesos. Nos sirve de mucho cuando salimos de las fincas.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Es demasiado útil y muy bueno ir mejorando imagínese si no tuviésemos tecnología. Todo fuese más complicado sobre todo en la comunicación.

Entrevistado: 7

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Si, supervisar las plantas con fotos que se envían desde un satélite, drones, un sistema de computación que se trabaja desde lugares que controlan.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Creo que no pero si la parte económica ayuda si con mucho gusto.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

A que no se me dañen las mazorcas. Que haga producir más y vender más.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Las variables climáticas son las lluvias, el frio, el calor y que haya humedad constante el suelo.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Por ahora no es tan necesario hemos trabajado bien hasta ahora.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Eso es muy bueno, pero también ha de ser muy costoso

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piense de esta alternativa?

La verdad no. Por ahora todo lo revisamos así viniendo al cultivo.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Puede ser útil y si sirve. Ayuda a que aumente la producción y si se tiene dinero para invertir entonces se produce más.

Entrevistado: 8

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Una de las tecnologías es mecánica mediante camellones facilita el manejo del cultivo y evita encharcamientos en época de lluvias.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Teniendo ingreso económico lo implementaría por la exactitud y eficiencia que se obtenía al momento.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Que ayude a la producción y eficiencia del cultivo

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Todas las variables son de suma importancia, pero en el cultivo de cacao se toma mucho en cuenta la humedad relativa el cual influye en la evapotranspiración y la fertirrigación que es de suma importancia tanto en la alimentación del cultivo y entre costos y ganancias.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Me gustaría ya que se puede actuar de una forma inmediata y es mucho más fácil trabajar desde la oficina teniendo resultados para buscar soluciones.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Ayudaría a la eficiencia y a los costos de producción.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piense de esta alternativa?

Por medio de esta alternativa se tendría un control más eficiente y comparaciones según temporadas fenológicas de la planta

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Si, por la eficiencia, exactitud y comodidad de trabajo.

Entrevistado: 9

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Si, los drones que toman fotos a los cultivos para saber el estado y si hay problemas en las plantas toman fotos que envían al celular.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Si por supuesto. Ya que me dice económica entonces podría implementar y así se cómo está mi plantación.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

A que produzca sin tener problemas o preocupaciones

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

La humedad del ambiente, la luz del sol, el clima de la costa porque en la sierra no crecen por mucho frio.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Si, sería de gran ayuda para saber las condiciones del tiempo

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Eso es de mucha ayuda y si las plantas se secan y necesitan agua entonces me imagino que esa tecnología les abastecerá de agua siempre que se sequen.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Eso es muy bueno, sobre todo en las nuevas generaciones que siempre dan soluciones alternativas para que la agricultura sea mejor.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Sí, porque siempre hay cosas nuevas que ayuda a que vivamos mejor y si se usa tecnología en el campo me imagino que eso ayuda a producir más.

Entrevistado: 10

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

He visto cultivos en invernaderos que funcionan con ventiladores y paneles solares y que también controlan el clima.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Sí, siempre y cuando sea buena, bonita y barata. Más que todo que ayude para una buena cosecha.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

A tener mejoría y que sea más productiva la cosecha

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Un clima tropical, bajo lluvias, no debe ser helado como en la sierra.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Podría ser. Así podría ver cuando hace mucho calor y si se seca la tierra mucho entonces le hecho agua con la bomba.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Eso sí es de mucha ayuda. Como en invernaderos esos que están las plantaciones encerradas todo es automático.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Se escucha bien. Es como que controlo más el sembrío y me ayuda a estar informado siempre hasta desde el celular se podría ver cuando esté en otros lugares.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Claro, la tecnología siempre ayuda en todo y si no queremos quedar atrasados deberíamos usar tecnología.

Entrevistado: 11

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Si, la que se utiliza equipos aéreos para echar repelentes, abonos o regar las plantas.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Así es. Siempre me ha gustado tener en buenas condiciones las plantas y mientras más detalles tenga de su estado para mi es mejor.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Manteniéndolas sanitas, que me produzcan muy bien las mazorcas y que me salga un producto muy bueno para vender.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Los muchos cambios de calor, en épocas de invierno se humedecen mucho y se pueden ahogar por eso es que hay que hacer canales para que desfogue el agua que está demás.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Si claro. Inclusive lo tenemos aquí hay unos sensores que me muestran el calor y hasta la humedad es de gran ayuda para saber cómo está el ambiente alrededor de las plantas.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Eso es bueno. Lo queremos aplicar también aquí y sirve mucho más cuando no llueve.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piense de esta alternativa?

Si, también es muy útil aparte que se puede ver un historial del desarrollo y comparar.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Es muy útil en verdad. Mire como uso tecnología y eso de regar solito las plantas también y que otras cosas más habrá que ayude a mejorar la cosecha.

Entrevistado: 12

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Sí, creo que ahora hay hasta escáner de las frutas para ver como están. Hay drones, fotos satelitales, sensores que detectan impurezas en las plantas.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Talvez sí, siempre que me sirva para mejorar porque de caso contrario sería por gusto.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

A producir mayor cantidad de mazorcas. Eso siempre será lo que quisiéramos para todo agricultor de cacao.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Humedad, luz del sol, la lluvia que sirve bastante

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Podría ser, si no me cuesta mucho y que me sirva realmente

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Si he visto y creo que es de mucha ayuda porque se realiza todo solito es como que pensara en hacer el trabajo solo el mismo sistema.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Muy bueno. En la parte de que se almacene sería como que puedo ver en cualquier rato y comprobar cómo está en realidad y si se está sembrando bien.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Obvio que sí. He visto como en documentales hacen maravillas y sin duda eso ayuda al agricultor.

Entrevistado: 13

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Si he visto. Uno que me llamó la atención es de con una computadora presionaban un botón y salía el agua regando las plantas.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Si usted me dice que es económica y que me va a ayudar entonces si podría. Usted sabe que ahora no hay que invertir por gusto en cosas que no vayan a servir.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

A que pueda recibir una mejor cosecha.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Variables climáticas podría referirse a tener las plantas en un ambiente húmedo, pero no tanto, que haya un clima soleado no frío porque estas plantas son de la costa.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Siempre que me sirva para tener mejor cosecha.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Sería útil eso, pero me imagino que cuesta mucho.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

La idea es buena, pero en mi caso por ahora no necesito de eso.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Creo que sí. Para el que tiene la capacidad de adquirir equipos de última tecnología si le puede servir si lo utiliza bien.

Entrevistado: 14

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Si. Ahora controlan muchas cosas hasta del celular

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

La verdad aquí no necesito no es tan grande el terreno si tuviese más grande y haya que contratar personas para estar rondando quizá lo implemente.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Por lo general cada 15 días recolectamos el cacao y si hay una manera de que en la cosecha salga más o a menor tiempo si me gustaría.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Un buen control del agua, acá hace mucho calor y la tierra se puede secar justo cuando deja de llover se puede reseca la tierra y la planta se puede deshidratar.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

No la verdad eso por ahora no necesito ya tengo calculado cuando hacer el riego y cuidado con el abono y lo que necesitamos.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Eso creo que es lo que le conversaba que hay unos aparatos computarizados que solo con presionar un botón ya se humedece la tierra. Me parece muy interesante y necesario para esas fincas que son extensas y en casos de bajas lluvias

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

No la verdad, no lo necesito. Pero no digo que no sea útil lo que me pregunta, eso depende de las necesidades de cada agricultor, pero en mi caso no le veo necesidad.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Si muy de acuerdo, la tecnología sirve de mucho como le dije antes todo depende de a donde queramos llegar y si la tecnología lo hace más fácil entonces bienvenida.

Entrevistado: 15

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

No conozco

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Sí, para evitar pérdidas en desarrollo de las plantas

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Que hiciera todo el trabajo necesario posible

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Ambiente soleado, tierra húmeda.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Sí, para tener los cuidados necesarios en las plantas.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Sería excelente para que así haya menos propagación de plagas teniendo un cuidado constante

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Al celular porque lo tengo en todas partes. Es una manera de mantenerme actualizada del estado del sembrío.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Sí, porque la tecnología va avanzando y salen mejores formas de cuidar un cultivo.

Entrevistado: 16

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Si, bombas de riego automáticos, detector de humedad, sistemas de monitoreo web.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Si, la tecnología es muy útil para mejorar procesos.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

A tener pérdidas de producción. La tecnología es empleada para mejorar y con un buen uso se reciben resultados convenientes.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Aquí intervienen los más importantes que son la luz del sol, humedad en aire, la tierra que esté en constante remojo.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Si me gustaría, así mantengo controlado todo el ambiente necesario para que crezcan bien.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Eso es una de las mejores implementaciones de la tecnología y muy necesario así se evita ciertos esfuerzos y tiempos.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Por supuesto que sí, en todas mis plantaciones mientras más informado esté para mí es mejor. Esto nos ayuda a controlar.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

La tecnología es muy útil en todos los ámbitos no solo en la agricultura y si no tratamos de innovar pues quedaremos en el pasado.

Entrevistado: 17**1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?**

He visto en televisión y también en internet como la tecnología ayuda a sembrar. Hay vehículos inteligentes sensores inteligentes y mecanismos que ayudan al agricultor

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Así como veo creo que necesitaré emplear en cualquier momento porque la tecnología ayuda bastante.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Siempre los que sembramos esperamos a tener una buena cosecha y eso es lo que me gustaría si pongo tecnología.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Siempre el agua, una plantita sin agua muere rápido, se seca. El sol que siempre es bueno y por supuesto el clima de aquí de Vices es muy bueno es caluroso y se presta.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Que me avise, por supuesto. Sería bueno estar al día con lo que le sucede a mis plantas

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Eso de inteligencia artificial es lo que hacen solito los computadores y cada vez esta eso aumentando y creo que ya estamos hasta demorando porque la tecnología crece muy rápido.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Si me gustaría. No en los correos, pero si en el celular creo que también hay aplicaciones sobre eso y es bueno en mi caso si me gusta.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Si muy de acuerdo. Si la tecnología avanza porque no podríamos utilizarla también en la agricultura. Gracias a esos avances es que producimos mejor.

Entrevistado: 18

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Si, unas cámaras que muestran las hojas si están creciendo bien si es que no tienen plagas.

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Podría decirse que sí si no me va a costar mucho. A veces hace tanto calor y no llueve y así sabría cuando echar agua.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

A supervisar bien todo lo que se pueda, que me ayude a producir bien, que las plantas no se enfermen, a controlar las plagas, que las mazorcas salgan sanitas.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

El clima es muy importante y siempre debe de mantenerse la humedad porque si hay mucha agua estancada la planta se ahoga y si le falta pues se reseca. El sol también debe recibir, debe haber calorcito.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Si, para saber si algo les está afectando a las plantas para que no produzcan bien.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Es una alternativa muy útil, pienso que la inteligencia artificial va a estar en todas partes ayudando a la humanidad y como no usarla en la agricultura

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Si esas opciones son muy importantes imaginemos que viajo al extranjero yo allí podría ver como esta todo por acá eso es realmente útil y necesario.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Por supuesto que si como le dije es muy útil ahora los que no están aplicando la tecnología en los negocios se están quedando varados o no progresan.

Entrevistado: 19

1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?

Sí, Imágenes aérea para monitorear los cultivos

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Sí, porque ayudaría a obtener posibles cifras económicas de acuerdo a los cultivos obtenidos según la variación climática.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

A mantener un conteo de las áreas de cultivos y su productividad.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

Pues, se debería mantener en una condición climática normal, que no sea baja, porque el cacao se produce mejor en temperaturas tropicales.

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Sí, porque así se plantean nuevos cuidados a las plantaciones según el cambio climático.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Opino que sería buena idea, aunque una persona con experiencia y dedicación en cultivos lo haría mucho mejor, ya que la acción humana puede ser mejor que la de una máquina en ciertos casos.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piense de esta alternativa?

Sería muy buena alternativa, pues estaría al tanto del estado actual de mis plantaciones.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Así es, porque gracias a la tecnología podemos realizar diferente monitoreo de campo y estado de nuestros cultivos.

Entrevistado: 20**1.- ¿Conoce usted algún tipo de tecnología aplicada a los sembríos y de ser el caso indique cuál?**

No la verdad aquí todo lo hacemos con técnicas antiguas para mantener la producción de cacao

2.- ¿Implementaría usted una tecnología económica la cual le ayude a monitorear sus cultivos ante variaciones climáticas y por qué?

Claro que si nos sería de gran ayuda porque el cuidado del cacao debe ser constante y a veces no disponemos de tiempo ya que estamos ocupado con otros cultivos.

3.- ¿Cómo le gustaría que la tecnología le ayude en sus plantaciones?

Me gustaría una tecnología que nos advierta como se encuentra el estado de los cultivos, si es que necesita agua o cuando alguna plaga está afectando el cacao para así poder echar algún producto químico, etc.

4.- De acuerdo a su experiencia ¿qué variables climáticas hay que considerar para mantener los sembríos de cacao en buenas condiciones?

El cacao como le conversé crece en un clima tropical, por eso es que debe mantenerse en calor, en humedad. Así son estas plantitas y mucha humedad también las mata

5.- ¿Le gustaría contar con un método tecnológico e inteligente que le muestre avisos del estado climático de sus plantaciones de cacao y por qué?

Si me gustaría ya que podríamos estar muy pendiente de lo que sucede en los cultivos y así poder responder de manera rápida ante algún problema que tenga el cacao.

6.- ¿Qué opina acerca de aplicar inteligencia artificial en las plantaciones, por ejemplo, que un sistema pueda aplicar la corrección inmediata sin que intervenga una persona es decir si detecta la falta de humedad entonces se pueda activar automáticamente el riego?

Es increíble como la tecnología puede ayudar hacer las cosas un poco fáciles sin la necesidad de que una persona esté en todo momento para mantener en buen estado los cultivos, la verdad que es muy útil contar con esas tecnologías que puedan mejorar la vida del agricultor.

7.- ¿Le gustaría recibir información del estado de sus plantaciones a un correo, celular o que se almacene constantemente en internet y que piensa de esta alternativa?

Es muy buena más que todo en el celular, al recibir esa información estaremos al tanto más si sucede algún imprevisto.

8.- ¿Considera que la tecnología es realmente útil en estos tiempos para un agricultor, por qué?

Si y mucho. Nos ayuda en diversos aspectos y como los ingenieros cada vez están tratando de facilitar la vida de las personas también nosotros debemos adaptarnos a esos cambios.

Bibliografía:

- Abraham G. (2020).** *Como utilizar un sensor de humedad de suelo con arduino.*
<https://www.automatizacionparatodos.com/sensor-de-humedad-de-suelo-con-arduino/>
- Agrodiario (2017).** *El ambiente y su efecto en la planta de cacao.*
<http://www.agrodiario.hn/web/2017/07/el-ambiente-y-su-efecto-en-la-planta-de-cacao/>
- Anecacao (2021).** *El Cacao Ecuatoriano.*
<http://www.anecacao.com/index.php/es/noticias/el-cacao-ecuatoriano.html>
- Arduino (2022).** *¿Qué es Arduino?.* <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Arduino (2022).** *Arduino Nano.* <https://arduino.cl/arduino-nano/>
- Atlantic International University (2019).** *Lenguajes de Programación.*
<https://cursos.aiu.edu/Languages%20de%20Programacion.html>
- AV Electronics (2022).** *Nano CH340.* <https://avelectronics.cc/producto/nano-v3-ch340/>
- Claro (2019).** *¿Qué son las TIC? Y ¿Por qué son tan importantes?.*
<https://www.claro.com.co/institucional/que-son-las-tic/>
- Conocesobreinformatica (2019).** *Topologías de Red.*
<https://conocesobreinformatica.com/topologias-de-red>
- Coral, M. (2018).** *Diseño e implementación de base de datos mediante el uso de web services con integración de unity3d para apoyo de aplicaciones lúdicas en la materia de fundamentos de programación.* [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil].
 Repositorio Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/36403>
- Digi (2021).** *Red de malla inalámbrica Zigbee.* <https://es.digi.com/solutions/by-technology/zigbee-wireless-standard>
- Edicions UPC (2021).** *La Automatización en la industria química.*
<https://www.mdx.cat/handle/2099.3/36842>
- Electrónicos Caldas (2022).** *Humedad/Lluvia/Inundación.*
<https://www.electronicoscaldas.com/es/sensores-de-humedad-lluvia-inundacion/461-sensor-de-humedad-en-suelo-yl-69.html>
- Faludi (2021).** *Comunicaciones inalámbricas de largo alcance frente a las de corto alcance: ¿Qué es lo mejor para su proyecto?.* <https://es.digi.com/blog/post/long-range-vs-short-range-wireless-communications>

- Fernández (2019).** *El impacto económico del cambio climático en la agricultura.*
<https://www.fundacionaquae.org/los-efectos-economicos-del-cambio-climatico-en-la-agricultura/>
- Healthwise (2021).** *Índice de calor (sensación térmica).* <https://www.cigna.com/es-us/individuals-families/health-wellness/hw/indice-de-calor-sth149651>
- Huilca, J. & SichiQUI, P. (2019).** *Diseño e implementación de un Sistema embebido de monitoreo de las variables climáticas para las plantaciones de maíz.* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. Repositorio dspace. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17338/1/UPS-CT008274.pdf>
- Instacrops (2022).** *¿Quiénes somos?.* <https://www.instacrops.com/#quienessomos>
- Jahnke, A. (2021).** *¿Qué hacen los dispositivos IoT?.* <https://es.digi.com/blog/post/what-do-iot-devices-do>
- Jaramillo, B. & Plúas, J. (2017).** *Sistema automático de riego para plantación cacaotera.*
 [Tesis de Grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Digital UCSG. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/7651>
- López, D. & Balladares C. (2021).** *Diseño e implementación de un prototipo de estación meteorológica agrícola autosustentable para el monitoreo de parámetros ambientales en cultivos de cacao mediante Raspberry Pi.* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20505>
- Luna, J. (2020).** *Construcción de un Prototipo Electrónico Para el Monitoreo Climatológico en Cultivos de Aguacate en el Municipio de Tona, Basado en Tecnología IoT.* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD]. Repositorio unad. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38749/jdlunap.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MakerElectrónico (2022).** *DHT11 sensor temperatura y humedad.*
<https://www.makerelectronico.com/producto/dht11-sensor-temperatura-humedad/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021).** *MAG transfiere tecnología a pequeños productores de la provincia de Los Ríos.* <https://www.agricultura.gob.ec/mag-transfiere-tecnologia-a-pequenos-productores-de-la-provincia-de-los-rios/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021).** Ministro Álava incentiva a ingenieros agrónomos a transformar el agro con ciencia y tecnología.

<https://www.agricultura.gob.ec/ministro-alava-incentiva-a-ingenieros-agronomos-a-transformar-el-agro-con-ciencia-y-tecnologia/>

Naylamp Mechatronics (2021). *Comunicación inalámbrica con módulo de RF de 433MHZ.*

https://naylampmechatronics.com/blog/32_comunicacion-inalambrica-con-modulos-de-rf-de-433mhz.html

Naylamp Mechatronics (2021). *Tutorial sensores de gas MQ2, MQ3, MQ7 y MQ135.*

https://naylampmechatronics.com/blog/42_tutorial-sensores-de-gas-mq2-mq3-mq7-y-mq135.html

Ordoñez, O. & Ruiz, M. (2021). *Diseño e implementación de un prototipo WSN para el control y monitoreo de los parámetros ambientales para el cultivo de cacao de la Finca Elizabeth ubicada en el Cantón Naranjal.* [Tesis de Grado, Universidad de

Guayaquil]. Repositorio Universidad de Guayaquil.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/52286>

Raffino & Estela (2019). *TICs: Concepto, Ventajas, Desventajas y Ejemplos.*

<https://concepto.de/tics/>

Refractron (2022). *Microcontrolador 18F4550 PIC18F4550 Microchip.*

https://www.refractron.com/index.php?route=product/product&product_id=217

Restrepo, J. & Diaz, J. (2020). *Sistema de monitoreo de variables agroclimáticas para los cultivos de aguacate hass en el valle del cauca.* [Tesis de Grado, Fundación

Universitaria Católica Lumen Gentium].
https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/1937/SISTEMA_MONITOREO_CONTROL_VARIABLES_AGROCLIMATICAS_CULTIVOS_AGUACATE_HASS_VALLE_CAUCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Scidevnet (2021). *Cambio climático ha afectado productividad agrícola global.*

<https://www.scidev.net/america-latina/news/cambio-climatico-ha-afectado-productividad-agricola-global/>

Sistemas (2022). *Definición de Interface.* <https://sistemas.com/interface.php>

Teleradio (2020). *¿Por qué utilizamos radio frecuencia en lugar de tecnologías como*

Bluetooth, Wifi o infrarrojos?. <https://www.tele-radio.com/la/por-que-utilizamos-radio-frecuencia-en-lugar-de-tecnologias-como-bluetooth-wifi-o-infrarrojos>

Toro (2020). *Análisis de tecnologías de comunicaciones inalámbricas para determinar la mejor opción a implementar para los servicios que presta la ditg-eaab.* [Tesis de

Grado, Universidad Santo Tomás de Aquino].

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20741/2020hectortoro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Unahaldia Periódico Digital (2021). *Impacto de las variables climáticas en el rendimiento de los cultivos.* <https://www.aldia.unah.edu.pe/impacto-de-las-variables-climaticas-en-el-rendimiento-de-los-cultivos/>

Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio dspace.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/20505>

Visión Industrial (2020). *¿Qué es la Tecnología?* <https://visionindustrial.com.mx/industria/la-tecnica/que-es-la-tecnologia>

web-robotica (2022). *¿Qué es Arduino/Genuino?.* <https://www.web-robotica.com/arduino/que-es-arduino>

Xukyo (2020). *Uso de una pantalla 16x2LCD con Arduino.*

<https://www.aranacorp.com/es/uso-de-un-pantalla-16x2lcd-con-arduino/>