

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA DE DESARROLLO AGROPECUARIO**

**APLICACIÓN PRÁCTICA DE SOFTWARES EN LA AGRICULTURA  
*in situ*, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS.**

**ASESOR: Dr. JUAN CORELLA**

**POR: NÉSTOR ELIÉCER IBARRA CAMARENA**

**4-791-1642**

**II SEMESTRE – 2021**

**DAVID, CHIRIQUÍ**

**REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**APLICACIÓN PRÁCTICA DE SOFTWARES EN LA AGRICULTURA  
*in situ*, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL  
TÍTULO DE INGENIERÍA EN DESARROLLO AGROPECUARIO Y  
AGRONEGOCIOS.**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA DE  
DESARROLLO AGROPECUARIO.**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O  
PARCIAL DEBE SER OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS.**

**APROBADO:**

**Dr. JUAN CORELLA J.**

\_\_\_\_\_

**ASESOR**

**MSc. GERARDO SANDOYA.**

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO**

**MSc. ROBERTO ATENCIO.**

\_\_\_\_\_

**MIEMBRO**

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

## Agradecimiento

Primero que todo quiero agradecerle a Dios por brindarme la oportunidad de culminar mi carrera. También, quiero agradecerle a mi familia que me ha apoyado, en especial a mi mamá, mi abuela, mi tío José y mi papá hasta el cielo.

Agradezco a mis amigos y compañeros, en especial a Fátima, Asiole y Alexander que fueron mis mayores apoyos.

De igual forma quiero agradecer a mis maestros y profesores que me han impartido clases desde la primaria, ya que sin sus enseñanzas no hubiese llegado a donde estoy.

*Néstor Eliecer Ibarra Camarena...*

## Dedicatoria

Ésta meta se la dedico a mi mamá Yariela Camarena y a mi abuelita Tolina Villarreal, quienes fueron mi motor de inspiración y las que me dieron el apoyo para poder estudiar.

*Néstor Elicer Ibarra Camarena...*

**IBARRA, NÉSTOR. 2021 APLICACIÓN PRÁCTICA DE SOFTWARES EN LA AGRICULTURA in situ, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS.**

### **Resumen**

**Palabras claves: Arduino, pH del Agua, pH del suelo, Luminosidad, Humedad del suelo, Humedad Relativa, Temperatura, Tomate.**

La agricultura es la explotación más importante a nivel mundial. Sin embargo, en Panamá la agricultura no avanza con las tecnologías necesarias para suplir la demanda de alimentos del país. El presente trabajo está enfocado en la aplicación de una tecnología innovadora llamada Arduino, la cuál es de mucha utilidad para la agricultura en especial para el área agrícola. Tomando en cuenta que el cultivo de tomate se produce en diferentes áreas del país, sin embargo, nos enfocaremos en la provincia de Chiriquí ya que es donde más se produce este rubro. Para comprobar la funcionalidad de la tecnología Arduino se aplicaron muestras en 5 diferentes fincas en la provincia de Chiriquí, donde se puede visualizar la variabilidad de los resultados con respecto a los requerimientos edafoclimáticos del cultivo de tomate.

Las muestras son elaboradas bajo indicadores ejecutados por la placa Arduino, donde dichos indicadores son el pH del suelo, el pH del agua, la luminosidad, la humedad del suelo, la temperatura y la humedad relativa.

Los resultados obtenidos del muestreo fueron comparados con la literatura, donde se comprobó la factibilidad del Kit Arduino. Además, se observó que la finca número dos (Ubicada en Paraíso de Boquerón) es la que tiene los indicadores más desfavorables de la investigación.

**IBARRA, NÉSTOR. 2021 PRACTICAL APPLICATION OF SOFTWARE IN AGRICULTURE IN SITU, FOR THE IMPLEMENTATION OF NEW TECHNOLOGIES.**

### **Summary**

**Keywords: Arduino, Water pH, Soil pH, Luminosity, Soil Moisture, Relative Humidity, Temperature, Tomato.**

Agriculture is the most important activity in the world. However, in Panama, agriculture does not advance with the necessary technologies to meet the country's food demand. The presented work is focused on the application of an innovative technology called Arduino, which is very useful for agriculture especially in the agribusiness area. Taking into account that tomato cultivation occurs in different areas of the country, yet, we will focus on the province of Chiriquí since it is where this product is most produced. To check the functionality of the Arduino technology, samples were applied in 5 different farms in the province of Chiriquí, where the variability of the results with respect to the edaphoclimatic requirements of tomato cultivation can be visualized.

The samples are elaborated under indicators executed by the Arduino plate, where these indicators are the pH of the soil, the pH of the water, the luminosity, the humidity of the soil, the temperature, and the relative humidity.

The results obtained from the sampling were compared with the literature, where the feasibility of the Arduino Kit was verified. In addition, it was observed that the farm number two (Located in Paraíso de Boquerón) is the one with the most unfavorable indicators of the research

<b>Contenido</b>	
Agradecimiento .....	III
Dedicatoria.....	IV
<b>Resumen</b> .....	V
<b>Summary</b> .....	VI
<b>Introducción</b> .....	1
<b>Planteamiento del problema</b> .....	2
<b>Objetivos</b> .....	3
Objetivo General:.....	3
Objetivos Específicos: .....	3
<b>Hipótesis</b> .....	4
<b>Variables</b> .....	4
<b>Alcances y Limitaciones</b> .....	5
<b>Justificación del trabajo</b> .....	6
<b>Marco teórico</b> .....	7
<b>Marco Metodológico</b> .....	20
<b>Método</b> .....	20
<b>Parámetros de evaluación</b> .....	20
<b>Materiales</b> .....	20
<b>Ubicación</b> .....	21
<b>Metodología a utilizarse</b> .....	23
<b>ENCUESTA</b> .....	25
<b>Programación a utilizarse</b> .....	26
<b>Resultados</b> .....	28
<b>Tabla de datos</b> .....	38
<b>Gráfica</b> .....	39
<b>Conclusiones</b> .....	42
<b>Recomendaciones</b> .....	43
<b>Bibliografía</b> .....	44
<b>ANEXOS</b> .....	48

## **Introducción**

La agricultura es la actividad más importante a nivel mundial, debido a que sin esta no podríamos subsistir. La misma ha evolucionado con el tiempo, ya requiere más insumos y tecnología para la producción, debido al exigente crecimiento mundial de la población.

La evolución y competitividad de la agricultura a nivel mundial ha conllevado a la creación e implementación de técnicas, prácticas, maquinarias, softwares y demás, para una mayor productividad y eficiencia para lograr la sonada maximización y optimización de la producción.

Panamá en general es uno de los países más atrasados en incorporar prácticas y tecnologías agropecuarias de punta. Es conocido el rezago administrativo y tecnológico de las fincas en áreas indígenas y campesinas de Panamá. Es por dicho anteriormente que en este trabajo se intenta llamar la atención en la implementación de herramientas que coadyuben en la administración y en la producción las fincas en Panamá incorporando tecnologías digitales para los registros de los estados financieros y de los indicadores de producción.

Esta investigación se basa en el análisis de un software/hardware sencillo que se está utilizando en otras partes del mundo para medir indicadores de la agricultura y demostrar que dicho software también sería útil en las fincas de Panamá.



## **Planteamiento del problema**

En Panamá la agricultura juega un papel muy importante para la alimentación de la nación y para salvaguardar la seguridad alimentaria del país. Sin embargo, se practica mucho la importación de rubros ya que internamente no se supe la demanda de los alimentos y algunos no se producen en el país.

La problemática con el desabastecimiento de los rubros se origina por la falta conocimiento, de calidad genética, de recursos de inversión y en especial a la falta de incorporación de tecnología apropiada en las explotaciones agropecuarias de Panamá.

La utilización de software tales como SAS, POM-QM, DairyLive y demás, ayudan a maximizar las explotaciones de nuestro país. Es por eso que dedicaremos este trabajo a la investigación del software (Arduino) que podría ayudar en los registros de indicadores de la agricultura nacional.

## Objetivos

### Objetivo General:

- Demostrar que la medición de indicadores técnicos en la agricultura se pueden realizar ***in situ*** con aplicación de softwares y hardware, convirtiéndose en nuevas tecnologías para ayudar con mayor rapidez en la toma de decisión del productor.

### Objetivos Específicos:

- Demostrar que existen softwares y hardware para medir indicadores técnicos de los suelos ***in situ***, y ayudar rápidamente en la toma de decisiones para la implementación de nuevas tecnologías del productor.
- Utilizar el software Arduino como principal herramienta de este trabajo.
- Realizar muestreos en cinco fincas con el Kit Arduino y tomar datos rápidos de indicadores esenciales del suelo o del cultivo para el productor.
- Cumplir con el requisito de trabajo de grado de la FCA-Up.

## **Hipótesis**

Hipótesis de la investigación: Los resultados de la investigación serán de gran ayuda y beneficio para la agricultura en Panamá.

Hipótesis Nula: Los resultados de la investigación no serán de gran ayuda y beneficio para la agricultura en Panamá.

## **Variables**

Variable independiente: El costo del kit Arduino, el conocimiento del estudiante, el costo de los rubros de muestreo, entre otros.

Variable dependiente: El costo o el resultado de un muestreo con el kit Arduino en un determinado rubro.

Variables intervinientes: El tiempo.

## **Alcances y Limitaciones**

Alcances: Incrementar el conocimiento sobre el manejo de softwares en la agricultura. Además, demostrar cuán importante son estos para el avance de los proyectos agropecuarios.

Limitaciones: Las limitaciones de este trabajo son: es el tiempo, los costos y la destreza que involucra este tipo de investigación. Además, otra limitación importante son las normas y restricciones por el Covid-19 ya que se restringen los accesos a las bibliotecas y otros centros físicos de información.

## **Justificación del trabajo**

En Panamá la agricultura mayormente se practica de forma primitiva y tradicional, y es poca la agricultura mecanizada con tecnología de punta.

Las administraciones de empresas agropecuarias en la actualidad necesitan de distintos tipos de softwares, que le brinden la oportunidad de competir y mejorar la calidad, los rendimientos, la economía, la eficiencia y competitividad en el manejo de los rubros. Por esta razón se elaborará esta investigación, sobre la importancia de implementar softwares que ayuden en la competitividad de la administración de fincas y contribuyan al avance real de la agricultura de Panamá.

## **MARCO TEÓRICO**

### **¿Qué es Arduino?**

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

El hardware libre son los dispositivos cuyas especificaciones y diagramas son de acceso público, de manera que cualquiera puede replicarlos. Esto quiere decir que Arduino ofrece las bases para que cualquier otra persona o empresa pueda crear sus propias placas, pudiendo ser diferentes entre ellas pero igualmente funcionales al partir de la misma base.

El software libre son los programas informáticos cuyo código es accesible por cualquiera para que quien quiera pueda utilizarlo y modificarlo. Arduino ofrece la plataforma Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), que es un entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino, de manera que se les puede dar todo tipo de utilidades. (Fernández, 2020)

### **¿Cómo se creó Arduino?**

El proyecto nació en 2003, cuando varios estudiantes del Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea, Italia, con el fin de facilitar el acceso y uso de la electrónica y programación, lo hicieron para que los estudiantes de electrónica tuviesen una alternativa más económica a las populares BASIC Stamp, unas placas que por aquel entonces valían más de cien dólares, y que no todos se podían permitir.

El resultado fue Arduino, una placa con todos los elementos necesarios para conectar periféricos a las entradas y salidas de un microcontrolador, y que puede ser programada tanto en Windows como macOS y GNU/Linux. (Fernández, 2020)

### **¿Qué es un microcontrolador?**

Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes

utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa. (Fernández, 2020)

## ¿Cómo funciona Arduino?

El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

El tipo de periféricos que puedas utilizar para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores.

También cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores. (Fernández, 2020)

## Tipos de Arduino

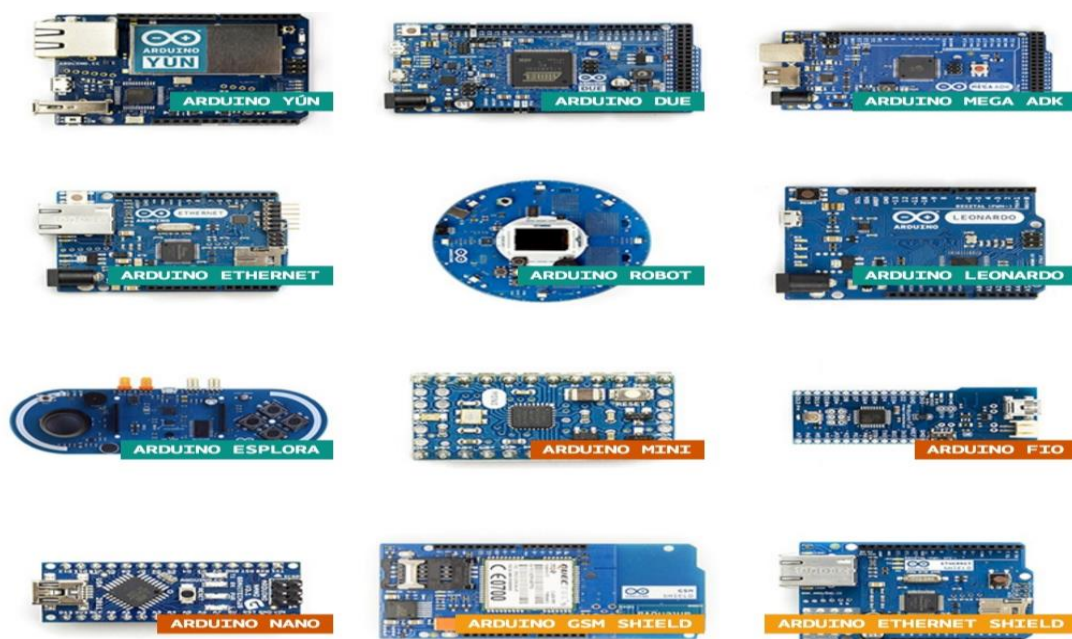


Fig. 1: En la siguiente figura se muestran muchas de las placas que existen para utilizarse con el software Arduino.

## **Muestras de la utilización de Arduino en la Agricultura.**

En la agricultura la dosificación correcta de abonos aplicada al cultivo conlleva a maximizar el rendimiento, manteniendo de alta eficiencia del uso de los recursos. Las dosificaciones más bajas de las requeridas se convierten en deficiencias y disminución de los beneficios en el cultivo, mientras que dosificaciones no adecuadas y más altas son siempre ineficientes debido al poco aumento del rendimiento convirtiéndose en un desaprovechamiento del recurso. (Johanna Ramos, Jussen Facuy, 2017)

Se presenta una propuesta de arquitectura para la agricultura de precisión soportada en tecnologías abiertas de Internet de las Cosas (IoT) para la obtención, monitoreo y análisis de variables climáticas. La propuesta se basa en la estructura de la arquitectura Lambda, considerando diferentes capas como son: La capa de captura de datos, cuya función es la obtención de variables asociadas a un cultivo. La capa de almacenamiento, cuya función es recopilar la información en tiempo real desde los sensores. La capa de procesamiento, genera predicciones y recomendaciones, la cual es evaluada mediante pruebas de carga con el fin de determinar su capacidad y tiempo de respuesta. La capa de consulta, permite a los usuarios finales visualizar en una interfaz web los datos climáticos y las predicciones. Así, esta arquitectura pretende servir de referencia para la implementación de servicios basados en IoT en el área de la agricultura. (Edwin Quiroga, Sergio Jaramillo, Wilmar Campo, Gabriel Chanchi, 2017)

Aun cuando los avances en electrónica son inmensos y el mercado está saturado de instrumentos y sensores que permiten tomar y almacenar datos estos no suelen ser nada económicos y sigue existiendo la necesidad de disponer de aparatos que recopilen y almacenen información a bajo costo, que puedan ser accesibles a productores, investigadores o estudiantes con bajo presupuesto lo cual suele ser muy común en nuestro país; de allí que surja la necesidad de contar o tener la manera de construir un sistema de adquisición de datos (SAD) en este trabajo se menciona las partes necesarias así como los elementos que se requieren para construir un SAD económico y confiable basado en la plataforma Arduino. (Martin Barrón, Mario Vázquez, Ramón Arteaga, Raúl Hernández, 2017)



Este artículo presenta una revisión actualizada de las diferentes aplicaciones de tecnologías enmarcadas en el internet de las cosas (IoT) en agricultura, mediante la recopilación de diversos documentos en las áreas de interés, y por medio de criterios de selección puntualizados, respondiendo preguntas específicas de investigación. La información recolectada se dividió en dos factores relevantes: en primer lugar, se identificaron las tecnologías de IoT aplicadas en agricultura divididas en capa de percepción y capa de red; por otra parte, se hizo énfasis en la búsqueda de desarrollos aplicados en América Latina, con especial cuidado en Colombia, para establecer la influencia de este tipo de tecnologías en la región. Finalmente, este trabajo pretende dar un panorama para futuras investigaciones, estableciendo los dispositivos y las tecnologías de IoT más recurrentes aplicadas en agricultura. (Jhonatan Tovar, José Solórzano, Andrés Badillo, Genner Rodríguez , 2019)

El presente proyecto de grado consiste en el desarrollo de una aplicación web que permita a los usuarios un control remoto de sus plantaciones a través de la implementación de diversos dispositivos usados para brindar al usuario medidas históricas y en tiempo real de las variables más influyentes en todo el proceso de desarrollo de su cultivo. Para lograr dichas medidas se usaran diferentes tipos de sensores los cuales arrojaran medidas de las variables cada determinado tiempo, que el usuario podrá establecer, estos sensores estarán conectados a un dispositivo Arduino, el cual recibirá los datos y los enviara a través del módulo Xbee para él envió de los datos al computador que a través de un puerto serial recibirá los datos para posteriormente realizar una comunicación con la aplicación desarrollada en Django (Python) para almacenar las medidas en la base de datos, luego de esto se realizara una representación gráfica en intervalos de tiempo definidos por el usuario para poder observar el comportamiento de las variables a través del tiempo, generando también un sistema de alerta por correo electrónico en los casos en donde las medidas de las variables se salgan de los rangos permitidos por cada variable, también generara alertas cuando el nivel de la batería del dispositivo se encuentre bajo. (Pinto, 2015)

En el presente documento se aborda la aplicación de la plataforma Arduino en el área de robótica, específicamente en el armado y programación de robots móviles. Lo anterior con el fin de desarrollar la lógica de programación en los alumnos de

nuevo ingreso de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la Universidad Politécnica de Altamira. Buscando una manera atractiva de cómo enseñar programación se llegó a la conclusión de impartir un taller, en el cual los alumnos aprendan a utilizar Arduino, armar y programar robots móviles. (Manuel Vargas, Georgina Castillo, Juan Sandoval, Alfredo Brambila, 2015)

En la actualidad se observan profundos cambios tecnológicos como el desarrollo de la electrónica y de las tecnologías de la información y la comunicación que favorece la difusión de la agricultura de precisión. Este avance tecnológico ha alcanzado un nivel que le permite al productor medir, analizar, y manejar la variabilidad dentro de los lotes logrando adecuar el manejo de suelos y cultivo. Sin embargo, estas tecnologías pueden representar altos costos o puede percibirse de esa manera si no se analiza sus ventajas, además de que los productores agrícolas pueden tener poca cultura de innovación, por lo cual la agricultura sigue desarrollándose de manera tradicional, sin pensar en las consecuencias de seguir aplicando viejas tradiciones en un sector determinado mientras que el resto de actividades experimenta una continua evolución. Los sistemas embebidos tales como Raspberry Pi y Arduino se presentan como semilleros para innovar en la agricultura ofreciendo soluciones económicas, sustentables, robustas y de código abierto para contribuir a la construcción colectiva de una seguridad alimentaria global. La presente investigación es un compendio de información cuyo objetivo es dar a conocer proyectos que optimizan procesos agrícolas por medio del control de datos ambientales y la gestión de actividades que se involucren en las labores diarias del campo, registro de enfermedades, plagas y malezas; aprovechando los beneficios del hardware y software libre. (Daniel Chora, SGuido Álvarez, Maira Espinoza, 2018)

Los desarrollos tecnológicos actuales brindan herramientas útiles y fáciles de aplicar en el manejo automatizado de los sistemas de riego. La automatización tiene como principales ventajas, el ahorro de los recursos como: la inversión, el tiempo y la mano de obra, así como mejorar la gestión del recurso hídrico. La metodología de la investigación fue la siguiente: a) selección del microcontrolador, sensores, relé y módulo de comunicación, b) calibración y validación de los sensores, c) integración de los códigos de programación, d) comunicación y desarrollo del aplicativo móvil y e) control del sistema de riego y monitoreo de la humedad del

suelo. Se implementaron sensores analógicos y digitales para medir: presiones, caudales, humedad de suelo y niveles de agua en el reservorio. Los sensores fueron calibrados obteniendo el R2 entre 0,95 - 0,99, indicando una alta correlación entre las variables físicas y eléctricas; en la validación se obtuvo el R2 igual a 0,99. El microcontrolador recibió la información de los sensores y envió órdenes a los actuadores a través de señales eléctricas; éstas activaron los códigos de programación, permitiendo el control del sistema de riego a través de relés para el encendido y apagado de las electroválvulas y electrobomba. La gestión del sistema de riego se realizó desde un celular, a través de un aplicativo "Ardunalm", vía comunicación Bluetooth. La calibración y validación de los sensores permitió el desarrollo de la automatización integrada, confiable y segura para el monitoreo y control del sistema de riego, permite el incremento la eficiencia de riego. (David Ascencios, Karem Meza, Jeisson Lluen, George Simon, 2020)

En una sociedad moderna, mantener huertos domésticos resulta complejo, debido a que los jardines se secan por falta de hidratación. Para evitar esto, se plantea diseñar un sistema de riego automático, que combine soluciones de hardware y software libres, para medir la humedad de la tierra y el aire porque forman parte del ecosistema del huerto. A esta solución se le añadió un microcontrolador, que actúe como centro de operaciones para asegurar el suministro y la dosificación de agua para mantener hidratada una planta. Por lo expuesto, esta solución, incluye una aplicación móvil que utilizando tecnología Bluetooth, establece el canal de comunicación con el microcontrolador, permitiendo la emisión y recepción de las señales generadas por los sensores del sistema logrando minimizar el trabajo de las personas. (Alfonso Guijarro, Lorenzo Cevallos, Debora Preciado, Bryan Zambrano, 2018)

En esta memoria se recogen una serie de instrucciones detalladas acerca de cómo en implementar un invernadero que automatice el proceso de crecimiento de plantas. Para llevarlo a cabo controlaremos temperatura, humedad, y aporte lumínico necesarios para el correcto desarrollo de la planta.

A modo de indicador se ha implementado una aplicación móvil a través del desarrollador de aplicaciones AppInventor 2 disponible en la página del Massachusetts Institute of Technology. En dicha aplicación móvil se recibirán los

estados de los actuadores, y la información de cada uno de los sensores. (Gordo, 2017)

El plátano es el cuarto cultivo más importante en el mundo, siendo México el decimosegundo productor mundial de este fruto y el estado de Colima el quinto a nivel nacional en 2017, pero como todo cultivo agrícola este es afectado por plagas que aquejan de manera negativa su calidad. El objetivo de esta investigación consiste en controlar la proliferación de la Sigatoka Negra para lo cual este proyecto desarrolló una red de sensores que monitorea las condiciones de temperatura y humedad en el cultivo de plátano para enfrentar el problema de la proliferación del agente nocivo de la Sigatoka Negra la cual afecta la producción del plátano.

En el desarrollo de este trabajo se emplearon tecnologías tales como Lógica Difusa, sensores, ZigBee y plataformas Open Source (Arduino) en conjunto con el lenguaje de programación Python.

Los resultados obtenidos impactan de manera benéfica en la productividad y competitividad para la producción de plátano en el estado de Colima. Se puede concluir que el uso de la Lógica Difusa mediante un sistema de inferencia difuso tipo Mandani contribuye en la reducción de la proliferación de la Sigatoka Negra. (Cárdenas, 2018)

Este texto trata sobre la detección de enfermedades en la planta de arroz, implementando agricultura de precisión con drones. Los cuales emplean un sensor de color (cámara) que será capaz de identificar el espectro de colores en los cultivos, es decir, reconocer el área específicamente afectada dentro del mismo, acto seguido, el agricultor podrá aplicar los químicos necesarios limitándose a esta zona, dicho de otra manera, se elimina el método actual de trata de enfermedades en el cual se aplican los pesticidas al cultivo entero, en efecto se reducirán: costos en compra de productos químicos, contaminación de suelos al no utilizar una dosis adecuada. (Jorge Barraza, Eduardo Espinoza, Alonso Espinos, José Serracín, 2019)

Actualmente existen en el mercado productos comerciales para la automatización de invernaderos y huertos. Sin embargo, dichas tecnologías son costosas y son utilizadas en estructuras para la producción agrícola a gran escala. No así, en

estructuras caseras tales como los invernaderos y huertos familiares los cuales son contruidos con bajo presupuesto. Estas instalaciones están contruidas para el cultivo de subsistencia de las familias.

En este trabajo se presenta una plataforma para el monitoreo y control de invernaderos y huertos caseros. La plataforma está basada en la tecnología Arduino como plataforma de automatización. A través de esta tecnología de bajo costo se realizarán tareas de monitoreo y control en tiempo real de las condiciones climáticas de los invernaderos y huertos. A través de un conjunto de sensores, una componente de control basado en una placa Arduino YUN, una aplicación web y una aplicación móvil se podrán monitorear variables de temperatura y humedad en el interior de las estructuras de cultivo, además, de controlar mecanismos de riego y climatización.

La técnica propuesta es innovadora al plantear el uso de tecnologías recientes como la placa Arduino YUN, una placa con soporte a acceso a internet desde el puerto Ethernet así como acceso a las redes WiFi. No obstante, con un costo reducido comparado a otras tecnologías de automatización. En este trabajo se presenta un prototipo de la plataforma describiendo cada uno de los elementos que la componen. Finalmente, se detallan las conclusiones de este trabajo demostrando las ventajas de su implementación. (Ashley Acosta, Aliana Aguilar)

En lugares con climas extremos y desfavorables para ciertos cultivos, los invernaderos son una opción viable para poder cosechar hortalizas o plantas fuera de su estación natural, debido a que, dentro de sus estructuras, cuentan con condiciones óptimas de clima para ser cultivadas.

Actualmente, existen productos comerciales para automatizar invernaderos, debido a que la autonomía del proceso de cultivo facilita la eficiencia, así como también la velocidad del trabajo que se ejecuta, sin embargo, el acceso a estas tecnologías de automatización, suelen ser muy costosas para él productor y generalmente son empleadas para la producción a gran escala.

En este proyecto se desarrolla una opción más económica, que sea fácil de implementar y de usar por el productor en la automatización de invernaderos, además de que pueda estar al alcance de personas que deseen cosechar en menor

escala. Este trabajo se llevó a cabo usando la plataforma de código abierto Arduino, utilizando la placa Arduino Mega 2560 junto con otros componentes electrónicos para poder realizar el diseño del sistema de control.

Por lo tanto, se cuenta con un prototipo modelo, el cual deja las bases para ser escalado dependiendo del tamaño del invernadero que tengamos. Además, se considera el diseño de una aplicación, que funciona en dispositivos móviles, la cual está creada en App inventor. Por medio de esta aplicación, se visualiza el monitoreo de las variables involucradas en el invernadero, como son: temperatura, humedad relativa, humedad del suelo, intensidad de luz, presión atmosférica y altitud. Asimismo, se pueden establecer condiciones para el control automatizado, así como comprobar el buen funcionamiento del sistema. (Salazar, 2020)

Una placa Arduino es una especie de placa de ordenador en miniatura programable en código abierto que, entre otros usos, puede conectar dispositivos a una red WiFi y enviar datos a la nube o a una plataforma informática que los registra (esto es a lo que se llama internet de las cosas o Internet of Things). El procesamiento de imágenes de drones permite, mediante fórmulas matemáticas, conocer el vigor de las plantas, medir la cantidad de clorofila activa y la fotosíntesis, saber si una planta está bien hidratada o sufre estrés hídrico, si sufre alguna enfermedad, etc. Además de los drones, también se utilizan estaciones climatológicas y sensores de humedad del suelo, conectados a la nube mediante Arduino o un sistema IoT similar, que registran datos y los envían a un sistema informático centralizado. (Azcárate, 2020)

El siguiente proyecto consiste en el diseño e implementación de un sistema para el cuidado de un cultivo. Se llevará a cabo mediante la toma de datos y la ejecución de tareas. Una pequeña computadora Raspberry Pi actuará como nodo central de control y recopilación de datos, y será un microcontrolador Arduino el que recoja los datos de los sensores. Mediante mensajes automáticos o a demanda del usuario, la plataforma Raspberry Pi se comunicará con Arduino inalámbricamente, pudiendo solicitar datos o activar mecanismos para la automatización del huerto. Se utilizará también una cámara como dispositivo de seguridad para el sistema. De esta manera se obtiene también un banco de datos que, utilizando técnicas de análisis, proporcionará valiosa información al usuario. (Hernández, 2019)

El propósito principal de la investigación es integrar la tecnología de la placa Arduino a los sistemas de riego con la finalidad de mejorar el control del agua en el riego, evitar el desperdicio y mal uso del líquido vital. Para esto se utilizó la metodología de hardware libre, se inició por el análisis y alcance en los sistemas de riego utilizados habitualmente, lo que determinó los componentes que complementarían/complementaron la automatización y tecnificación del riego, como lo son: módulo Relé, módulo lector de micro SD, módulo RTC, módulo LCD, electroválvula. Fue necesario recopilar información, para determinar los sectores estratégicos en la instalación de los actuadores en el riego, se realizaron pruebas en prototipos. Donde se obtuvo como resultado el correcto funcionamiento del control.

Finalmente se sometió a prueba en campo real donde se verificó y demostró el buen funcionamiento de la placa Arduino en la automatización del riego, con resultados óptimos en el manejo del uso de agua. (Williams Cervantes, Luis Santana, Bethsy Molina, 2016)

Las necesidades de agua para la producción de alimentos seguirán en aumento debido al crecimiento de la población mundial. En este trabajo de investigación se ha construido un sistema de riego autónomo basado en la Internet de las Cosas (IoT). Se emplean elementos de bajo costo y hardware – software libre (Raspberry Pi, Arduino, Linux, Java, Wildfly, Python, etc.) para implementar redes de sensores Inalámbricos (WSN) que permiten obtener la información de las variables agroclimáticas (Humedad del suelo, temperatura ambiente, precipitación, etc.). Se implementó un sistema de aprendizaje Máquina (Machine Learning) para la predicción del calendario de riego empleando servicios de Computación en la Nube.

Los servicios Web tipo RESTful y los formatos Json y Xml se emplearon para permitir la interoperabilidad entre los diferentes subsistemas (predicción, riego y cliente), hardware (Raspberry Pi, Xbee, computación en la nube) y software (Python, Java). Para hacer un uso eficiente del agua este prototipo de agricultura inteligente (Smart Farming) se apoya en la Internet de las cosas y el Aprendizaje Máquina para responder a las preguntas de cuándo y cuánto regar. (Castro, 2016)

Elaborar semilleros para trasplante permite al horticultor el crecimiento prematuro de plántones para el adelanto controlado de cultivos a sus épocas de siembra

adecuada. Sin embargo, no siempre es posible contar con el clima adecuado para la germinación de las semillas sembradas, lo que puede generar pérdidas de plántones y/o retrasos en la producción. Para prevenir esta situación se desarrolló un sistema electrónico que genera las condiciones ambientales requeridas para la germinación y crecimiento correcto de los plántones, dentro de un pequeño invernadero destinado a semilleros para huertos urbanos. Este sistema consiste en sensores de humedad y temperatura que se comunican a una placa microcontroladora Arduino UNO, donde los datos obtenidos por los sensores son manipulados por el sistema operativo de tiempo real FreeRTOS. Este sistema operativo analiza los datos obtenidos, determina la actividad que deben realizar los elementos actuadores (como sistema de riego, calefacción y ventilación) y gestiona la cantidad de recursos del sistema que puede utilizar cada uno a través de hilos de procesos. Todo esto para obtener como resultado un ambiente de crecimiento adecuado dentro del invernadero. (Joseph González, Itza Morales, Aláin García, Vladimir Villarreal, 2018)

### **Empresas que venden el Kit Arduino en Panamá**

- Lozurytech

Somos una empresa panameña enfocada en el servicio y asesoría de Robótica Educativa Abierta y a Bajo Costo. Buscamos siempre estar a la vanguardia de lo último en tecnología y prototipos electrónicos que puedan servir para desarrollar la creatividad y aprendizaje de los estudiantes.

Contamos con una amplia gama de Microcontroladores, módulos, sensores, herramientas, Impresoras 3D y kits de robótica, haciendo que nuestro servicio sea personalizado y se adecue a las necesidades de cada uno de nuestros clientes. (Lozurytech, s.f.)

- ElectronicaPTY

Somos una Tienda de componentes electrónicos virtual con Operación en Ciudad de Panamá y entrega en diferentes puntos a nivel nacional. Ofrecemos una amplia gama de componentes para la ejecución de proyectos y experimentos con una forma fácil y sencilla de ordenar los mismos y con buen soporte técnico sobre los productos que vendemos.



Tenemos en inventario componentes para proyectos de robótica basados en arduinos y Raspberry Pi, sensores, cajas para proyectos y una variedad de capacitores, resistencias y kits para experimentos. (ElectronicaPTY, s.f.)

- PANAMA TEC

Ofrecemos servicios de venta, instalación y distribución de equipos eléctricos y electrónicos en todo el territorio de Panamá, somos especialistas en programación de controladores de la marca arduino, venta de impresoras 3D, venta de filamentos 3D, reparación y mantenimiento de maquinaria industrial - CNC. (PANAMA TEC, s.f.)

### **Importancia de la temperatura en los cultivos**

Mantener una temperatura equilibrada en los cultivos es primordial para favorecer al correcto desarrollo de la planta, pues influye en su crecimiento y productividad en la cosecha. Por lo tanto, es importante tomar medidas preventivas a fin de evitar pérdidas millonarias, causadas por el frío o calor excesivo. (CAMPONECTADO, 2019)

### **Importancia de la humedad relativa en los cultivos**

El proceso en el que es más importante la humedad es en el crecimiento de las plantas. Un nivel adecuado de humedad ambiental permite que se lleve a cabo la fotosíntesis en las plantas. También permite que las plantas no evaporen y transpiren tanta agua a través de sus estomas, lo que a su vez hace que la planta pierda menos agua, y no sean tan dependientes del riego. Además, al permitir una mejora de la fotosíntesis. (Nassar, 2018)

### **Importancia de la luminosidad en las plantas**

El proceso más importante que desencadena la luz en las plantas es la fotosíntesis. La fotosíntesis es un proceso que usan las plantas para producir el alimento que les ayuda a acumular más material para la planta. Mientras más rápida sea la velocidad de la fotosíntesis, más rápido crecerá la planta. (PROMIX, 2021)

### **Importancia de la humedad en el suelo en las plantas**

La humedad del suelo depende de las precipitaciones, la intensidad del consumo de agua por parte de las plantas o la temperatura del aire, entre otros factores. Unos niveles de humedad del suelo apropiados son de gran importancia para el rendimiento, por lo tanto, las plantas no crecerán y se desarrollarán con una humedad del suelo insuficiente. (EARTH OBSERVING SYSTEM, 2020)

### **Importancia del pH del suelo en plantas**

El pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, pues afecta directamente a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas, así como a la resolución de muchos procesos químicos que en él se producen. En general, el pH óptimo de estos suelos debe variar entre 6,5 y 7,0 para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad (Prasad & Power, 1997), ya que se trata del rango donde los nutrientes son más fácilmente asimilables, y, por tanto, donde mejor se aportarán a la mayoría de los cultivos. (Catalán, 2016)

### **Importancia del pH del agua en las plantas**

El PH del agua influye en la solubilidad de las sales minerales. Los minerales no disueltos no están disponibles para las plantas, dado que las plantas pueden absorber los minerales sólo por una solución acuosa, EN FORMA DE IONES, directamente a través del agua o a través de la solución del suelo. La mayoría de los nutrientes están disponibles con un intervalo de PH comprendido entre 5,5 y 6,5. (SAB, 2020)

## MARCO METODOLÓGICO

### Método.

Este trabajo fue sometido a una metodología de tipo descriptiva y cuantitativa.

Dicha investigación que lleva por nombre **APLICACIÓN PRÁCTICA DE SOFTWARES EN LA AGRICULTURA *in situ*, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS**, se basa en una metodología descriptiva ya que se especifican características, propiedades y cualidades de las diferentes fincas y sus rubros.

Dicha investigación entra en la metodología cuantitativa, ya que la base de la misma requiere de datos numéricos en su mayor parte para definir su desarrollo y obtener los resultados.

### Parámetros de evaluación

1. Conocer la utilidad que tiene el software y hardware Arduino en unas parcelas de tomate.
2. Determinar si una persona de bajos niveles tecnológicos tiene la capacidad económica para utilizar software como el Arduino en sus cultivos.
3. Conocer algunos indicadores técnicos que mide el software Arduino *in situ* como ayuda digital en la agricultura para pequeños productores.
4. Evaluar según Arduino si la ubicación de las fincas es apropiada para el cultivo de tomate.

### Materiales

- Placa Arduino Uno

Se encarga de procesar la información obtenida de los sensores y mostrarla en el monitor serie del programa Arduino en la computadora.

- Sensor DHT11

Conectado a la placa Arduino por Duponts Wire para enviar la información obtenida de la humedad y la temperatura ambiente.

- Sensor LDR

Conectado a una Breadboard para su funcionalidad. Envía la información a la placa Arduino mediante Jumpers Wire, los cuales nos mostraran la luminosidad del área sembrada.

- Sensor HL-69

Compuesto por una sonda que es la que mide la humedad del suelo y un módulo regulador, que es el que envía la información a la placa.

- Electrodo E201-BNC

Consta de un electrodo o pH-metro que es el que mide el pH del agua y del suelo. Además, consta de un módulo regulador que envía la información obtenida a la placa y posteriormente a la computadora.

- Dupont Wire y Jumper Wire

Se encargan de enviar información y dar energía a los sensores

- Breadboard

Utilizada para la funcionalidad del sensor LDR que mide la luminosidad del área sembrada.

- Laptop

Ejecuta el programa Arduino y muestra los datos obtenidos con la placa y los sensores.

- Agua destilada

Usada para realizar el muestreo de pH del suelo, donde se miden 25ml de agua destilada por cada 10g de suelo.

- Báscula digital

Se usará para medir la cantidad de suelo y agua destilada correcta para las muestras.

- Vasos desechables y Cucharas desechables

Usados para preparar las muestras.

## **Ubicación**

El muestreo se realizó en cinco fincas distintas en la provincia de Chiriquí, las cuales se muestran en el mapa (Fig.2) para observar la variabilidad del clima en las mismas.

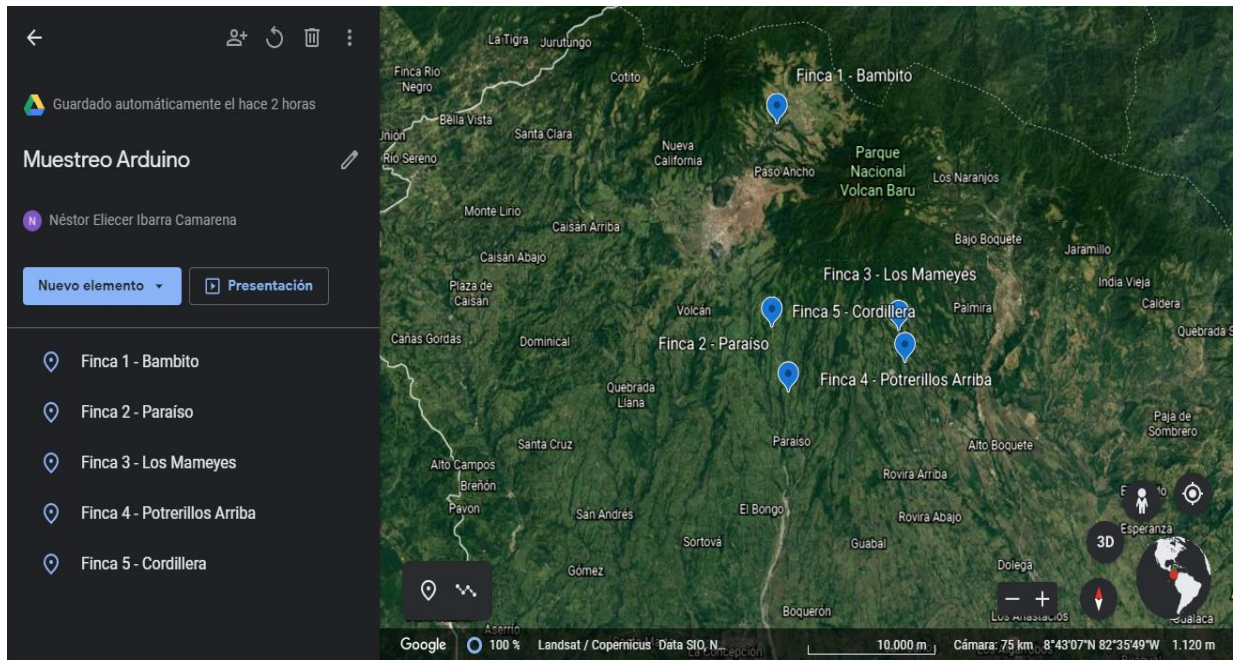


Fig.2: Mapa de Ubicación de las fincas muestreadas.

Coordenadas geográficas de las fincas:

- Finca 1 – Bambito → 8°50'51''N 82°35'56''W
- Finca 2 – Paraíso → 8°40'45''N 82°35'27''W
- Finca 3 – Los Mameyes → 8°43'06''N 82°30'41''W
- Finca 4 – Potrerillos Arriba → 8°41'54''N 82°30'23''W
- Finca 5 – Cordillera → 8°43'14''N 82°36'10''W



Fig.3: Demostración de lo que se pretende realizar en cada finca.

## **Metodología a utilizarse**

La metodología de este trabajo comienza por la redacción del anteproyecto y posteriormente su evaluación por el comité evaluador.

Luego de ser aprobado el anteproyecto, se hace contacto con la empresa encargada de vender el kit Arduino en la ciudad de Panamá, la cual realiza envíos a todo el país.

Luego de adquirido el kit, se procede al estudio de los hardware o microcontroladores del kit, para ir identificando los distintos indicadores técnicos que serán beneficiosos para la agricultura.

Se procede a descargar el software Arduino y a buscar información sobre la programación de la placa, con los distintos sensores que posee el kit de Arduino. Se realizan pequeños muestreos en casa.

Después de aprendido lo básico en cuanto a la programación, se solicita una carta al director de la tesis, firmada por el director de escuela, para solicitar al MIDA información sobre las fincas productoras de tomate en Chiriquí para la realización de las prácticas de muestreo. Se contacta a los productores y se pide permiso para realizar los muestreos en sus fincas.

Teniendo la aprobación de los productores, se procede a realizar el muestreo de seis indicadores claves en el rubro de tomate. Estos indicadores constan de: pH del suelo, pH del agua, temperatura, humedad relativa, luminosidad ambiental y humedad del suelo. Para realizar estos muestreos se procede de la siguiente manera:

**pH del suelo:** se toma una muestra de suelo de cada finca y se pesa el mismo para obtener 10 gramos. Luego se vierte en un envase desechable con 25ml de agua destilada. Se realiza la programación en el software Arduino y posteriormente se coloca el electrodo o pH-metro en la muestra de suelo con agua destilada, y se observan los datos obtenidos en el monitor serie del programa.

**pH del agua:** se toma una muestra de agua que se utiliza para el riego del cultivo de tomate. Se realiza la programación en el software Arduino y se coloca el

electrodo en la muestra de agua. Seguidamente se observan los datos obtenidos en el monitor serie.

**Temperatura y Humedad relativa:** para este indicador utilizamos un sensor que tiene por nombre DHT11, el cual mide la temperatura y la humedad relativa al mismo tiempo. El proceso consiste en programar el software y conectar el DHT11 en la placa Arduino. Luego de subida la programación a la placa, se observan los datos en el monitor serie.

**Luminosidad Ambiental:** utilizamos un sensor LDR, el cual estará conectado a una Breadboard para medir la intensidad de luz que hay en el área sembrada y determinar si la misma es suficiente para los requerimientos del cultivo. Se realiza la programación del software y se conecta la Breadboard a la placa Arduino, seguidamente se sube la programación a la placa y se observan los datos en el monitor serie.

**Humedad del suelo:** se utiliza un sensor HL-69, el cual determinará si la humedad en el suelo sembrado es apta para el cultivo. Se realiza la programación del software y se conecta el sensor a la placa Arduino. Posteriormente se observan los datos en el monitor serie.

A medida que se van obteniendo los datos de los indicadores se realiza una captura de pantalla para tener la evidencia. El proceso descrito anteriormente se realiza en las cinco fincas escogida para el muestreo. Cada finca es visitada tres veces para observar si hay variabilidad en los datos y al final obtener una media de los mismos.

Además, se realizará una encuesta a los profesionales de las Ciencias Agropecuarias, para saber que tanto conocen del mencionado Arduino.

Universidad de Panamá  
Facultad de Ciencias Agropecuarias  
Escuela de Desarrollo Agropecuario

Formato de la Encuesta

**Producto: Software y Hardware Arduino**

Sexo del encuestado: M\_\_\_\_ F\_\_\_\_

1. ¿Conoce usted el Software y Hardware Arduino? SI\_\_ O NO\_\_\_\_
2. ¿Sabe usted las funciones que realiza Arduino? SI\_\_ O NO\_\_\_\_
3. ¿Le gustaría conocer sobre Arduino? SI\_\_ O NO\_\_\_\_
4. ¿Sabe usted en que área puede utilizarse Arduino? SI\_\_\_\_ O NO\_\_\_\_
5. ¿Conoce el costo del kit Arduino? SI\_\_ O NO\_\_\_\_
6. ¿Sabe usted que la aplicación de Arduino puede abaratar costos?  
SI\_\_ O NO\_\_\_\_

Observación:

---

---

Elaborado por:  
Néstor Ibarra 4-791-1642



## Programación computarizada a utilizarse

A continuación, se muestra la programación utilizada para el programa Arduino instalado en la computadora. Estas programaciones al ser pegadas en el programa y ejecutadas en la placa Arduino se convierten en las recolectoras de los datos necesarios para cada muestreo.

- **Temperatura y humedad relativa del ambiente**

```
#include <DHT.h>
#include <DHT_U.h>
#define DHT11PIN 4
#define DHT11TYPE DHT11
DHT sensor(DHT11PIN, DHT11TYPE);
float temp;
float hum;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  sensor.begin();
}
void loop()
{
  Serial.println(); //linea
  temp = sensor.readTemperature();
  hum = sensor.readHumidity();
  Serial.print("Temperatura (°C): ");
  Serial.println(temp) ;
  Serial.print("Humedad (%): ");
  Serial.println(hum);
  delay(5000);
}
```

- **Luminosidad del área sembrada**

```
int LDR_pin = A0;
int LDR;
int porcentaje;
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(LDR_pin, INPUT);
}
void loop(){
  LDR = analogRead(LDR_pin);
  porcentaje = map(LDR, 1023, 0, 0, 100);
  Serial.print("LDR: ");
  Serial.print(LDR);
  Serial.print(" Porcentaje: ");
  Serial.print(porcentaje);
  Serial.print("%");
}
```

```
Serial.println();  
delay(5000);  
}
```

- **Humedad del suelo**

```
int SensorPin = A0;  
int humedad;  
int porcentaje;  
void setup(){  
  Serial.begin(9600);  
  pinMode(SensorPin, INPUT);  
}  
void loop(){  
  humedad = analogRead(SensorPin);  
  porcentaje = map(humedad, 1023, 0, 0, 100);  
  Serial.print("Hum. del suelo: ");  
  Serial.print(humedad);  
  Serial.print(" Porcentaje: ");  
  Serial.print(porcentaje);  
  Serial.print("%");  
  Serial.println();  
  delay(5000);  
}
```

- **pH del suelo y pH del agua**

```
const byte pHpin = A0;  
float Po;  
void setup(){  
  Serial.begin(9600);  
}  
void loop(){  
  Po = (1023 - analogRead(pHpin))/73.07;  
  Serial.print("pH: ");  
  Serial.println(Po, 2);  
  delay(5000);  
}
```

## Resultados

Para la parte de los resultados se mostrarán los datos obtenidos en cada finca visitada. Estos datos constan del nombre del productor, la ubicación, la comercialización del rubro, el área de siembra de cada finca, la altura de las fincas, fecha de cada visita, la hora de las visitas y los datos numéricos de cada muestreo realizado.

Las evidencias de los muestreos se reflejan en segundos y, por ende, cada evidencia en la parte inferior tiene su respectivo promedio. Los resultados de cada muestreo fueron promediados para poder trabajar una tabla de datos que detallará la Media, la Desviación estándar, la muestra mínima y la muestra máxima.

### Finca 1

- Productor: Miguel Rodríguez
- Lugar: Bambito
- Comercialización: Legumbrera propia en la vía Cerro Punta
- Área de Siembra: 2 Hectáreas
- Altura: 1700msnm
- Fecha: 21 de agosto / 28 de agosto / 4 de septiembre
- Hora: 12:30 p.m. / 2:30 p.m. / 1:30 p.m.

### Temperatura y humedad relativa del ambiente

12:39:24.223 ->	14:49:51.369 ->	13:48:29.676 ->
12:39:24.256 -> Temperatura (°C): 28.10	14:49:51.404 -> Temperatura (°C): 29.20	13:48:29.710 -> Temperatura (°C): 31.70
12:39:24.290 -> Humedad (%): 54.00	14:49:51.437 -> Humedad (%): 37.00	13:48:29.745 -> Humedad (%): 36.00
12:40:24.183 ->	14:50:06.399 ->	13:48:34.697 ->
12:40:24.216 -> Temperatura (°C): 28.10	14:50:06.399 -> Temperatura (°C): 29.10	13:48:34.730 -> Temperatura (°C): 31.70
12:40:24.250 -> Humedad (%): 54.00	14:50:06.434 -> Humedad (%): 38.00	13:48:34.764 -> Humedad (%): 36.00
12:41:24.149 ->	14:50:21.384 ->	13:48:39.725 ->
12:41:24.182 -> Temperatura (°C): 26.60	14:50:21.418 -> Temperatura (°C): 29.10	13:48:39.759 -> Temperatura (°C): 31.90
12:41:24.216 -> Humedad (%): 56.00	14:50:21.452 -> Humedad (%): 37.00	13:48:39.759 -> Humedad (%): 36.00
	14:50:36.394 ->	13:48:44.734 ->
	14:50:36.428 -> Temperatura (°C): 29.10	13:48:44.771 -> Temperatura (°C): 32.10
	14:50:36.461 -> Humedad (%): 38.00	13:48:44.806 -> Humedad (%): 35.00
	14:50:51.425 ->	13:48:49.764 ->
	14:50:51.458 -> Temperatura (°C): 29.30	13:48:49.798 -> Temperatura (°C): 32.30
	14:50:51.458 -> Humedad (%): 39.00	13:48:49.832 -> Humedad (%): 34.00

Temp1  $\bar{X}$  = 27.60

Temp2  $\bar{X}$  = 29.16

Temp3  $\bar{X}$  = 31.94

HR1  $\bar{X}$  = 54.66

HR2  $\bar{X}$  = 37.80

HR3  $\bar{X}$  = 35.40

## Luminosidad del área sembrada

14:53:32.792 -> LDR: 7 Porcentaje: 99%	13:56:30.743 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:53:47.792 -> LDR: 7 Porcentaje: 99%	13:56:35.736 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:54:02.772 -> LDR: 7 Porcentaje: 99%	13:56:40.740 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:54:17.765 -> LDR: 8 Porcentaje: 99%	13:56:45.716 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:54:32.743 -> LDR: 7 Porcentaje: 99%	13:56:50.708 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:54:47.729 -> LDR: 7 Porcentaje: 99%	13:56:55.732 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:55:02.696 -> LDR: 7 Porcentaje: 99%	13:57:00.730 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:55:17.692 -> LDR: 7 Porcentaje: 99%	13:57:05.717 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:55:32.698 -> LDR: 8 Porcentaje: 99%	13:57:10.707 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:55:47.668 -> LDR: 8 Porcentaje: 99%	13:57:15.694 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:56:02.657 -> LDR: 7 Porcentaje: 99%	13:57:20.710 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:56:17.628 -> LDR: 7 Porcentaje: 99%	13:57:25.681 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
14:56:32.621 -> LDR: 8 Porcentaje: 99%	13:57:30.699 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
12:45:19.264 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	14:56:47.619 -> LDR: 8 Porcentaje: 99%
12:46:19.208 -> LDR: 11 Porcentaje: 98%	13:57:35.672 -> LDR: 10 Porcentaje: 99%
	14:57:02.606 -> LDR: 8 Porcentaje: 99%
	13:57:40.686 -> LDR: 9 Porcentaje: 99%

Lum1  $\bar{X}$  = 98.00

Lum2  $\bar{X}$  = 99.00

Lum3  $\bar{X}$  = 99.00

## Humedad del suelo

15:33:44.504 -> Hum. del suelo: 528 Porcentaje: 48%	14:00:44.084 -> Hum. del suelo: 435 Porcentaje: 57%
15:33:59.471 -> Hum. del suelo: 545 Porcentaje: 46%	14:00:49.090 -> Hum. del suelo: 436 Porcentaje: 57%
15:34:14.468 -> Hum. del suelo: 503 Porcentaje: 50%	14:00:54.076 -> Hum. del suelo: 435 Porcentaje: 57%
15:34:29.454 -> Hum. del suelo: 418 Porcentaje: 59%	14:00:59.060 -> Hum. del suelo: 436 Porcentaje: 57%
15:34:44.444 -> Hum. del suelo: 447 Porcentaje: 56%	14:01:04.076 -> Hum. del suelo: 436 Porcentaje: 57%
15:34:59.440 -> Hum. del suelo: 436 Porcentaje: 57%	14:01:09.052 -> Hum. del suelo: 436 Porcentaje: 57%
15:35:14.424 -> Hum. del suelo: 452 Porcentaje: 55%	14:01:14.039 -> Hum. del suelo: 436 Porcentaje: 57%
15:35:29.387 -> Hum. del suelo: 350 Porcentaje: 65%	14:01:19.050 -> Hum. del suelo: 436 Porcentaje: 57%
15:35:44.374 -> Hum. del suelo: 382 Porcentaje: 62%	14:01:24.056 -> Hum. del suelo: 437 Porcentaje: 57%
15:35:59.361 -> Hum. del suelo: 308 Porcentaje: 69%	14:01:29.039 -> Hum. del suelo: 438 Porcentaje: 57%
15:36:14.361 -> Hum. del suelo: 307 Porcentaje: 69%	14:01:34.031 -> Hum. del suelo: 437 Porcentaje: 57%
15:36:29.345 -> Hum. del suelo: 306 Porcentaje: 70%	14:01:39.038 -> Hum. del suelo: 437 Porcentaje: 57%
15:36:44.328 -> Hum. del suelo: 307 Porcentaje: 69%	14:01:44.022 -> Hum. del suelo: 437 Porcentaje: 57%
15:36:59.306 -> Hum. del suelo: 306 Porcentaje: 70%	14:01:49.042 -> Hum. del suelo: 437 Porcentaje: 57%
15:37:14.295 -> Hum. del suelo: 306 Porcentaje: 70%	14:01:54.022 -> Hum. del suelo: 437 Porcentaje: 57%
13:13:40.683 -> Hum. del suelo: 318 Porcentaje: 68%	
13:14:10.655 -> Hum. del suelo: 306 Porcentaje: 70%	
13:14:40.641 -> Hum. del suelo: 301 Porcentaje: 70%	
13:15:10.620 -> Hum. del suelo: 295 Porcentaje: 71%	
13:15:40.558 -> Hum. del suelo: 289 Porcentaje: 71%	

HumS1  $\bar{X}$  = 70.00

HumS2  $\bar{X}$  = 61.00

HumS3  $\bar{X}$  = 57.00

## pH de suelo

12:55:02.837 -> pH: 7.01	15:13:25.365 -> pH: 5.99	14:13:07.088 -> pH: 6.69
12:55:04.837 -> pH: 6.99	15:13:30.367 -> pH: 5.99	14:13:09.087 -> pH: 6.68
12:55:06.843 -> pH: 6.95	15:13:35.361 -> pH: 5.97	14:13:11.085 -> pH: 6.68
12:55:08.838 -> pH: 6.95	15:13:40.373 -> pH: 5.97	14:13:13.078 -> pH: 6.68
12:55:10.833 -> pH: 6.94	15:13:45.358 -> pH: 5.98	14:13:15.063 -> pH: 6.68
12:55:12.818 -> pH: 6.92	15:13:50.346 -> pH: 5.99	14:13:17.082 -> pH: 6.68
12:55:14.838 -> pH: 6.92	15:13:55.359 -> pH: 5.98	14:13:19.075 -> pH: 6.68
12:55:16.829 -> pH: 6.91	15:14:00.362 -> pH: 5.98	14:13:21.063 -> pH: 6.68
12:55:18.813 -> pH: 6.90	15:14:05.349 -> pH: 5.97	14:13:23.063 -> pH: 6.69
12:55:20.837 -> pH: 6.90	15:14:10.345 -> pH: 5.98	14:13:25.090 -> pH: 6.69
12:55:22.822 -> pH: 6.90	15:14:15.348 -> pH: 6.01	14:13:27.072 -> pH: 6.68
12:55:24.836 -> pH: 6.87	15:14:20.326 -> pH: 5.99	14:13:29.075 -> pH: 6.68
12:55:26.820 -> pH: 6.87	15:14:25.335 -> pH: 5.98	14:13:31.078 -> pH: 6.68
12:55:28.834 -> pH: 6.84	15:14:30.325 -> pH: 5.98	14:13:33.068 -> pH: 6.69
12:55:30.825 -> pH: 6.87	15:14:35.309 -> pH: 5.97	14:13:35.062 -> pH: 6.69
12:55:32.811 -> pH: 6.86		

pHS1  $\bar{X}$  = 6.91

pHS2  $\bar{X}$  = 5.98

pHS3  $\bar{X}$  = 6.68

## pH del agua

	15:23:47.473 -> pH: 6.97	14:10:33.205 -> pH: 6.91
	15:23:52.457 -> pH: 6.98	14:10:35.208 -> pH: 6.91
	15:23:57.463 -> pH: 6.97	14:10:37.199 -> pH: 6.91
	15:24:02.479 -> pH: 6.98	14:10:39.207 -> pH: 6.90
	15:24:07.459 -> pH: 6.97	14:10:41.193 -> pH: 6.91
	15:24:12.440 -> pH: 6.98	14:10:43.182 -> pH: 6.91
	15:24:17.436 -> pH: 6.99	14:10:45.179 -> pH: 6.91
	15:24:22.444 -> pH: 6.99	14:10:47.185 -> pH: 6.90
	15:24:27.449 -> pH: 6.99	14:10:49.183 -> pH: 6.91
	15:24:32.426 -> pH: 7.01	14:10:51.181 -> pH: 6.91
13:02:39.104 -> pH: 6.76	15:24:37.441 -> pH: 7.01	14:10:53.184 -> pH: 6.91
13:03:39.040 -> pH: 7.35	15:24:42.416 -> pH: 7.01	14:10:55.180 -> pH: 6.90
13:04:38.980 -> pH: 7.05	15:24:47.430 -> pH: 6.99	14:10:57.188 -> pH: 6.90
13:05:38.926 -> pH: 6.95	15:24:52.428 -> pH: 7.03	14:10:59.196 -> pH: 6.91
13:06:38.849 -> pH: 6.92	15:24:57.411 -> pH: 7.02	14:11:01.171 -> pH: 6.90
13:07:38.805 -> pH: 6.92		
13:08:38.714 -> pH: 6.92		

$$\text{pHA1 } \bar{X} = 6.98 \quad \text{pHA2 } \bar{X} = 6.99 \quad \text{pHA3 } \bar{X} = 6.91$$

## Finca 2

- Productor: Ángel González
- Lugar: Paraíso de Boquerón
- Comercialización: Mercados en David
- Área de siembra: 600 metros cuadrados
- Altura: 924msnm
- Fecha: 21 de agosto / 28 de agosto / 4 de septiembre
- Hora: 4:00 p.m. / 4:30 p.m. / 5:00 p.m.

## Temperatura y humedad relativa del ambiente

16:40:12.605 ->	17:04:57.955 ->	17:24:31.359 ->
16:40:12.605 -> Temperatura (°C): 25.80	17:04:57.989 -> Temperatura (°C): 24.60	17:24:31.359 -> Temperatura (°C): 29.50
16:40:12.639 -> Humedad (%): 79.00	17:04:58.023 -> Humedad (%): 92.00	17:24:31.394 -> Humedad (%): 78.00
16:40:27.590 ->	17:05:02.983 ->	17:24:36.375 ->
16:40:27.625 -> Temperatura (°C): 25.70	17:05:03.018 -> Temperatura (°C): 24.50	17:24:36.375 -> Temperatura (°C): 29.50
16:40:27.659 -> Humedad (%): 79.00	17:05:03.018 -> Humedad (%): 92.00	17:24:36.408 -> Humedad (%): 78.00
16:40:42.608 ->	17:05:08.000 ->	17:24:41.378 ->
16:40:42.642 -> Temperatura (°C): 25.50	17:05:08.033 -> Temperatura (°C): 24.50	17:24:41.411 -> Temperatura (°C): 29.50
16:40:42.676 -> Humedad (%): 80.00	17:05:08.033 -> Humedad (%): 92.00	17:24:41.444 -> Humedad (%): 78.00
16:40:57.641 ->	17:05:13.015 ->	17:24:46.394 ->
16:40:57.641 -> Temperatura (°C): 25.30	17:05:13.058 -> Temperatura (°C): 24.40	17:24:46.428 -> Temperatura (°C): 29.50
16:40:57.674 -> Humedad (%): 81.00	17:05:13.085 -> Humedad (%): 92.00	17:24:46.463 -> Humedad (%): 78.00
16:41:12.634 ->	17:05:18.038 ->	17:24:51.427 ->
16:41:12.668 -> Temperatura (°C): 25.20	17:05:18.066 -> Temperatura (°C): 24.50	17:24:51.461 -> Temperatura (°C): 29.50
16:41:12.701 -> Humedad (%): 82.00	17:05:18.100 -> Humedad (%): 92.00	17:24:51.495 -> Humedad (%): 78.00

$$\text{Temp1 } \bar{X} = 29.46$$

$$\text{Temp2 } \bar{X} = 24.50$$

$$\text{Temp3 } \bar{X} = 29.50$$

$$\text{HR1 } \bar{X} = 80.20$$

$$\text{HR2 } \bar{X} = 92.00$$

$$\text{HR3 } \bar{X} = 78.00$$

## Luminosidad del área sembrada

16:44:12.551 -> LDR: 24 Porcentaje: 97%	17:35:31.331 -> LDR: 273 Porcentaje: 73%
16:44:17.538 -> LDR: 25 Porcentaje: 97%	17:35:36.341 -> LDR: 295 Porcentaje: 71%
16:44:22.543 -> LDR: 24 Porcentaje: 97%	17:35:41.319 -> LDR: 297 Porcentaje: 70%
16:44:27.537 -> LDR: 24 Porcentaje: 97%	17:35:46.308 -> LDR: 298 Porcentaje: 70%
16:44:32.539 -> LDR: 28 Porcentaje: 97%	17:35:51.309 -> LDR: 244 Porcentaje: 76%
16:44:37.501 -> LDR: 27 Porcentaje: 97%	17:35:56.304 -> LDR: 343 Porcentaje: 66%
16:44:42.510 -> LDR: 28 Porcentaje: 97%	17:36:01.296 -> LDR: 239 Porcentaje: 76%
16:44:47.515 -> LDR: 30 Porcentaje: 97%	17:36:06.293 -> LDR: 247 Porcentaje: 75%
16:44:52.501 -> LDR: 30 Porcentaje: 97%	17:36:11.289 -> LDR: 250 Porcentaje: 75%
16:44:57.510 -> LDR: 30 Porcentaje: 97%	17:36:16.284 -> LDR: 252 Porcentaje: 75%
16:45:02.476 -> LDR: 27 Porcentaje: 97%	17:36:21.291 -> LDR: 269 Porcentaje: 73%
16:45:07.485 -> LDR: 28 Porcentaje: 97%	17:36:26.281 -> LDR: 262 Porcentaje: 74%
16:32:04.378 -> LDR: 153 Porcentaje: 85%	17:36:31.298 -> LDR: 265 Porcentaje: 74%
16:33:04.319 -> LDR: 34 Porcentaje: 96%	17:36:36.261 -> LDR: 270 Porcentaje: 73%
16:34:04.238 -> LDR: 129 Porcentaje: 87%	16:45:12.477 -> LDR: 32 Porcentaje: 96%
	16:45:17.470 -> LDR: 31 Porcentaje: 96%
	16:45:22.479 -> LDR: 32 Porcentaje: 96%
	17:36:41.260 -> LDR: 274 Porcentaje: 73%

Lum1  $\bar{X}$  = 89.33

Lum2  $\bar{X}$  = 96.80

Lum3  $\bar{X}$  = 72.93

## Humedad del suelo

16:47:49.855 -> Hum. del suelo: 769 Porcentaje: 24%	17:40:56.027 -> Hum. del suelo: 832 Porcentaje: 18%
16:47:54.841 -> Hum. del suelo: 767 Porcentaje: 25%	17:41:01.037 -> Hum. del suelo: 832 Porcentaje: 18%
16:47:59.818 -> Hum. del suelo: 768 Porcentaje: 24%	17:41:06.021 -> Hum. del suelo: 832 Porcentaje: 18%
16:48:04.830 -> Hum. del suelo: 768 Porcentaje: 24%	17:41:11.016 -> Hum. del suelo: 832 Porcentaje: 18%
16:48:09.814 -> Hum. del suelo: 768 Porcentaje: 24%	17:41:16.018 -> Hum. del suelo: 833 Porcentaje: 18%
16:48:14.823 -> Hum. del suelo: 770 Porcentaje: 24%	17:41:20.999 -> Hum. del suelo: 833 Porcentaje: 18%
16:48:19.832 -> Hum. del suelo: 770 Porcentaje: 24%	17:41:26.015 -> Hum. del suelo: 833 Porcentaje: 18%
16:48:24.812 -> Hum. del suelo: 770 Porcentaje: 24%	17:41:30.999 -> Hum. del suelo: 834 Porcentaje: 18%
16:48:29.792 -> Hum. del suelo: 770 Porcentaje: 24%	17:41:35.988 -> Hum. del suelo: 832 Porcentaje: 18%
16:48:34.789 -> Hum. del suelo: 771 Porcentaje: 24%	17:41:40.980 -> Hum. del suelo: 832 Porcentaje: 18%
16:48:39.798 -> Hum. del suelo: 770 Porcentaje: 24%	17:41:46.006 -> Hum. del suelo: 833 Porcentaje: 18%
16:48:44.796 -> Hum. del suelo: 771 Porcentaje: 24%	17:41:50.992 -> Hum. del suelo: 832 Porcentaje: 18%
16:48:49.776 -> Hum. del suelo: 772 Porcentaje: 24%	17:41:55.974 -> Hum. del suelo: 833 Porcentaje: 18%
16:57:02.158 -> Hum. del suelo: 714 Porcentaje: 30%	17:42:00.986 -> Hum. del suelo: 833 Porcentaje: 18%
16:58:02.111 -> Hum. del suelo: 717 Porcentaje: 29%	16:48:54.799 -> Hum. del suelo: 772 Porcentaje: 24%
	16:48:59.770 -> Hum. del suelo: 772 Porcentaje: 24%
	17:42:05.985 -> Hum. del suelo: 833 Porcentaje: 18%

Hum1  $\bar{X}$  = 29.66

Hum2  $\bar{X}$  = 24.06

Hum3  $\bar{X}$  = 18.00

## pH del suelo

16:46:09.251 -> pH: 6.30	16:58:07.708 -> pH: 6.42	18:06:00.431 -> pH: 6.64
16:46:11.246 -> pH: 6.31	16:58:12.732 -> pH: 6.39	18:06:02.429 -> pH: 6.64
16:46:13.247 -> pH: 6.30	16:58:17.715 -> pH: 6.38	18:06:04.424 -> pH: 6.64
16:46:15.252 -> pH: 6.30	16:58:22.693 -> pH: 6.38	18:06:06.444 -> pH: 6.66
16:46:17.223 -> pH: 6.31	16:58:27.710 -> pH: 6.38	18:06:08.433 -> pH: 6.68
16:46:19.224 -> pH: 6.28	16:58:32.704 -> pH: 6.36	18:06:10.428 -> pH: 6.66
16:46:21.237 -> pH: 6.28	16:58:37.684 -> pH: 6.35	18:06:12.426 -> pH: 6.68
16:46:23.237 -> pH: 6.31	16:58:42.680 -> pH: 6.38	18:06:14.420 -> pH: 6.66
16:46:25.243 -> pH: 6.31	16:58:47.682 -> pH: 6.39	18:06:16.424 -> pH: 6.65
16:46:27.243 -> pH: 6.27	16:58:52.686 -> pH: 6.36	18:06:18.417 -> pH: 6.64
16:46:29.219 -> pH: 6.28	16:58:57.671 -> pH: 6.38	18:06:20.419 -> pH: 6.66
16:46:31.219 -> pH: 6.31	16:59:02.668 -> pH: 6.39	18:06:22.411 -> pH: 6.64
16:46:33.222 -> pH: 6.31	16:59:07.648 -> pH: 6.36	18:06:24.404 -> pH: 6.65
16:46:35.231 -> pH: 6.30	16:59:12.654 -> pH: 6.35	18:06:26.433 -> pH: 6.65
16:46:37.230 -> pH: 6.28	16:59:17.664 -> pH: 6.39	18:06:28.403 -> pH: 6.64

pHS1  $\bar{X}$  = 6.29

pHS2  $\bar{X}$  = 6.37

pHS3  $\bar{X}$  = 6.65

## pH del agua

16:49:27.067 -> pH: 7.09	17:01:53.755 -> pH: 6.95	18:14:20.029 -> pH: 6.51
16:49:29.074 -> pH: 7.10	17:01:58.747 -> pH: 6.95	18:14:22.021 -> pH: 6.56
16:49:31.073 -> pH: 7.09	17:02:03.765 -> pH: 6.94	18:14:24.046 -> pH: 6.57
16:49:33.072 -> pH: 7.09	17:02:08.750 -> pH: 6.95	18:14:26.048 -> pH: 6.62
16:49:35.069 -> pH: 7.10	17:02:13.755 -> pH: 6.95	18:14:28.047 -> pH: 6.88
16:49:37.065 -> pH: 7.09	17:02:18.749 -> pH: 6.95	18:14:30.044 -> pH: 6.61
16:49:39.058 -> pH: 7.09	17:02:23.729 -> pH: 6.95	18:14:32.036 -> pH: 6.49
16:49:41.055 -> pH: 7.10	17:02:28.745 -> pH: 6.95	18:14:34.037 -> pH: 6.27
16:49:43.057 -> pH: 7.09	17:02:33.725 -> pH: 6.95	18:14:36.035 -> pH: 6.39
16:49:45.056 -> pH: 7.10	17:02:38.724 -> pH: 6.95	18:14:38.028 -> pH: 6.47
16:49:47.061 -> pH: 7.10	17:02:43.707 -> pH: 6.95	18:14:40.022 -> pH: 6.51
16:49:49.061 -> pH: 7.12	17:02:48.697 -> pH: 6.95	18:14:42.023 -> pH: 6.50
16:49:51.060 -> pH: 7.12	17:02:53.699 -> pH: 6.95	18:14:44.021 -> pH: 6.51
16:49:53.059 -> pH: 7.12	17:02:58.687 -> pH: 6.95	18:14:46.028 -> pH: 6.51
16:49:55.057 -> pH: 7.10	17:03:03.696 -> pH: 6.97	18:14:48.000 -> pH: 6.54

pHA1  $\bar{X}$ = 7.10

pHA2  $\bar{X}$ = 6.95

pHA3  $\bar{X}$ = 6.53

## Finca 3

- Productor: Vidal Abrego
- Lugar: Los Mameyes, Potrerillos
- Comercialización: Supermercado el Rey, Super Xtra, entre otros
- Área de Siembra: 5 hectáreas
- Altura: 1200msnm
- Fecha: 22 de agosto / 29 de agosto / 5 de septiembre
- Hora: 9:30 a.m. / 10:00 a.m. / 10:00 a.m.

## Temperatura y humedad relativa del ambiente

	10:01:46.805 ->	10:20:24.267 ->
	10:01:46.839 -> Temperatura (°C): 24.90	10:20:24.301 -> Temperatura (°C): 22.80
	10:01:46.873 -> Humedad (%): 67.00	10:20:24.335 -> Humedad (%): 80.00
	10:02:01.823 ->	10:20:29.316 ->
	10:02:01.858 -> Temperatura (°C): 24.80	10:20:29.316 -> Temperatura (°C): 22.80
	10:02:01.858 -> Humedad (%): 67.00	10:20:29.349 -> Humedad (%): 80.00
09:52:47.113 ->	10:02:16.842 ->	10:20:34.305 ->
09:52:47.272 -> Temperatura (°C): 26.40	10:02:16.842 -> Temperatura (°C): 24.80	10:20:34.340 -> Temperatura (°C): 22.80
09:52:47.272 -> Humedad (%): 66.00	10:02:16.876 -> Humedad (%): 66.00	10:20:34.373 -> Humedad (%): 80.00
09:53:47.068 ->	10:02:31.823 ->	10:20:39.330 ->
09:53:47.102 -> Temperatura (°C): 26.40	10:02:31.857 -> Temperatura (°C): 24.70	10:20:39.363 -> Temperatura (°C): 22.80
09:53:47.136 -> Humedad (%): 66.00	10:02:31.891 -> Humedad (%): 66.00	10:20:39.397 -> Humedad (%): 80.00
09:54:47.041 ->	10:02:46.849 ->	10:20:44.375 ->
09:54:47.075 -> Temperatura (°C): 26.50	10:02:46.888 -> Temperatura (°C): 24.70	10:20:44.375 -> Temperatura (°C): 22.70
09:54:47.109 -> Humedad (%): 68.00	10:02:46.888 -> Humedad (%): 67.00	10:20:44.409 -> Humedad (%): 80.00

Temp1  $\bar{X}$ = 26.43

Temp2  $\bar{X}$ = 24.78

Temp3  $\bar{X}$ = 22.78

HR1  $\bar{X}$ = 66.66

HR2  $\bar{X}$ = 66.60

HR3  $\bar{X}$ = 80.00

## Luminosidad del área sembrada

10:06:31.436 -> LDR: 29 Porcentaje: 97%	10:24:03.644 -> LDR: 24 Porcentaje: 97%
10:06:46.445 -> LDR: 30 Porcentaje: 97%	10:24:08.653 -> LDR: 25 Porcentaje: 97%
10:07:01.428 -> LDR: 30 Porcentaje: 97%	10:24:13.646 -> LDR: 25 Porcentaje: 97%
10:07:16.400 -> LDR: 30 Porcentaje: 97%	10:24:18.647 -> LDR: 26 Porcentaje: 97%
10:07:31.376 -> LDR: 30 Porcentaje: 97%	10:24:23.633 -> LDR: 25 Porcentaje: 97%
10:07:46.374 -> LDR: 29 Porcentaje: 97%	10:24:28.638 -> LDR: 25 Porcentaje: 97%
10:08:01.344 -> LDR: 29 Porcentaje: 97%	10:24:33.605 -> LDR: 26 Porcentaje: 97%
10:08:16.349 -> LDR: 13 Porcentaje: 98%	10:24:38.604 -> LDR: 25 Porcentaje: 97%
10:08:31.318 -> LDR: 16 Porcentaje: 98%	10:24:43.596 -> LDR: 26 Porcentaje: 97%
10:08:46.298 -> LDR: 16 Porcentaje: 98%	10:24:48.593 -> LDR: 26 Porcentaje: 97%
10:09:01.306 -> LDR: 16 Porcentaje: 98%	10:24:53.605 -> LDR: 26 Porcentaje: 97%
10:09:16.275 -> LDR: 18 Porcentaje: 98%	10:24:58.600 -> LDR: 26 Porcentaje: 97%
10:09:31.249 -> LDR: 17 Porcentaje: 98%	10:25:03.605 -> LDR: 26 Porcentaje: 97%
09:57:14.947 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%	10:25:08.589 -> LDR: 27 Porcentaje: 97%
09:58:14.867 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%	10:25:13.567 -> LDR: 27 Porcentaje: 97%
10:10:01.232 -> LDR: 17 Porcentaje: 98%	

Lum1  $\bar{X}$  = 97.00

Lum2  $\bar{X}$  = 97.53

Lum3  $\bar{X}$  = 97.00

## Humedad del suelo

10:13:37.320 -> Hum. del suelo: 197 Porcentaje: 80%	10:29:39.229 -> Hum. del suelo: 251 Porcentaje: 75%
10:13:42.318 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	10:29:44.230 -> Hum. del suelo: 251 Porcentaje: 75%
10:13:47.294 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	10:29:49.211 -> Hum. del suelo: 250 Porcentaje: 75%
10:13:52.312 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	10:29:54.210 -> Hum. del suelo: 250 Porcentaje: 75%
10:13:57.305 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	10:29:59.200 -> Hum. del suelo: 249 Porcentaje: 75%
10:14:07.141 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	10:30:04.191 -> Hum. del suelo: 248 Porcentaje: 75%
10:14:12.150 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	10:30:09.206 -> Hum. del suelo: 248 Porcentaje: 75%
10:14:17.129 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	10:30:14.197 -> Hum. del suelo: 248 Porcentaje: 75%
10:14:22.149 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	10:30:19.189 -> Hum. del suelo: 247 Porcentaje: 75%
10:14:27.123 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	10:30:24.189 -> Hum. del suelo: 246 Porcentaje: 75%
10:14:32.144 -> Hum. del suelo: 195 Porcentaje: 80%	10:30:29.186 -> Hum. del suelo: 246 Porcentaje: 75%
10:14:37.123 -> Hum. del suelo: 195 Porcentaje: 80%	10:30:34.180 -> Hum. del suelo: 246 Porcentaje: 75%
10:17:28.187 -> Hum. del suelo: 251 Porcentaje: 75%	10:30:39.182 -> Hum. del suelo: 246 Porcentaje: 75%
10:18:28.153 -> Hum. del suelo: 226 Porcentaje: 77%	10:30:44.171 -> Hum. del suelo: 246 Porcentaje: 75%
10:19:28.084 -> Hum. del suelo: 226 Porcentaje: 77%	10:30:49.172 -> Hum. del suelo: 246 Porcentaje: 75%
10:14:42.130 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	
10:14:47.112 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	
10:14:52.125 -> Hum. del suelo: 196 Porcentaje: 80%	

HumS1  $\bar{X}$  = 76.33

HumS2  $\bar{X}$  = 80.00

HumS3  $\bar{X}$  = 75.00

## pH del suelo

10:08:22.230 -> pH: 6.16	10:21:32.948 -> pH: 6.43	10:44:18.330 -> pH: 5.72
10:08:24.221 -> pH: 6.16	10:21:37.954 -> pH: 6.43	10:44:23.335 -> pH: 5.73
10:08:26.215 -> pH: 6.16	10:21:42.960 -> pH: 6.43	10:44:28.326 -> pH: 5.73
10:08:28.208 -> pH: 6.14	10:21:47.942 -> pH: 6.42	10:44:33.340 -> pH: 5.73
10:08:30.205 -> pH: 6.14	10:21:52.950 -> pH: 6.40	10:44:38.315 -> pH: 5.73
10:08:32.209 -> pH: 6.16	10:21:57.946 -> pH: 6.42	10:44:43.304 -> pH: 5.72
10:08:34.207 -> pH: 6.13	10:22:02.929 -> pH: 6.40	10:44:48.326 -> pH: 5.73
10:08:36.211 -> pH: 6.13	10:22:07.919 -> pH: 6.40	10:44:53.314 -> pH: 5.73
10:08:38.211 -> pH: 6.14	10:22:12.923 -> pH: 6.40	10:44:58.296 -> pH: 5.73
10:08:40.208 -> pH: 6.14	10:22:17.914 -> pH: 6.40	10:45:03.295 -> pH: 5.73
10:08:42.209 -> pH: 6.14	10:22:22.896 -> pH: 6.40	10:45:08.290 -> pH: 5.75
10:08:44.204 -> pH: 6.13	10:22:27.916 -> pH: 6.40	10:45:13.278 -> pH: 5.72
10:08:46.203 -> pH: 6.14	10:22:32.883 -> pH: 6.40	10:45:18.280 -> pH: 5.72
10:08:48.194 -> pH: 6.14	10:22:37.899 -> pH: 6.38	10:45:23.265 -> pH: 5.73
10:08:50.185 -> pH: 6.12	10:22:42.897 -> pH: 6.40	10:45:28.276 -> pH: 5.75

pHS1  $\bar{X}$  = 6.14

pHS2  $\bar{X}$  = 6.41

pHS3  $\bar{X}$  = 5.73



## pH del agua

10:13:26.681 -> pH: 6.97	10:30:23.713 -> pH: 7.21	10:56:33.354 -> pH: 7.03
10:13:28.672 -> pH: 6.97	10:30:28.722 -> pH: 7.21	10:56:35.357 -> pH: 7.02
10:13:30.673 -> pH: 6.97	10:30:33.720 -> pH: 7.20	10:56:37.355 -> pH: 7.02
10:13:32.665 -> pH: 6.98	10:30:38.704 -> pH: 7.24	10:56:39.375 -> pH: 7.02
10:13:34.655 -> pH: 7.03	10:30:43.689 -> pH: 7.23	10:56:41.346 -> pH: 7.02
10:13:36.650 -> pH: 7.05	10:30:48.713 -> pH: 7.23	10:56:43.348 -> pH: 7.02
10:13:38.646 -> pH: 7.02	10:30:53.682 -> pH: 7.21	10:56:45.348 -> pH: 7.02
10:13:40.666 -> pH: 7.05	10:30:58.676 -> pH: 7.23	10:56:47.352 -> pH: 7.02
10:13:42.654 -> pH: 7.03	10:31:03.675 -> pH: 7.24	10:56:49.356 -> pH: 7.02
10:13:44.643 -> pH: 7.02	10:31:08.664 -> pH: 7.21	10:56:51.333 -> pH: 7.02
10:13:46.640 -> pH: 7.02	10:31:13.660 -> pH: 7.24	10:56:53.342 -> pH: 7.02
10:13:48.635 -> pH: 7.03	10:31:18.672 -> pH: 7.23	10:56:55.339 -> pH: 7.02
10:13:50.636 -> pH: 7.01	10:31:23.671 -> pH: 7.23	10:56:57.345 -> pH: 7.02
10:13:52.635 -> pH: 7.03	10:31:28.653 -> pH: 7.21	10:56:59.341 -> pH: 7.02
10:13:54.629 -> pH: 7.01	10:31:33.660 -> pH: 7.23	10:57:01.346 -> pH: 7.02

pHA1  $\bar{X}$  = 7.01      pHA2  $\bar{X}$  = 7.22      pHA3  $\bar{X}$  = 7.02

## Finca 4

- Productor: Jaime Espinoza
- Lugar: Potrerillos Arriba
- Comercialización: Merca Panamá
- Área de siembra: 2 hectáreas en invernadero
- Altura: 1050msnm
- Fechas: 22 de agosto / 29 de agosto / 5 de septiembre
- Hora: 10:30 a.m. / 11:00 a.m. / 11:00 a.m.

## Temperatura y humedad relativa

10:48:47.512 ->	11:12:56.876 ->	11:29:33.760 ->
10:48:47.545 -> Temperatura (°C): 27.70	11:12:56.876 -> Temperatura (°C): 35.70	11:29:33.793 -> Temperatura (°C): 27.80
10:48:47.580 -> Humedad (%): 70.00	11:12:56.910 -> Humedad (%): 47.00	11:29:33.827 -> Humedad (%): 68.00
10:49:02.522 ->	11:13:01.902 ->	11:29:38.786 ->
10:49:02.556 -> Temperatura (°C): 27.90	11:13:01.902 -> Temperatura (°C): 35.70	11:29:38.820 -> Temperatura (°C): 27.80
10:49:02.588 -> Humedad (%): 69.00	11:13:01.937 -> Humedad (%): 46.00	11:29:38.854 -> Humedad (%): 67.00
10:49:17.528 ->	11:13:06.897 ->	11:29:43.818 ->
10:49:17.564 -> Temperatura (°C): 28.10	11:13:06.932 -> Temperatura (°C): 35.80	11:29:43.848 -> Temperatura (°C): 27.90
10:49:17.598 -> Humedad (%): 69.00	11:13:06.966 -> Humedad (%): 46.00	11:29:43.882 -> Humedad (%): 67.00
10:49:32.542 ->	11:13:11.932 ->	11:29:48.854 ->
10:49:32.577 -> Temperatura (°C): 28.30	11:13:11.967 -> Temperatura (°C): 35.80	11:29:48.884 -> Temperatura (°C): 27.90
10:49:32.611 -> Humedad (%): 68.00	11:13:11.967 -> Humedad (%): 46.00	11:29:48.888 -> Humedad (%): 66.00
10:49:47.553 ->	11:13:16.940 ->	11:29:53.843 ->
10:49:47.591 -> Temperatura (°C): 28.60	11:13:16.975 -> Temperatura (°C): 35.80	11:29:53.877 -> Temperatura (°C): 27.90
10:49:47.621 -> Humedad (%): 68.00	11:13:17.008 -> Humedad (%): 46.00	11:29:53.912 -> Humedad (%): 66.00

Temp1  $\bar{X}$  = 27.92

Temp2  $\bar{X}$  = 35.76

Temp3  $\bar{X}$  = 27.86

HR1  $\bar{X}$  = 68.60

HR2  $\bar{X}$  = 46.20

HR3  $\bar{X}$  = 66.80

## Luminosidad del área sembrada

	11:15:32.663 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:34:32.071 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%
	11:15:43.443 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:34:37.053 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%
	11:15:48.440 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:34:42.042 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%
	11:15:53.451 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:34:47.056 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%
	11:15:58.452 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:34:52.041 -> LDR: 23 Porcentaje: 97%
	11:16:03.431 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:34:57.043 -> LDR: 23 Porcentaje: 97%
	11:16:08.433 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:35:02.042 -> LDR: 23 Porcentaje: 97%
	11:16:13.447 -> LDR: 14 Porcentaje: 98%	11:35:07.043 -> LDR: 23 Porcentaje: 97%
	11:16:18.435 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:35:12.030 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%
	11:16:23.419 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:35:17.031 -> LDR: 23 Porcentaje: 97%
10:51:37.010 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	11:16:28.431 -> LDR: 16 Porcentaje: 98%	11:35:22.035 -> LDR: 23 Porcentaje: 97%
10:52:07.025 -> LDR: 20 Porcentaje: 98%	11:16:33.401 -> LDR: 16 Porcentaje: 98%	11:35:27.019 -> LDR: 23 Porcentaje: 97%
10:52:12.036 -> LDR: 20 Porcentaje: 98%	11:16:38.409 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:35:31.996 -> LDR: 23 Porcentaje: 97%
10:52:17.022 -> LDR: 20 Porcentaje: 98%	11:16:43.416 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:35:36.999 -> LDR: 23 Porcentaje: 97%
10:52:22.033 -> LDR: 20 Porcentaje: 98%	11:16:48.390 -> LDR: 15 Porcentaje: 98%	11:35:41.994 -> LDR: 56 Porcentaje: 94%

Lum1  $\bar{X}$  = 97.80

Lum2  $\bar{X}$  = 98.00

Lum3  $\bar{X}$  = 96.80

## Humedad del suelo

	11:19:57.115 -> Hum. del suelo: 475 Porcentaje: 53%	11:38:54.466 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
	11:20:02.100 -> Hum. del suelo: 476 Porcentaje: 53%	11:38:59.484 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
	11:20:07.096 -> Hum. del suelo: 476 Porcentaje: 53%	11:39:04.469 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:54:50.623 -> Hum. del suelo: 462 Porcentaje: 54%	11:20:12.098 -> Hum. del suelo: 476 Porcentaje: 53%	11:39:09.490 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:55:19.117 -> Hum. del suelo: 468 Porcentaje: 54%	11:20:17.106 -> Hum. del suelo: 476 Porcentaje: 53%	11:39:14.497 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:55:24.120 -> Hum. del suelo: 468 Porcentaje: 54%	11:20:22.102 -> Hum. del suelo: 476 Porcentaje: 53%	11:39:19.474 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:55:29.097 -> Hum. del suelo: 468 Porcentaje: 54%	11:20:27.094 -> Hum. del suelo: 477 Porcentaje: 53%	11:39:24.483 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:55:34.091 -> Hum. del suelo: 468 Porcentaje: 54%	11:20:32.068 -> Hum. del suelo: 477 Porcentaje: 53%	11:39:29.468 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:55:39.094 -> Hum. del suelo: 468 Porcentaje: 54%	11:20:37.074 -> Hum. del suelo: 476 Porcentaje: 53%	11:39:34.468 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:55:44.086 -> Hum. del suelo: 469 Porcentaje: 54%	11:20:42.062 -> Hum. del suelo: 476 Porcentaje: 53%	11:39:39.472 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:55:49.096 -> Hum. del suelo: 469 Porcentaje: 54%	11:20:47.054 -> Hum. del suelo: 477 Porcentaje: 53%	11:39:44.471 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:55:54.090 -> Hum. del suelo: 469 Porcentaje: 54%	11:20:52.060 -> Hum. del suelo: 477 Porcentaje: 53%	11:39:49.452 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:55:59.068 -> Hum. del suelo: 470 Porcentaje: 54%	11:20:57.059 -> Hum. del suelo: 477 Porcentaje: 53%	11:39:54.438 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:56:04.073 -> Hum. del suelo: 470 Porcentaje: 54%	11:21:02.068 -> Hum. del suelo: 477 Porcentaje: 53%	11:39:59.452 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%
10:56:09.052 -> Hum. del suelo: 470 Porcentaje: 54%	11:21:07.065 -> Hum. del suelo: 477 Porcentaje: 53%	11:40:04.428 -> Hum. del suelo: 319 Porcentaje: 68%

HumS1  $\bar{X}$  = 54.00

HumS2  $\bar{X}$  = 53.00

HumS3  $\bar{X}$  = 68.00

## pH del suelo

11:06:28.540 -> pH: 6.62	11:29:20.562 -> pH: 6.82	11:48:25.666 -> pH: 6.95
11:06:30.540 -> pH: 6.61	11:29:25.576 -> pH: 6.83	11:48:27.667 -> pH: 6.95
11:06:32.539 -> pH: 6.62	11:29:30.585 -> pH: 6.84	11:48:29.666 -> pH: 6.94
11:06:34.545 -> pH: 6.61	11:29:35.553 -> pH: 6.83	11:48:31.664 -> pH: 6.95
11:06:36.543 -> pH: 6.61	11:29:40.561 -> pH: 6.83	11:48:33.666 -> pH: 6.95
11:06:38.558 -> pH: 6.61	11:29:45.542 -> pH: 6.83	11:48:35.664 -> pH: 6.94
11:06:40.534 -> pH: 6.61	11:29:50.554 -> pH: 6.83	11:48:37.656 -> pH: 6.94
11:06:42.549 -> pH: 6.61	11:29:55.534 -> pH: 6.82	11:48:39.655 -> pH: 6.94
11:06:44.546 -> pH: 6.61	11:30:00.553 -> pH: 6.83	11:48:41.645 -> pH: 6.94
11:06:46.546 -> pH: 6.61	11:30:05.529 -> pH: 6.83	11:48:43.642 -> pH: 6.94
11:06:48.522 -> pH: 6.60	11:30:10.541 -> pH: 6.82	11:48:45.648 -> pH: 6.94
11:06:50.524 -> pH: 6.61	11:30:15.508 -> pH: 6.82	11:48:47.662 -> pH: 6.95
11:06:52.528 -> pH: 6.61	11:30:20.515 -> pH: 6.83	11:48:49.634 -> pH: 6.94
11:06:54.526 -> pH: 6.61	11:30:25.502 -> pH: 6.83	11:48:51.637 -> pH: 6.94
11:06:56.519 -> pH: 6.61	11:30:30.499 -> pH: 6.83	11:48:53.638 -> pH: 6.95

pHS1  $\bar{X}$  = 6.61

pHS2  $\bar{X}$  = 6.83

pHS3  $\bar{X}$  = 6.94

## pH del agua

11:10:31.059 -> pH: 7.02	11:29:20.562 -> pH: 6.82	11:48:25.666 -> pH: 6.95
11:10:33.050 -> pH: 7.01	11:29:25.576 -> pH: 6.83	11:48:27.667 -> pH: 6.95
11:10:35.045 -> pH: 7.01	11:29:30.585 -> pH: 6.84	11:48:29.666 -> pH: 6.94
11:10:37.037 -> pH: 7.01	11:29:35.553 -> pH: 6.83	11:48:31.664 -> pH: 6.95
11:10:39.047 -> pH: 7.02	11:29:40.561 -> pH: 6.83	11:48:33.666 -> pH: 6.95
11:10:41.030 -> pH: 7.02	11:29:45.542 -> pH: 6.83	11:48:35.664 -> pH: 6.94
11:10:43.024 -> pH: 7.02	11:29:50.554 -> pH: 6.83	11:48:37.656 -> pH: 6.94
11:10:45.039 -> pH: 7.02	11:29:55.534 -> pH: 6.82	11:48:39.655 -> pH: 6.94
11:10:47.043 -> pH: 7.01	11:30:00.553 -> pH: 6.83	11:48:41.645 -> pH: 6.94
11:10:49.022 -> pH: 7.02	11:30:05.529 -> pH: 6.83	11:48:43.642 -> pH: 6.94
11:10:51.045 -> pH: 7.02	11:30:10.541 -> pH: 6.82	11:48:45.648 -> pH: 6.94
11:10:53.039 -> pH: 7.03	11:30:15.508 -> pH: 6.82	11:48:47.662 -> pH: 6.95
11:10:55.024 -> pH: 7.02	11:30:20.515 -> pH: 6.83	11:48:49.634 -> pH: 6.94
11:10:57.024 -> pH: 7.02	11:30:25.502 -> pH: 6.83	11:48:51.637 -> pH: 6.94
11:10:59.020 -> pH: 7.02	11:30:30.499 -> pH: 6.83	11:48:53.630 -> pH: 6.95

$$\text{pHA1 } \bar{X} = 7.02 \quad \text{pHA2 } \bar{X} = 6.83 \quad \text{pHA3 } \bar{X} = 6.95$$

## Finca 5

- Productor: Jesús Caballero
- Lugar: Cordillera
- Comercialización: Intermediarios viajeros a Merca Panamá
- Área de siembra: ½ hectárea
- Altura: 1200msnm
- Fecha: 22 de agosto / 29 de agosto / 5 de septiembre
- Hora: 3:00 p.m. / 4:00 p.m. / 3:00 p.m.

## Temperatura y humedad relativa

15:23:57.033 ->	16:24:55.542 ->	15:19:19.201 ->
15:23:57.068 -> Temperatura (°C): 27.60	16:24:55.542 -> Temperatura (°C): 26.40	15:19:19.237 -> Temperatura (°C): 28.80
15:23:57.101 -> Humedad (%): 67.00	16:24:55.576 -> Humedad (%): 69.00	15:19:19.269 -> Humedad (%): 61.00
15:24:02.057 ->	16:25:00.541 ->	15:19:24.226 ->
15:24:02.092 -> Temperatura (°C): 27.60	16:25:00.575 -> Temperatura (°C): 26.40	15:19:24.261 -> Temperatura (°C): 28.60
15:24:02.125 -> Humedad (%): 67.00	16:25:00.609 -> Humedad (%): 69.00	15:19:24.294 -> Humedad (%): 61.00
15:24:07.079 ->	16:25:05.584 ->	15:19:29.250 ->
15:24:07.113 -> Temperatura (°C): 27.60	16:25:05.584 -> Temperatura (°C): 26.40	15:19:29.284 -> Temperatura (°C): 28.40
15:24:07.148 -> Humedad (%): 67.00	16:25:05.618 -> Humedad (%): 69.00	15:19:29.319 -> Humedad (%): 62.00
15:24:12.085 ->	16:25:10.601 ->	15:19:34.293 ->
15:24:12.119 -> Temperatura (°C): 27.70	16:25:10.601 -> Temperatura (°C): 26.30	15:19:34.293 -> Temperatura (°C): 28.20
15:24:12.154 -> Humedad (%): 67.00	16:25:10.647 -> Humedad (%): 69.00	15:19:34.327 -> Humedad (%): 63.00
15:24:17.137 ->	16:25:15.609 ->	15:19:39.293 ->
15:24:17.137 -> Temperatura (°C): 27.70	16:25:15.646 -> Temperatura (°C): 26.30	15:19:39.327 -> Temperatura (°C): 28.10
15:24:17.171 -> Humedad (%): 67.00	16:25:15.680 -> Humedad (%): 69.00	15:19:39.362 -> Humedad (%): 63.00

$$\text{Temp1 } \bar{X} = 27.64$$

$$\text{Temp2 } \bar{X} = 26.36$$

$$\text{Temp3 } \bar{X} = 28.42$$

$$\text{HR1 } \bar{X} = 67.00$$

$$\text{HR2 } \bar{X} = 69.00$$

$$\text{HR3 } \bar{X} = 62.00$$

## Luminosidad del área sembrada

15:28:38.780 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:06.429 -> LDR: 45 Porcentaje: 95%	15:21:28.533 -> LDR: 39 Porcentaje: 96%
15:28:43.775 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:11.449 -> LDR: 45 Porcentaje: 95%	15:21:33.515 -> LDR: 57 Porcentaje: 94%
15:28:48.778 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:16.419 -> LDR: 45 Porcentaje: 95%	15:21:38.519 -> LDR: 56 Porcentaje: 94%
15:28:53.747 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:21.435 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:21:43.523 -> LDR: 55 Porcentaje: 94%
15:28:58.767 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:26.415 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:21:48.489 -> LDR: 54 Porcentaje: 94%
15:29:03.765 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:31.433 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:21:53.518 -> LDR: 63 Porcentaje: 93%
15:29:08.745 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:36.424 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:21:58.493 -> LDR: 63 Porcentaje: 93%
15:29:13.741 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:41.402 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:22:03.489 -> LDR: 65 Porcentaje: 93%
15:29:18.744 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:46.404 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:22:08.502 -> LDR: 64 Porcentaje: 93%
15:29:23.717 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:30:51.395 -> LDR: 43 Porcentaje: 95%	15:22:13.484 -> LDR: 62 Porcentaje: 93%
15:29:28.720 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%	16:30:56.390 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:22:18.488 -> LDR: 64 Porcentaje: 93%
15:29:33.714 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%	16:31:01.403 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:22:23.459 -> LDR: 67 Porcentaje: 93%
15:29:38.710 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:31:06.376 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:22:28.479 -> LDR: 66 Porcentaje: 93%
15:29:43.714 -> LDR: 22 Porcentaje: 97%	16:31:11.382 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:22:33.477 -> LDR: 66 Porcentaje: 93%
15:29:48.713 -> LDR: 21 Porcentaje: 97%	16:31:16.361 -> LDR: 44 Porcentaje: 95%	15:22:38.464 -> LDR: 69 Porcentaje: 93%

Lum1  $\bar{X}$  = 97.00

Lum2  $\bar{X}$  = 95.00

Lum3  $\bar{X}$  = 93.00

## Humedad del suelo

	16:34:48.826 -> Hum. del suelo: 200 Porcentaje: 80%	15:24:35.101 -> Hum. del suelo: 337 Porcentaje: 67%
	16:34:53.807 -> Hum. del suelo: 207 Porcentaje: 79%	15:24:40.096 -> Hum. del suelo: 692 Porcentaje: 32%
	16:34:58.796 -> Hum. del suelo: 211 Porcentaje: 79%	15:24:45.111 -> Hum. del suelo: 701 Porcentaje: 31%
	16:35:03.792 -> Hum. del suelo: 214 Porcentaje: 79%	15:24:50.085 -> Hum. del suelo: 701 Porcentaje: 31%
15:50:04.581 -> Hum. del suelo: 310 Porcentaje: 69%	16:35:08.774 -> Hum. del suelo: 217 Porcentaje: 78%	15:24:55.103 -> Hum. del suelo: 694 Porcentaje: 32%
15:50:21.943 -> Hum. del suelo: 305 Porcentaje: 70%	16:35:13.776 -> Hum. del suelo: 216 Porcentaje: 78%	15:25:00.096 -> Hum. del suelo: 695 Porcentaje: 32%
15:50:28.581 -> Hum. del suelo: 303 Porcentaje: 70%	16:35:18.795 -> Hum. del suelo: 215 Porcentaje: 78%	15:25:05.099 -> Hum. del suelo: 696 Porcentaje: 31%
15:50:33.574 -> Hum. del suelo: 302 Porcentaje: 70%	16:35:23.776 -> Hum. del suelo: 216 Porcentaje: 78%	15:25:10.072 -> Hum. del suelo: 639 Porcentaje: 37%
15:50:38.588 -> Hum. del suelo: 300 Porcentaje: 70%	16:35:28.761 -> Hum. del suelo: 211 Porcentaje: 79%	15:25:15.085 -> Hum. del suelo: 637 Porcentaje: 37%
15:50:43.578 -> Hum. del suelo: 298 Porcentaje: 70%	16:35:33.763 -> Hum. del suelo: 216 Porcentaje: 78%	15:25:20.055 -> Hum. del suelo: 635 Porcentaje: 37%
15:50:48.567 -> Hum. del suelo: 297 Porcentaje: 70%	16:35:38.776 -> Hum. del suelo: 216 Porcentaje: 78%	15:25:25.064 -> Hum. del suelo: 633 Porcentaje: 38%
15:50:53.573 -> Hum. del suelo: 295 Porcentaje: 71%	16:35:43.749 -> Hum. del suelo: 215 Porcentaje: 78%	15:25:30.067 -> Hum. del suelo: 632 Porcentaje: 38%
15:50:58.570 -> Hum. del suelo: 294 Porcentaje: 71%	16:35:48.746 -> Hum. del suelo: 214 Porcentaje: 79%	15:25:35.043 -> Hum. del suelo: 631 Porcentaje: 38%
15:51:03.553 -> Hum. del suelo: 293 Porcentaje: 71%	16:35:53.741 -> Hum. del suelo: 214 Porcentaje: 79%	15:25:40.061 -> Hum. del suelo: 631 Porcentaje: 38%
15:51:08.564 -> Hum. del suelo: 292 Porcentaje: 71%	16:35:58.730 -> Hum. del suelo: 213 Porcentaje: 79%	15:25:45.033 -> Hum. del suelo: 630 Porcentaje: 38%

HumS1  $\bar{X}$  = 70.27

HumS2  $\bar{X}$  = 78.60

HumS3  $\bar{X}$  = 37.13

## pH del suelo

15:39:58.774 -> pH: 7.01	16:43:58.636 -> pH: 6.97	17:10:15.303 -> pH: 6.30
15:40:00.781 -> pH: 7.01	16:44:03.619 -> pH: 6.97	17:10:17.309 -> pH: 6.30
15:40:02.790 -> pH: 7.01	16:44:08.615 -> pH: 6.97	17:10:19.304 -> pH: 6.31
15:40:04.767 -> pH: 6.99	16:44:13.615 -> pH: 6.97	17:10:21.308 -> pH: 6.30
15:40:06.757 -> pH: 6.99	16:44:18.618 -> pH: 6.97	17:10:23.305 -> pH: 6.31
15:40:08.772 -> pH: 6.99	16:44:23.588 -> pH: 6.97	17:10:25.305 -> pH: 6.31
15:40:10.768 -> pH: 6.99	16:44:28.600 -> pH: 6.97	17:10:27.305 -> pH: 6.31
15:40:12.755 -> pH: 6.99	16:44:33.586 -> pH: 6.97	17:10:29.301 -> pH: 6.31
15:40:14.751 -> pH: 6.99	16:44:38.588 -> pH: 6.97	17:10:31.295 -> pH: 6.31
15:40:16.754 -> pH: 6.99	16:44:43.567 -> pH: 6.97	17:10:33.291 -> pH: 6.32
15:40:18.748 -> pH: 6.99	16:44:48.574 -> pH: 6.97	17:10:35.294 -> pH: 6.30
15:40:20.747 -> pH: 7.01	16:44:53.584 -> pH: 6.97	17:10:37.300 -> pH: 6.31
15:40:22.769 -> pH: 7.01	16:44:58.574 -> pH: 6.97	17:10:39.307 -> pH: 6.32
15:40:24.745 -> pH: 7.01	16:45:03.561 -> pH: 6.97	17:10:41.310 -> pH: 6.30
15:40:26.752 -> pH: 6.99	16:45:08.567 -> pH: 6.95	17:10:43.285 -> pH: 6.32

pHS1  $\bar{X}$  = 7.00

pHS2  $\bar{X}$  = 6.97

pHS3  $\bar{X}$  = 6.31

## pH del agua

16:08:13.859 -> pH: 7.05	17:11:34.506 -> pH: 7.75	17:18:44.924 -> pH: 6.68
16:08:15.856 -> pH: 7.05	17:11:39.496 -> pH: 7.76	17:18:46.920 -> pH: 6.69
16:08:17.851 -> pH: 7.05	17:11:44.489 -> pH: 7.73	17:18:48.899 -> pH: 6.68
16:08:19.856 -> pH: 7.05	17:11:49.474 -> pH: 7.75	17:18:50.915 -> pH: 6.68
16:08:21.836 -> pH: 7.03	17:11:54.495 -> pH: 7.76	17:18:52.920 -> pH: 6.69
16:08:23.846 -> pH: 7.05	17:11:59.462 -> pH: 7.73	17:18:54.895 -> pH: 6.69
16:08:25.853 -> pH: 7.06	17:12:04.485 -> pH: 7.73	17:18:56.902 -> pH: 6.68
16:08:27.832 -> pH: 7.06	17:12:09.477 -> pH: 7.75	17:18:58.909 -> pH: 6.69
16:08:29.841 -> pH: 7.06	17:12:14.458 -> pH: 7.73	17:19:00.915 -> pH: 6.69
16:08:31.818 -> pH: 7.08	17:12:19.454 -> pH: 7.73	17:19:02.887 -> pH: 6.71
16:08:33.820 -> pH: 7.06	17:12:24.469 -> pH: 7.75	17:19:04.888 -> pH: 6.71
16:08:35.818 -> pH: 7.06	17:12:29.465 -> pH: 7.73	17:19:06.899 -> pH: 6.69
16:08:37.815 -> pH: 7.08	17:12:34.445 -> pH: 7.75	17:19:08.904 -> pH: 6.69
16:08:39.836 -> pH: 7.08	17:12:39.430 -> pH: 7.75	17:19:10.893 -> pH: 6.71
16:08:41.836 -> pH: 7.08	17:12:44.450 -> pH: 7.75	17:19:12.891 -> pH: 6.69

pHA1  $\bar{X}$ = 7.06      pHA2  $\bar{X}$ = 7.74      pHA3  $\bar{X}$ = 6.69

## Tabla de datos

Resultados del muestreo de indicadores realizado en cada finca											
Detalles	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4	Finca 5	Total	N	Media	Desvest	Max	Min
Temp1 $\bar{X}$	27.60	29.46	26.43	27.92	27.64	139.05	5.00	27.81	1.09	29.46	26.43
Temp2 $\bar{X}$	29.16	24.50	24.78	35.76	26.36	140.56	5.00	28.11	4.66	35.76	24.50
Temp3 $\bar{X}$	31.94	29.50	22.78	27.86	28.42	140.50	5.00	28.10	3.36	31.94	22.78
HR1 $\bar{X}$	54.66	80.20	66.66	68.60	67.00	337.12	5.00	67.42	9.06	80.20	54.66
HR2 $\bar{X}$	37.80	92.00	66.60	46.20	69.00	311.60	5.00	62.32	21.24	92.00	37.80
HR3 $\bar{X}$	35.40	78.00	80.00	66.80	62.00	322.20	5.00	64.44	17.89	80.00	35.40
Lum1 $\bar{X}$	98.00	89.33	97.00	97.80	97.00	479.13	5.00	95.83	3.66	98.00	89.33
Lum2 $\bar{X}$	99.00	96.80	97.53	98.00	95.00	486.33	5.00	97.27	1.50	99.00	95.00
Lum3 $\bar{X}$	99.00	72.93	97.00	96.80	93.00	458.73	5.00	91.75	10.74	99.00	72.93
HumS1 $\bar{X}$	70.00	29.66	76.33	54.00	70.27	300.26	5.00	60.05	18.90	76.33	29.66
HumS2 $\bar{X}$	61.00	24.06	80.00	53.00	78.60	296.66	5.00	59.33	22.83	80.00	24.06
HumS3 $\bar{X}$	57.00	18.00	70.00	68.00	37.13	250.13	5.00	50.03	22.15	70.00	18.00
pHS1 $\bar{X}$	6.91	6.29	6.14	6.61	7.00	32.95	5.00	6.59	0.38	7.00	6.14
pHS2 $\bar{X}$	5.98	6.37	6.41	6.83	6.97	32.56	5.00	6.51	0.40	6.97	5.98
pHS3 $\bar{X}$	6.68	6.65	5.73	6.94	6.31	32.31	5.00	6.46	0.47	6.94	5.73
pHA1 $\bar{X}$	6.98	7.10	7.01	7.02	7.06	35.17	5.00	7.03	0.05	7.10	6.98
pHA2 $\bar{X}$	6.99	6.95	7.22	6.83	7.74	35.73	5.00	7.15	0.36	7.74	6.83
pHA3 $\bar{X}$	6.91	6.53	7.02	6.95	6.69	34.10	5.00	6.82	0.20	7.02	6.53

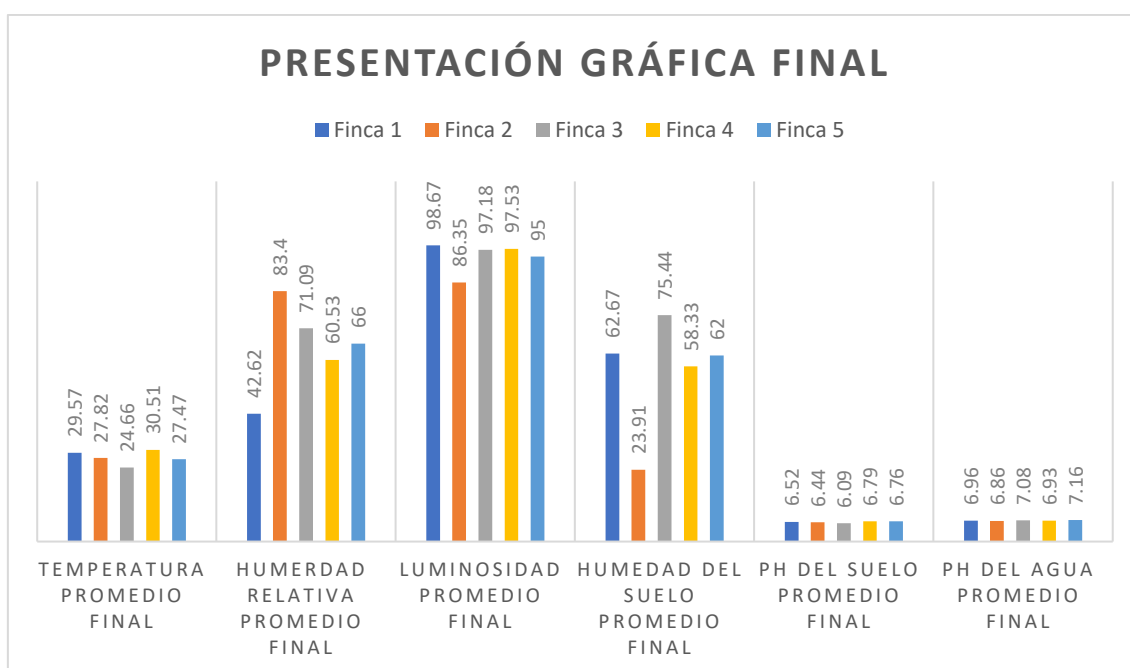
Temp = Temperatura; HR = Humedad Relativa; Lum = Luminosidad; HumS = Humedad de suelo; pHS = pH del suelo; pHA = pH del Agua.

Tabla 2. Esta tabla muestra los resultados obtenidos en cada uno de los muestreos realizados en las cinco diferentes fincas. Además, la misma consta de otros detalles como la media, la desviación estándar de las muestras, entre otros.

Resultados promedios finales						
Detalles	Temperatura promedio final	Humedad Relativa promedio final	Luminosidad promedio final	Humedad del suelo promedio final	pH del suelo promedio final	pH del agua promedio final
Finca 1	29.57	42.62	98.67	62.67	6.52	6.96
Finca 2	27.82	83.40	86.35	23.91	6.44	6.86
Finca 3	24.66	71.09	97.18	75.44	6.09	7.08
Finca 4	30.51	60.53	97.53	58.33	6.79	6.93
Finca 5	27.47	66.00	95.00	62.00	6.76	7.16

Tabla 3. La misma contiene los promedios de las tres muestras obtenidas en cada finca, en cada uno de los indicadores.

## Gráfica



Gráfica 1. La presente muestra los resultados obtenidos en la tabla 3, donde se puede observar la variabilidad que han tenido las cinco fincas en sus diferentes indicadores.

## **Resultados de temperatura**

El indicador de temperatura en la gráfica nos muestra que los resultados de las cinco fincas son bastante aceptables, ya que la literatura nos dice que los rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 - 30 ° C durante el día y 15 - 18 ° C durante la noche. Temperaturas de más de 35 ° C y menos de 10 ° C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto. (PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN HORTICOLA, 2008)

## **Resultados de Humedad Relativa**

La humedad relativa es ideal para las fincas tres, cuatro y cinco, sin embargo, es desfavorable para la finca uno y dos, ya que la literatura argumenta que la humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Niveles superiores al 80 % de HR favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas (hongos y bacterias), agrietamiento del fruto, dificultan en la fecundación, aborto de flores, entre otros. Niveles inferiores al 60% de HR producen estrés hídrico, dificulta la fijación del polen al estigma de la flor y baja tasa de fotosíntesis. (Sembralia, 2020)

## **Resultados de Luminosidad**

Los resultados de luminosidad en las cinco fincas son favorables o ideales, ya que los valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración y fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura, diurna y nocturna, y la luminosidad. A mayor intensidad lumínica mayor crecimiento. (Morales, 2018)

## **Resultados de humedad de suelo**

La humedad del suelo es aceptable para la finca uno, tres, cuatro y cinco donde se estaba utilizando el riego de forma permanente, sin embargo, es desfavorable para la finca dos que tiene una humedad en el suelo de 23.91%, debido a la escases del riego en la producción. La literatura nos dice que uno de los componentes básicos del ciclo hidrológico en las áreas tropicales donde se cultiva tomate bajo riego, es la evapotranspiración. La aplicación del riego en el cultivo de tomate es importante especialmente durante la escasez o el exceso de agua, ambos influyen en la

calidad del fruto y en el rendimiento. (José Guerra, José Villarreal, José Herrera, Vidal Aguilera, Orlando Osorio, 2016)

### **Resultados de pH del suelo**

Los resultados de pH del suelo son aceptables en las cinco fincas muestreadas ya oscilan en el rango estipulado por la literatura, la cual señala que el tomate es moderadamente tolerante a la acidez del suelo; puede tolerar un pH de hasta 5.5, aunque el pH ideal del suelo para el cultivo es de 6.0 a 6.8. Niveles de pH menores de 5.5 pueden afectar la disponibilidad de algunos nutrimentos tales como el calcio, el fósforo, el magnesio y el molibdeno. (Martínez, 2007)

### **Resultados de pH del agua**

Las muestras de pH de agua de igual manera fueron aceptables para cada una de las fincas, ya que sus valores oscilar alrededor de 7.0 que es el pH neutro. La literatura nos afirma que la acidez del agua influye directamente en la capacidad de las plantas para asimilar los nutrientes. Asimismo, repercute en la disolución y descomposición de determinadas sustancias orgánicas y en la eliminación de sustancias como pesticidas o metales pesados. (MAHER, s.f.)

### **Resultados de la encuesta**

La encuesta sobre el kit Arduino fue aplicada en varios lugares para obtener un amplio rango de resultado, la misma se aplicó a productores, Ingenieros Agrónomos y otros conocedores del ámbito agropecuario. Estas fueron las preguntas realizadas las cuales se les sacó un porcentaje de aciertos o negación.

1. ¿Conoce usted el Software y Hardware Arduino? **SI 50% O NO 50%**
2. ¿Sabe usted las funciones que realiza Arduino? **SI 40% O NO 60%**
3. ¿Le gustaría conocer sobre Arduino? **SI 100%**
4. ¿Sabe usted en que área puede utilizarse Arduino? **SI 90% O NO 10%**
5. ¿Conoce el costo del kit Arduino? **NO 100%**
6. ¿Sabe usted que la aplicación de Arduino puede abaratar costos? **NO 100%**



## Conclusiones

Se demostró que las mediciones de algunos indicadores técnicos de la agricultura se pueden realizar de manera *in situ*, el cual lleva a que el productor obtenga los resultados de manera inmediata para la toma de decisiones

El suelo es uno de los factores más importantes en la agricultura a nivel mundial, ya que el pH puede variar según el tipo de suelo. Debido a esto se utilizó el software y hardware Arduino, para comprobar que se pueden realizar muestreos de suelo y obtener respuestas inmediatas. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la planta tiene otros requerimientos edafoclimáticos necesarios para su desarrollo como los son la temperatura, luminosidad, humedad relativa, humedad del suelo y pH del agua. Todas la mencionadas anteriormente se pueden conseguir utilizando la placa Arduino.

Se utilizó el software Arduino como principal herramienta de trabajo para dar fe, de que los productores pueden pasar de ser productores tradicionales a productores con una mayor eficiencia y una mejor tecnología.

En este trabajo se llevó a cabo un muestreo de cinco fincas en la provincia de Chiriquí, de la cual se observó un rango de variabilidad de los indicadores muestreados en las fincas. Esto se debe al tipo de suelo, a la variabilidad del tratamiento cultivo y la diferencia del clima. Lo ideal hubiese sido realizar más muestras en más fincas, sin embargo, la pandemia es una de las limitantes principales para el desarrollo de este tipo de investigaciones.

Se cumple con el requisito de trabajo de grado de la FCA de una manera satisfactoria para mi persona, ya que era un tema nuevo en mi carrera, además, pude observar el interés de los productores en esta pequeña placa llamada Arduino.

## Recomendaciones

- Promover la utilización de softwares y hardware en el área agropecuaria de Chiriquí.
- Incentivar a los productores a utilizar tecnología para mejorar sus productos, cuidar el recurso suelo y abaratar tiempo en producir.
- Buscar que el área gubernamental se involucre más con el área de producción de rubros en Chiriquí y el país en general.
- Tomar en cuenta el software y hardware Arduino para la toma de muestras de manera *in situ* para cualquier finca.
- A los productores en general motivarlos a que cada día busquen la oportunidad de producir de forma moderna.

## Bibliografía

- Alfonso Guijarro, Lorenzo Cevallos, Debora Preciado, Bryan Zambrano. (19 de Mayo de 2018). *Revista ESPACIOS*. Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de Sistema de riego automatizado con arduino: <http://www.revistaespacios.com/a18v39n37/a18v39n37p27.pdf>
- Ashley Acosta, Aliana Aguilar. (s.f.). Recuperado el 17 de Marzo de 2021, de AUTOMATIZACIÓN DE BAJO COSTO UTILIZADA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN INVERNADEROS Y HUERTOS CASEROS: <https://rida2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/4886/AUTOMATIZACION%20DE%20BAJO%20COSTO%20UTILIZADA%20EN%20LA%20PRODUCCION%20AGRICOLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Azcárate, O. M. (Mayo de 2020). Recuperado el 19 de Marzo de 2021, de Agricultura 4.0: la revolución tecnológica llega a nuestra mesa: <https://sruk.org.uk/es/agricultura-4-0-la-revolucion-tecnologica-llega-a-nuestra-mesa/>
- CAMPONECTADO. (18 de Junio de 2019). Recuperado el 9 de Septiembre de 2021, de El efecto de la temperatura en los cultivos: <http://www.camponectado.com/index.php/2019/06/18/el-efecto-de-la-temperatura-en-los-cultivos/>
- Cárdenas, E. (Agosto de 2018). *Library*. Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de SISTEMA DE CONTROL DIFUSO PARA MONITOREO DE HUMEDAD Y TEMPERATURA EN CULTIVOS DE PLATANO: <https://1library.co/document/ynll7ojq-sistema-control-difuso-monitoreo-humedad-temperatura-cultivos-platano.html>
- Castro, J. (15 de Enero de 2016). *UNIR*. Recuperado el 24 de Marzo de 2021, de Sistema de riego autónomo basado en la Internet de las Cosas: <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3648/CASTRO%20SILVA,%20JUAN%20ANTONIO.pdf?sequence=1>
- Catalán, G. (8 de Noviembre de 2016). *AGROPAL*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2021, de El pH del suelo en la agricultura: <http://www.agropal.com/es/el-ph-del-suelo/>
- Daniel Chora, SGuido Álvarez, Maira Espinoza. (15 de Enero de 2018). *INFORMÁTICA Y SISTEMAS*. Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de Raspberry Pi y Arduino: semilleros en innovación tecnológica para la agricultura de precisión.: <https://core.ac.uk/download/pdf/230931896.pdf>
- David Ascencios, Karem Meza, Jeisson Lluen, George Simon. (Marzo de 2020). *SCIELO Perú*. Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de Calibración, validación y automatización del sistema de riego por goteo subterráneo usando un microcontrolador Arduino: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000100095&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000100095&script=sci_arttext)
- EARTH OBSERVING SYSTEM*. (9 de Septiembre de 2020). Recuperado el 12 de Septiembre de 2021, de El control de la humedad del suelo: un factor clave: <https://eos.com/es/blog/humedad-del-suelo/>

- Edwin Quiroga, Sergio Jaramillo, Wilmar Campo, Gabriel Chanchi. (2017). *SCIELO Portugal*. Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de Propuesta de una Arquitectura para Agricultura de Precisión Soportada en IoT: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1646-98952017000400005](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-98952017000400005)
- ElectronicaPTY*. (s.f.). Recuperado el 8 de Septiembre de 2021, de <http://www.electronicapty.com/>
- Fernández, Y. (3 de Agosto de 2020). *Xataka*. Recuperado el 20 de Julio de 2021, de ¿Qué es Arduino, cómo funciona y que puedes hacer con uno?: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- Gordo, A. (2017). Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de Desarrollo e implementación de un Invernadero automatizado con cultivo hidropónico y aplicación móvil para el seguimiento de datos: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91393/fichero/Memoria+TFG+Alvaro+Domingo+Gordo+Ruiz.pdf>
- Hernández, B. (2019). Recuperado el 19 de Marzo de 2021, de Desarrollo de un sistema de monitorización y automatización de cultivos: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/124657/1/C3%B1esta%20-%20Desarrollo%20de%20un%20sistema%20de%20monitorizaci%C3%B3n%20y%20automatizaci%C3%B3n%20de%20cultivos.pdf?sequence=1>
- Jhonatan Tovar, José Solórzano, Andrés Badillo, Genner Rodríguez . (27 de Junio de 2019). *ResearchGate*. Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de Internet de las cosas aplicado a la agricultura: estado actual: [https://www.researchgate.net/publication/337983588\\_Internet\\_de\\_las\\_cosas\\_aplicado\\_a\\_la\\_agricultura\\_estado\\_actual](https://www.researchgate.net/publication/337983588_Internet_de_las_cosas_aplicado_a_la_agricultura_estado_actual)
- Johanna Ramos, Jussen Facuy. (Agosto de 2017). *Eumed.net*. Recuperado el 5 de Febrero de 2021, de “ARDUINO” ABRIENDO LA LLAVE AL CAMPO AGRÍCOLA EN DOSIFICACIONES CORRECTA DE ABONO AL CULTIVO DE TOMATE: <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/arduino-cultivo-tomate.html>
- Jorge Barraza, Eduardo Espinoza, Alonso Espinos, José Serracín. (Marzo de 2019). Recuperado el 12 de Marzo de 2021, de Agricultura de precisión con drones para control de enfermedades: <https://core.ac.uk/download/pdf/270172175.pdf>
- José Guerra, José Villarreal, José Herrera, Vidal Aguilera, Orlando Osorio. (2016). *MANEJO INTEGRADO DEL CULTIVO DE TOMATE INDUSTRIAL*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2021, de <http://www.idiap.gob.pa/download/manual-tecnico-manejo-integrado-del-cultivo-de-tomate-industrial/?wpdmdl=3309>
- Joseph González, Itza Morales, Alaín García, Vladimir Villarreal. (Junio de 2018). Recuperado el 11 de Abril de 2021, de Generación de un ambiente controlado para semilleros de huertos urbanos con Freertos y Arduino: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1860/2808>

- Lozurytech.* (s.f.). Recuperado el 5 de Febrero de 2021, de Microcontroladores : <https://www.lozurytech.com/microcontroladores>
- MAHER.* (s.f.). Recuperado el 18 de Septiembre de 2021, de ¿Qué es el pH del agua y cuál es su importancia en el rendimiento de los cultivos?: <https://www.maherelectronica.com/que-es-el-ph-del-agua/>
- Manuel Vargas, Georgina Castillo, Juan Sandoval, Alfredo Brambila. (7 de Julio de 2015). Obtenido de Arduino una Herramienta Accesible para el Aprendizaje de Programación: <https://docplayer.es/73858573-Arduino-una-herramienta-accesible-para-el-aprendizaje-de-programacion.html>
- Martín Barrón, Mario Vázquez, Ramón Arteaga, Raúl Hernández. (Febrero de 2017). *Dialnet.* Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de Sistema de adquisición de datos de bajo costo con la plataforma arduino: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6006379>
- Martínez, S. (2007). *Conjunto tecnológico para la producción de tomate.* Recuperado el 18 de Septiembre de 2021, de SUELO Y PREPARACIÓN DEL TERRENO: <https://www.upr.edu/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/03/TOMATE-Suelo-y-Preparaci%C3%B3n-del-Terreno-v2007.pdf>
- Morales, M. (13 de Noviembre de 2018). *Requerimientos Edafoclimáticos del Tomate.* Recuperado el 18 de Septiembre de 2021, de <https://www.elfield.com.mx/blog/requerimientos-edafoclimaticos-del-tomate>
- Nassar, F. (20 de Mayo de 2018). *green area.* Recuperado el 10 de Septiembre de 2021, de La humedad tiene una importancia para las plantas: <http://greenarea.me/es/256425/la-humedad-tiene-una-gran-importancia-para-las-plantas/>
- PANAMA TEC.* (s.f.). Recuperado el 8 de Septiembre de 2021, de <https://www.panama-tec.com/?arduino%20panama>
- Pinto, W. (2015). Recuperado el 24 de Febrero de 2021, de MONITOREO DE CULTIVOS CON REDES DE SENSORES XBEE, ARDUINO, Y DISPOSITIVOS DE MEDICION DE SUELOS: <https://core.ac.uk/download/pdf/71398859.pdf>
- PROGRAMA DE DIVERSIFICACIÓN HORTICOLA.* (Octubre de 2008). Recuperado el 17 de Septiembre de 2021, de Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valos y Conglomerado Agrícola: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENF01CH517t.pdf>
- PROMIX.* (4 de Mayo de 2021). Recuperado el 10 de Septiembre de 2021, de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-influencia-de-la-luz-en-el-crecimiento-del-cultivo/>
- SAB.* (19 de Junio de 2020). Recuperado el 12 de Septiembre de 2021, de La calidad del agua para riego: <https://www.sabspa.com/es/la-calidad-del-agua-para-riego/>
- Salazar, N. (Febrero de 2020). Recuperado el 2021 de Marzo de 18, de Diseño de un sistema inteligente para el control automatizado de invernaderos:

<http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/1136/SAANGY02T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

*Sembralia*. (28 de Julio de 2020). Recuperado el 18 de Septiembre de 2021, de TOMATE EN INVERNADERO ¿CUÁLES SON LOS FACTORES AGRONÓMICOS CLAVE DE CLIMA Y SUELO?: <https://sembralia.com/tomate-en-invernadero/>

Williams Cervantes, Luis Santana, Bethsy Molina. (2016). Recuperado el 22 de Marzo de 2021, de Arduino en la automatización de los sistemas de riego: <https://revistas.unab.edu.co/index.php/rcc/article/download/2720/2295/>

# ANEXOS

# Finca Bambito





Finca Paraíso



Finca Los Mameyes



# Finca Potrerillos Arriba



## Finca Cordillera

