

**Diseño de un prototipo para la medición y transmisión remota de variables en
cultivos de gulupa en el municipio de Gama Cundinamarca.**

Angie Valeria López García

Proyecto aplicado

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI)

Ingeniería de telecomunicaciones

2022

**Diseño de un prototipo para la medición y transmisión remota de variables en cultivos de
gulupa en el municipio de Gama Cundinamarca.**

Angie Valeria López García

Proyecto aplicado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniera de
telecomunicaciones

Francisco Javier Hilarión Novoa

Director

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería (ECBTI)
Ingeniería de telecomunicaciones

2022

Agradecimientos

Quiero agradecer primeramente a Dios, por guiarme en el camino, ayudarme a sobrepasar los obstáculos, porque sin él nada sería posible.

Quiero también mostrar mi gratitud a todas las personas que estuvieron presentes en la realización de este proyecto tan importante para mí, agradecerles por su ayuda, su incondicional apoyo, por sus conocimientos y su dedicación.

Muestro mis más sinceros agradecimientos a mi director de proyecto, el Ingeniero Francisco Hilarión quien, con su conocimiento, su empeño y su guía fue una pieza clave para que pudiera desarrollar de manera correcta cada etapa de este trabajo de grado.

Por último, quiero agradecer a mi familia, en especial a mi madre y a mi pareja, ya que son personas muy importantes en mi vida, quienes con sus consejos y motivación fueron el motor para no desfallecer, muchas gracias por su comprensión, y sobre todo por su amor.

¡Infinitas gracias!

Resumen

Es grande el crecimiento que ha tenido en el mercado la gulupa para el país colombiano, que la sitúa como la cuarta fruta que más ingresos genera al país por exportaciones a otros Países.

Según (Ocapo, 2018) entre 2010 y 2017, los ingresos por la exportación de la fruta de gulupa pasó de 10 a 25 millones de dólares, afirma el profesor John Ocampo, del grupo de investigación en Recursos Fitogenéticos Neotropicales. Él explica que el cultivo de gulupa tiene ventajas ya que es un cultivo rentable, pues empieza a producir solo ocho meses después de su siembra. Por ejemplo, “Si se invierten 50 millones de pesos en una hectárea, en tres años el cultivo puede generar ganancias que doblen o tripliquen el valor de ese primer gasto” (p.01)

Son varios los agricultores en el municipio de Gama y en toda la Región del Guavio que cultivan y exportan esta fruta exótica a otros países, pero están presentando un grave problema debido a la falta de cálculo de variables como la dirección del viento, humedad y temperatura del cultivo. Según el levantamiento de información realizado a campesinos, están sufriendo pérdidas económicas por causa de una plaga de mosca *Dasiops Rondani* que afecta directamente la flor y el fruto de la planta, al mismo tiempo no cuentan con un control de temperatura y humedad en el cultivo provocando esto baja calidad del fruto y la producción también disminuye. Para dar solución a esta problemática se creará un sistema de control de temperatura y humedad con el uso de Arduino, sensor DHT11 y módulos de comunicación de emisión y recepción + módulo transceptor Nrf24l01 para que se pueda observar desde un computador. También se realizará un sistema de monitoreo de dirección del viento para evitar las plagas ya que el viento las trae a los cultivos, y al conocer el direccionamiento del viento se adoptarán estrategias para poner barreras en el cultivo y así evitar enfermedades por brisa o lluvia.

Para el sistema de radioenlace, se hará la comunicación por medio de los módulos transceptores Nrf24101 ya que no requiere de conexión a internet ni Bluetooth y tiene un alcance de comunicación a 1.000 metros, donde las variables alcanzarán a llegar a la casa del agricultor.

Palabras clave: telecomunicaciones, radioenlace, comunicación inalámbrica, automatización en cultivos, emisión y recepción.

Abstract

The following degree project presents the automation of gulupa crops in the municipality of Gama. Within the project, a prototype is designed that will calculate the temperature of the greenhouse and a system is designed to monitor the direction of the wind and know where the strongest winds are heading, this in order to avoid losses and better monitor the development of GULUPA plants.

The project monitoring system is carried out by means of radio link, since these establish a communication concept of the duplex type, from which two modulated carriers must be transmitted: one for Transmission and another for reception. The pair of frequencies assigned for the transmission and reception of signals is called radio channel.

The links are made between visible points, that is, high points of the topography. Whatever the magnitude of the microwave system, for proper operation it is necessary that the paths between links have an adequate free height for propagation at all times of the year.

Tabla de contenido

| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Lista de figuras..... | 12 |
| Introducción..... | 15 |
| Planteamiento del Problema | 16 |
| Justificación | 17 |
| Objetivos..... | 18 |
| Objetivo General | 18 |
| Objetivos Específicos | 18 |
| Marco Referencial..... | 19 |
| Antecedentes | 19 |
| Marco contextual | 24 |
| Ubicación | 24 |
| Historia..... | 24 |
| Departamentos y municipios con mayor Producción de Gulupa | 26 |
| Marco teórico | 27 |
| Gulupa y su origen | 27 |
| Países y zonas productoras en Colombia | 28 |
| Principales países productores..... | 28 |
| Exportaciones | 28 |
| Zonas productoras de Gulupa en Colombia | 28 |

| | |
|----------------------------------------------------------|----|
| Generalidades del cultivo de Gulupa | 29 |
| Exigencias Agroecológicas | 30 |
| Radiación | 30 |
| Efecto de la Temperatura en los cultivos de Gulupa | 30 |
| Humedad en los cultivos de gulupa..... | 31 |
| Efecto del Viento en los cultivos de gulupa | 31 |
| Enfermedades en la gulupa..... | 32 |
| Enfermedades foliares | 32 |
| Enfermedades de cuello, en tallo y raíces..... | 32 |
| Enfermedades en flores y frutos | 33 |
| Plagas que afectan los cultivos de gulupa | 33 |
| Ciclo fenológico del cultivo | 34 |
| Programación java usada en las telecomunicaciones | 36 |
| Internet de las cosas..... | 37 |
| Radioenlaces..... | 37 |
| Arduino..... | 38 |
| Reset | 39 |
| Entradas y salidas | 39 |
| Clasificación de conectores del Arduino | 40 |
| Memoria | 41 |

| | |
|------------------------------------------------|----|
| Sensor DHT11 | 42 |
| Módulo sensor micrófono ky-037 | 44 |
| Características..... | 44 |
| ¿Uso y función del sensor de sonido?..... | 45 |
| Módulo transceptor RF nrf24l01 con antena..... | 46 |
| Características..... | 46 |
| Definición y usos | 47 |
| Lenguajes de programación | 48 |
| Definición | 48 |
| Lenguajes de bajo nivel | 49 |
| Lenguaje máquina..... | 49 |
| Lenguaje ensamblador | 49 |
| Lenguajes de alto nivel | 50 |
| Bases de datos | 50 |
| Telemetría agrícola..... | 51 |
| Sistema operativo | 52 |
| Marco Conceptual..... | 54 |
| Humedad | 54 |
| Temperatura | 54 |
| Cultivo..... | 54 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Invernadero..... | 55 |
| Arduino..... | 55 |
| Antenas Nrf24101 | 55 |
| Emisor | 56 |
| Receptor | 56 |
| Telecomunicaciones | 56 |
| Sensor DHT11..... | 56 |
| Micrófono electret con sensor para Arduino..... | 57 |
| Radioenlace | 57 |
| Protoboard..... | 57 |
| Marco Legal..... | 58 |
| Marco Histórico | 59 |
| Diseño Metodológico..... | 64 |
| Tipo de investigación | 64 |
| Población y muestra | 64 |
| Variables para analizar | 65 |
| Metodología de desarrollo..... | 65 |
| Códigos de desarrollo para el prototipo temperatura y humedad | 68 |
| Código emisor | 68 |
| Código receptor | 69 |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Código del prototipo para el diseño del direccionamiento del viento..... | 70 |
| Código Emisor..... | 70 |
| Código receptor | 72 |
| Video explicativo del prototipo para la variable de humedad y temperatura | 74 |
| Video explicativo del prototipo para la variable de dirección del viento | 74 |
| Evidencias fotográficas del prototipo | 75 |
| Encuesta de análisis | 79 |
| Resultados y análisis de las encuestas..... | 85 |
| Explicación detallada de la metodología del sistema | 99 |
| Recursos necesarios | 100 |
| Productos esperados..... | 101 |
| Resultados | 102 |
| Conclusiones | 104 |
| Bibliografía | 106 |

Tabla de figuras

| | |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Mapa de la ubicación de Gama Cundinamarca | 25 |
| Figura 2. Mapa del Municipio de Gama | 25 |
| Figura 3. Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento | 26 |
| Figura 4. Taxonomía de la Gulupa | 27 |
| Figura 5. Comportamiento exportaciones de Gulupa, valor y volumen | 29 |
| Figura 6. Planta de Gulupa y sus partes | 34 |
| Figura 7. Ciclo fenológico del cultivo de gulupa..... | 35 |
| Figura 8. Código de palabras reservadas en Java..... | 36 |
| Figura 9. Ejemplo de radioenlace | 38 |
| Figura 10. Botón reset en un arduino nano | 39 |
| Figura 11. Plantillas de entrada y salida en un microcontrolador | 40 |
| Figura 12. Tipos de Arduino | 41 |
| Figura 13. Partes del Arduino | 42 |
| Figura 14. Sensor de temperatura DHT11 y sus conexiones | 43 |
| Figura 15. DHT11 Módulo de Sensor de Humedad de Temperatura | 43 |
| Figura 16. Módulo sensor micrófono ky-037 | 44 |
| Figura 17. Conexión del micrófono al Arduino | 45 |
| Figura 18. Módulo RF nrf24l01 | 47 |
| Figura 19. Conexión del módulo Nrf24l01 a Arduino..... | 48 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 20. Clasificación de los lenguajes de programación | 50 |
| Figura 21. Diagrama de telemetría..... | 51 |
| Figura 22. Temperatura sobre la germinación del polen de la gulupa..... | 60 |
| Figura 23. Arquitectura de una red IOT..... | 63 |
| Figura 24. Esquema del proyecto..... | 66 |
| Figura 25. Diagrama de flujo | 67 |
| Figura 26. Diagrama de bloques | 67 |
| Figura 27. Circuito para calcular la variable de la humedad y temperatura | 75 |
| Figura 28. Lado base emisor..... | 75 |
| Figura 29. Lado receptor..... | 76 |
| Figura 30. Lado emisor | 76 |
| Figura 31. Lado receptor..... | 77 |
| Figura 32. Circuito mejorado del direccionamiento del viento | 77 |
| Figura 33. Transmisión de la variable del viento en el pc | 78 |
| Figura 34. Gráfica de los cultivos de Gulupa que hay en Gama..... | 85 |
| Figura 35. Gráfica necesidades y problemáticas que tienen los cultivadores | 85 |
| Figura 36. Gráfica de las necesidades que presentan los agricultores | 86 |
| Figura 37. Gráfica si estuviese dispuesto a pagar por un sistema automatizado | 87 |
| Figura 38. Gráfica de cuanto estría dispuesto a pagar por el sistema | 88 |
| Figura 39. Gráfica para saber si cultivar gulupa es rentable..... | 89 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 40. La agricultura y las telecomunicaciones se unan | 89 |
| Figura 41. Gráfica de País de exportación de la Gulupa..... | 90 |
| Figura 42. Gráfica para saber si le gustaría que le diseño tuviera interfaz web..... | 91 |
| Figura 43. Gráfica para saber que interfaz web prefieren..... | 91 |
| Figura 44. Gráfica distancia desde el cultivo hasta la vivienda | 92 |
| Figura 45. Gráfica de empleados en el cultivo | 93 |
| Figura 46. Gráfica de la extensión del cultivo | 93 |
| Figura 47. Gráfica de número de plantas en los cultivos | 94 |
| Figura 48. Gráfica fuente de alimentación en el cultivo | 95 |
| Figura 49. Gráfica del clima adecuado para el cultivo de gulupa..... | 95 |
| Figura 50. Gráfica viento adecuado para el cultivo de gulupa | 96 |
| Figura 51. Gráfica de valor donde se catalogan vientos fuertes | 97 |
| Figura 52. Gráfica necesidad de invernadero en la gulupa..... | 97 |
| Figura 53. Gráfica radiación solar para las plantas de gulupa | 98 |

Introducción

La gulupa, es un ancestro del maracuyá y prima de la cholupa, “es uno de los frutos exóticos favoritos en la actualidad en países como Europa y Canadá, por eso es considerada la más famosa de la exportación colombiana y la cuarta más vendida” (Plazas, M. A. (2020), p. 02)

Uno de los aspectos más importantes de la gulupa es que es atractiva para los fruticultores por su economía, Según Plazas, M. A. (2020) se estima que la Gulupa alcanza una rentabilidad de 39 millones de pesos por hectárea durante tres años de producción, esto quiere decir que es muy rentable, debido al buen precio que tiene en el mercado en este momento, con un promedio de 4.200 pesos por kilogramo para el fruto con calidad de exportación. (p. 02)

El siguiente proyecto de grado se enfoca en la automatización de cultivos de gulupa en el municipio de Gama. En este proyecto se diseñó un prototipo para calcular la temperatura y humedad del invernadero y se diseñó un sistema para monitorear la dirección del viento y hacia donde se dirigen los vientos más fuertes, con el fin de evitar pérdidas y monitorear mejor las plantas en su crecimiento y desarrollo. El sistema de seguimiento se realiza a través de radioenlaces porque establecen un concepto de comunicación de tipo dúplex a partir del cual se deben transmitir dos ondas portadoras moduladas: una para transmisión y otra para recepción. El par de frecuencias asignadas para transmitir y recibir señales se denomina canal de radio. Los enlaces se hacen entre 2 puntos visibles, es decir, puntos altos de la topografía, en este caso, un punto emisor en el cultivo y el otro receptor en la casa del agricultor o en un lugar máximo de 1 km. Sin importar la magnitud del sistema de microondas, para tener un buen funcionamiento es necesario que los recorridos entre enlaces tengan una altura libre sin obstáculos para una adecuada comunicación.

Planteamiento del Problema

En la Región del Guavio especialmente en el municipio de Gama Cundinamarca se cuenta con una buena producción de cultivos de gulupa, esta fruta exótica ha “tenido mayor demanda en exportaciones en el mercado, los registros sobre exportación de esta fruta evidencian que en 2018 se movieron 8.019 toneladas por un monto de US\$32 millones, teniendo en cuenta que esta cifra ha venido creciendo en los últimos años” (Agronegocios, 2020).

Según (Palomino, 2019) “esta fruta cuenta con beneficios para la presión arterial, reduce la tensión corporal, y combate problemas de sueño”, gracias a esto le ha dado fama a nivel internacional.

Según levantamiento de información con agricultores de Gama, existe una problemática ya que los campesinos no cuentan con un sistema de control de las variables de temperatura, humedad y dirección del viento, siendo estos factores tan importantes para el desarrollo de la planta como el proceso de fotosíntesis, calidad del fruto y control de plagas. En los últimos meses a estos cultivos ha llegado una plaga de mosca del Género *Dasiops Rondani* (Diptera: Lonchaeidae), la cual está causando graves problemas en las plantas ya que ataca especialmente a la flor de gulupa, provocando daños grandes. Debido a todas estas necesidades se han presentado pérdidas en los cultivos, reducción de crecimiento y la calidad del fruto no es la mejor para exportación y también la circulación del viento afecta gravemente al cultivo ya que atrae plagas de los insectos dañinos como la mosca provocando daños en la flor y fruto. Por lo anterior se plantea la siguiente pregunta:

¿Cómo minimizar pérdidas económicas en cultivos de Gulupa del Municipio de Gama, a través del diseño de un sistema de control, medición y transmisión remota de variables?

Justificación

Este proyecto es pertinente socialmente, debido a que otorga beneficios para los agricultores de gulupa, como: solución de medición de temperatura ambiente, humedad relativa, medición de direccionamiento del viento y con esto solución a la problemática evitando pérdidas económicas.

Con este proyecto se quiere cubrir una necesidad que sufren los agricultores debido a la problemática que viven ya que al cultivar gulupa tienen que hacer una inversión económica alta y poseen varias necesidades para control de temperatura, humedad y direccionamiento del viento, situación por la cual con la ingeniería en telecomunicaciones se puede ayudar a los campesinos. Así que nace la idea del proyecto para mejorar la calidad de vida y reducir pérdidas. Hoy en día existe la posibilidad de controlar variables en cultivos, cuando se habla de esto nos referimos a sistemas que realizan las tareas de producción por medio de elementos tecnológicos, si se implementara esta idea en la región del Guavio habría un impacto económico y social que ayudaría a los campesinos, reduciría costos e incentivaría a la comunidad a seguir produciendo la tierra ya que esta labor se ha olvidado y los jóvenes emigran a la ciudad abandonando el campo. Durante el proyecto se pretende abarcar conocimientos de la ingeniería de telecomunicaciones como: sensores, microcontroladores, redes de datos, radioenlaces, etc. para dar solución a la problemática presentada.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un sistema para medición, transmisión y control de variables en cultivos de Gulupa, a través de módulos de Comunicación de radio Nrf24L01 + PA + LNA y Arduino, con el fin de minimizar las pérdidas económicas de los agricultores en el municipio de Gama.

Objetivos Específicos

Diseñar el sistema de medición y control de variables a través del uso de sensores y tarjetas de desarrollo con el fin de dar solución a los requerimientos de los agricultores.

Simular el sistema de medición y control de variables a través de herramientas de software con el fin de detectar oportunidades de mejoramiento y así fortalecer el prototipo.

Evaluar el prototipo, visualización y transmisión de variables a través de una lista de chequeo con el fin de validar los requerimientos de los agricultores de gulupa del municipio de Gama.

Marco Referencial

Antecedentes

Según (Aguilar, 2019) La tesis titulada Sistema de recolección de datos ambientales por medio de controladores programables soportado por radio enlaces tipo punto multipunto consiste en el desarrollo de un circuito o sistema de que permite capturar datos ambientales que influyen en el cultivo del arroz usando un controlador programable con sensores de variables atmosféricas, en este caso se enfocan en dos variables: temperatura y radiación solar.

En la tesis, se define una estructura de datos que se almacena en una base de datos para información de los factores ambientales que inciden en el cultivo de arroz, también se requieren dispositivos de bajo costo Open Source que sean compatibles con Arduino y que permiten capturar datos ambientales como uso del sensores y antenas. Se diseña un prototipo de recolección de variables ambientales que trabaje mediante controladores programables por medio de radio enlaces tipo punto multipunto. Este tipo de proyecto tiene similitud con el proyecto de este documento ya que también busca controlar variables de un cultivo utilizando sensores para temperatura y la humedad y a su vez realiza un diseño de radioenlace para la comunicación y transporte de datos. En el caso del proyecto de Gulupa para el radioenlace se utilizarán Antenas Nrf24l01 que trabajan punto a punto para transmisión y recepción de variables del cultivo como el de la temperatura, la humedad y dirección del viento.

Cabe resaltar que el factor climático con mayor importancia en el ciclo del cultivo de Gulupa u otro es la temperatura puesto a que cada etapa del crecimiento de la planta tiene una temperatura mínima, máxima y optima, dándose el caso que la temperatura sea inferior a la mínima, superior al máximo se presentan problemas en los cultivos, afectando el crecimiento d la

palta, formación del fruto, maduración entre otros, es por ello que hallar la variable de temperatura dentro del invernadero es de suma importancia.

La universidad de la Salle (Lisbey Catherine Gómez Puentes, 2019) realizó una investigación sobre el diseño e implementación de un sistema automático de fertirrigación para un cultivo de gulupa. Los sistemas de riego y fertilización para este tipo de cultivo son trabajos manualmente, por lo que ocasiona anomalías en frutos ya que por este motivo el fruto y puede presentar desorden fisiológico en la planta. Ya que la Gulupa es uno de los principales productos de exportación en Colombia, debe cumplir un régimen estandarizado de calidad, por lo que, se busca tecnificar el proceso en la producción, diseñado un sistema de fertirrigación que permita el buen proceso de riego y de aplicación de plaguicidas, ya que estos procesos son importantes para la producción de la planta.

Según esta investigación se busca reducir los problemas anteriormente mencionados, por medio de un sistema de fertirrigación automática. Con esta investigación se concluye que si es posible automatizar cultivos agrícolas y así suplir las necesidades y ayudar a problemáticas presentadas, como en este caso el cual se creó un prototipo de fertirrigación autónomo, capaz de suplir las necesidades del invernadero, usando una red de distribución automática de fertirrigación sobre el cultivo de gulupa, logrando así un ahorro de recursos hídricos, fertilizantes, y un mejor rendimiento del cultivo con buenas características en el fruto.

La relación que se encuentra entre la investigación de la Universidad la Salle y el presente proyecto es que en ambos casos se realiza la automatización de cultivos de gulupa, pues como se había mencionado anteriormente es una de las frutas con mayor exportación y producción en el País así que se quiere mejorar tanto la calidad producción como la calidad del fruto y cuidados del invernadero. EL proyecto actual busca controlar la variable de temperatura que es muy

importante para la producción de las plantas y el direccionamiento del viento para un mejor cuidado del cultivo y control de plagas. En ambas investigaciones se usan sistemas eléctricos y diseños con sensores de humedad.

(RAMIREZ, 2018) el proyecto titulado Estudio de viabilidad para la exportación de la gulupa producida Samaca en Boyacá, consiste en encontrar la viabilidad de exportación de Gulupa, con el fin de introducirse en un mercado internacional y tener una correcta exportación a otros países. La propuesta surge a partir de la necesidad de buscar salida económica de la gulupa ya que Boyacá es uno de los grandes productores de esta fruta exótica, para ello se buscará una línea de mercado internacional que ofrezca a los productores el acceso a otros mercados y también muestren mejores opciones de distribuir el producto, obteniendo mayores ingresos para la sostenibilidad de los productores, lo que provocaría el fortalecimiento y crecimiento de la producción y generar mayores visiones ya que las demandas del mercado exterior son muy altas. Este proyecto busca brindar un apoyo que sirva para dar solución a algunos problemas de desarrollo económico y cultural que afectan a la industria agrónoma del municipio de Samaca.

Al investigar sobreest proyecto, se concluye que al realizar un estudio de mercado que permita evaluar la oportunidad comercial que tiene la fruta Gulupa, es la mejor opción ya que así se crearon estrategias para poder brindar de mejor manera esta fruta al mercado internacional específicamente en Holanda que es donde más salida tiene.

Este proyecto aporta al actual grandemente ya que nos brinda conocimiento a cerca de los lugares con mayor producción en Colombia y nos aporta información sobre los países a donde hay más exportación de esta fruta, apoyando así al proyecto ya que nos da a conocer que tan importante es este cultivo para el País y la economía y que tantas cosas se pueden crear para una mejor producción y comercialización de la gulupa. Ya que con el proyecto se quiere automatizar

algunas variables para aportar a los agricultores y así aportar soluciones que cubran sus necesidades y salgan adelante con este cultivo que está generando mucha demanda en el mercado internacional.

Según el libro, (Miranda, 2018) Cultivo, postcosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba, actualmente la producción y exportación de estas frutas en Colombia está adquiriendo importancia, por las ventajas de competencia que el país tiene para la ejecución de proyectos productivos en frutales y también por la tendencia mundial que muestran crecimientos en el consumo de frutas en especial la Gulupa. En este libro se encuentra información referente al relieve, clima y características del suelo para estos tipos de cultivos (granadilla, gulupa, curuba) los cuales apunta a que las características del clima y suelos de Colombia son favorables para cultivar estas platas. En zonas inciertas donde se quiere producir esta fruta es recomendable utilizar estudios de suelos, usar sensores de temperatura para saber si el lugar es adecuado para estas plantas, por lo cual este libro ayuda en esta investigación ya que nos informa las características climatológicas de la gulupa y nos brinda aportes importantes para el proyecto. Vemos una vez más que es importante tener un control de la temperatura, humedad y vientos de estos cultivos. En el libro se encuentra información teórica sobre el Manejo integrado del cultivo de gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) donde nos dan a conocer sus partes, sus cuidados, los beneficios, las plagas y enfermedades lo cual aporta al proyecto ya que es información que se requiere para la investigación.

Los cultivos de pasifloras en Colombia son de mucha importancia dentro del área frutícola, ya que por su diversidad ofrece más de cinco especies de valor comercial nacional e internacional. Dentro de este grupo está la gulupa que ha tenido gran reconocimiento en los últimos años aumentando su área cultivada y la economía. Cabe resaltar que su producción está

principalmente en los departamentos del Huila, Valle del Cauca, Magdalena, Cundinamarca y Santander, por lo que este dato anima a poder automatizar este cultivo y así hacer las labores del campo más fácil y seguras ya que como vemos Cundinamarca es gran productora de esta fruta, y el objetivo de este proyecto es lograr crear un prototipo que mida la variable de la temperatura y direccionamiento del viento.

(Jorge E. Gómez, 2017) El libro SISTEMA DE INTERNET DE LAS COSAS (IoT) PARA EL MONITOREO DE CULTIVOS PROTEGIDOS tiene como tema crear un sistema de Internet de las cosas para el monitorear cultivos agrícolas protegidos, desarrollando un sistema capaz de recolectar información de variables relacionadas con el desarrollo de los cultivos. Los datos que se hallan son enviados a un servidor para ser procesados y reenviados al usuario a través de protocolos y procedimientos de las (IoT). La idea es recopilar datos en tiempo real para analizarlos y luego tomar decisiones por parte del sistema y el agricultor. Con el proyecto se demuestra que el sistema brinda información concreta del estado de los parámetros, ayudando en la tarea del manejo de este tipo de cultivos y haciendo que las labores sean más fáciles. Este libro aporta al proyecto en su mayoría ya que también se recolecta información del cultivo por medio de sensores para temperatura como el DHT11 y uso de Arduino a diferencia de que en mi proyecto se usará emisión y recepción de datos por medio de comunicación de radioenlace que luego arrojará los datos a una computadora del agricultor.

Se concluye que el internet de las cosas puede llegar a monitorear cultivos en tiempo real brindando seguridad, facilita las labores y brinda mejor cuidado a los cultivos agrícolas, se espera que con el internet de las en un tiempo más adelante cambie la agricultura creando sistemas automáticos.

Marco contextual

Ubicación

El presente proyecto se desarrollará en zonas rurales más específicamente en veredas del Municipio de Gama Cundinamarca y será aplicado a los agricultores del cultivo de Gulupa para ayudar a la problemática que presentan. Como muestra del proyecto se tomó el municipio de Gama para el estudio ya que en este pueblo se cuenta con más cultivos de esta planta en todo el Guavio y los campesinos poseen bajos recursos, el diseño electrónico se instalará en los respectivos invernaderos de los cultivos de gulupa seleccionados.

Según datos de (Wikimedia commons. 2005) “Gama es un municipio colombiano del departamento de Cundinamarca, ubicado en la Provincia del Guavio, a 113 km al oriente de Bogotá. Cuenta con una población de 3.776 Habitantes”.

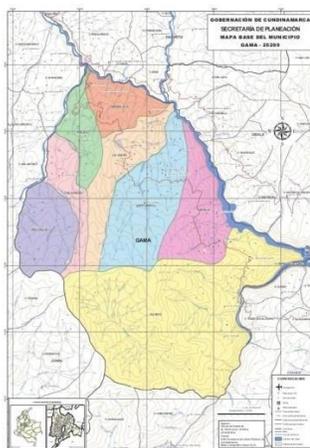
(Wikimedia commons. 2005) “El municipio de Gama tiene una Altitud de 2.355 metros y coordenadas geográficas: Latitud: 4.767, Longitud: -73.617, Latitud: 4° 46' 1" Norte, Longitud: 73° 37' 1" Oeste”.

Historia

En las épocas precolombinas, en el municipio de Gama Cundinamarca estuvo habitado por indios Chíos, de la rama Muisca y su caserío estaba ubicado en Pauso. El nuevo pueblo de Gama fue fundado por el señor Juan Martín Romero, en 1870; Posteriormente En 1900, asesorado de don Luis Santana Pinto, el señor Romero contribuyó para su elección en municipio y la creación de la parroquia. El municipio de Gama se creó en 1903; esta Orden fue aprobada por Ley 58 de 1904. El primer alcalde fue don Francisco Romero Aguilera. (Wikimedia commons. 2005)

Figura 1.*Mapa de la ubicación de Gama Cundinamarca*

Nota: Adaptado de Localización del Municipio de Gama en el departamento de Cundinamarca en Colombia, de Wikimedia Commons, 2015, ([https://es.wikipedia.org/wiki/Gama_\(Cundinamarca\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Gama_(Cundinamarca))).

Figura 2.*Mapa del Municipio de Gama*

Nota: adaptado de mapa del municipio de Gama y sus respectivas veredas, de Iván Escobar Forero, 2013, (<https://es.slideshare.net/OlneyIvnEscobarForero/gama-29208077>), slideshare.

Departamentos y municipios con mayor Producción de Gulupa

Como se observa en las siguientes tablas Cundinamarca se sitúa como el tercer departamento de Colombia mejor productor de gulupa y el municipio de Gama el cual tomamos como base para el proyecto está situado como el octavo municipio de Cundinamarca que más produce Gulupa. Estos son datos alentadores ya que animan a seguir diseñando proyectos que aporten al campesino y animen a seguir cultivando esta fruta que es de tanta importancia a nivel mundial.

Figura 3.

Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento de gulupa según el departamento.

ÁREA SEMBRADA, ÁREA COSECHADA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE GULUPA
SEGÚN DEPARTAMENTO
2016-2017

| Departamento | Área Sembrada (ha) | | | Participación (%) | Área Cosechada (ha) | | | Participación (%) | Producción expresada en futo fresco (t) | | | Rendimiento (t) | | | |
|--------------------|--------------------|--------------|---------------|-------------------|---------------------|--------------|---------------|-------------------|-----------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|--------------|---------------|------------|
| | 2016 | 2017 | Variación (%) | | 2016 | 2017 | Variación (%) | | 2016 | 2017 | Variación (%) | 2016 | 2017 | Variación (%) | |
| TOTAL | 1.497 | 1.727 | 15,4 | 100,0 | 1.002 | 1.257 | 25,5 | 100,0 | 15.946 | 20.063 | 25,8 | 100,0 | 15,92 | 15,96 | 0,2 |
| Antioquia | 688 | 670 | 16,5 | 39,3 | 442 | 617 | 17,1 | 41,1 | 10.716 | 12.228 | 14,1 | 60,9 | 24,27 | 23,64 | 2,8 |
| Tolima | 349 | 374 | 7,2 | 21,7 | 218 | 281 | 28,9 | 22,4 | 1.534 | 1.152 | -24,9 | 5,7 | 7,04 | 4,10 | -41,7 |
| Cundinamarca | 167 | 184 | 10,5 | 10,7 | 122 | 136 | 11,5 | 10,8 | 1.547 | 2.025 | 30,8 | 10,1 | 12,68 | 14,89 | 17,4 |
| Boyacá | 162 | 174 | 7,5 | 10,1 | 59 | 114 | 94,0 | 9,1 | 492 | 1.674 | 240,0 | 8,3 | 8,39 | 14,69 | 75,2 |
| Santander | 33 | 84 | 153,6 | 4,8 | 30 | 43 | 44,7 | 3,5 | 566 | 1.006 | 77,7 | 5,0 | 18,87 | 23,18 | 22,8 |
| Cauca | 58 | 54 | -6,2 | 3,1 | 30 | 51 | 69,7 | 4,0 | 450 | 764 | 69,7 | 3,8 | 15,00 | 15,00 | - |
| Huila | 50 | 54 | 8,1 | 3,1 | 38 | 38 | 2,1 | 3,1 | 209 | 217 | 3,7 | 1,1 | 5,57 | 5,66 | 1,5 |
| Caldas | 2 | 35 | 1952,9 | 2,0 | 1 | 18 | 2457,1 | 1,4 | 6 | 317 | 5560,7 | 1,6 | 8,00 | 17,71 | 121,4 |
| Quindío | 7 | 28 | 296,7 | 1,6 | - | 12 | - | 1,0 | - | 133 | - | 0,7 | - | 10,73 | - |
| Nariño | 50 | 25 | -50,0 | 1,4 | 38 | 20 | -47,4 | 1,6 | 53 | 50 | -6,0 | 0,2 | 1,40 | 2,50 | 78,6 |
| Risaralda | 18 | 22 | 22,2 | 1,3 | 18 | 15 | -16,7 | 1,2 | 270 | 309 | 14,3 | 1,5 | 15,00 | 20,57 | 37,1 |
| Norte de Santander | 15 | 14 | -6,7 | 0,8 | 7 | 11 | 57,1 | 0,9 | 102 | 190 | 86,3 | 0,9 | 14,57 | 17,27 | 18,5 |
| Valle del Cauca | - | 1 | - | 0,1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Secretarías de Agricultura Departamentales. Alcaldías Municipales.

ÁREA SEMBRADA, ÁREA COSECHADA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE GULUPA
PRINCIPALES MUNICIPIOS PRODUCTORES
2016-2017

| No. | Municipio | Departamento | Área Sembrada (ha) | | | Variación (%) | Área Cosechada (ha) | | | Variación (%) | Producción expresada en futo fresco (t) | | | Participación (%) | Rendimiento (t) | | | Variación (%) |
|-----|--------------------|--------------|--------------------|--------------|-------------|---------------|---------------------|-------------|--------------|---------------|-----------------------------------------|-------------|--------------|-------------------|-----------------|------------|-----|---------------|
| | | | 2016 | 2017 | (%) | | 2016 | 2017 | (%) | | 2016 | 2017 | (%) | | 2016 | 2017 | (%) | |
| | TOTAL | | 1.497 | 1.727 | 15,4 | 1.002 | 1.257 | 25,5 | 100,0 | 15.946 | 20.063 | 25,8 | 100,0 | 15,92 | 15,96 | 0,2 | | |
| 1 | Peñol | Antioquia | 278 | 303 | 9,0 | 208 | 208 | - | - | 5.200 | 5.200 | - | 25,9 | 25,00 | 25,00 | - | | |
| 2 | Urrao | Antioquia | 90 | 134 | 48,9 | 90 | 86 | -4,4 | - | 2.700 | 2.580 | -4,4 | 12,9 | 30,00 | 30,00 | - | | |
| 3 | Jericó | Antioquia | 91 | 91 | - | 51 | 91 | 78,4 | - | 1.275 | 2.275 | 78,4 | 11,3 | 25,00 | 25,00 | - | | |
| 4 | Torbio | Cauca | 58 | 54 | -6,2 | 30 | 51 | 69,7 | - | 450 | 764 | 69,7 | 3,8 | 15,00 | 15,00 | - | | |
| 5 | Florián | Santander | 12 | 31 | 158,3 | 10 | 25 | 150,0 | - | 40 | 700 | 1.650,0 | 3,5 | 4,00 | 28,00 | 600,0 | | |
| 6 | Andes | Antioquia | 22 | 22 | 0,0 | 22 | 22 | 0,0 | - | 660 | 660 | - | 3,3 | 30,00 | 30,00 | - | | |
| 7 | Rovira | Tolima | 200 | 188 | -6,0 | 140 | 175 | 25,0 | - | 420 | 525 | 25,0 | 2,6 | 3,00 | 3,00 | - | | |
| 8 | Gama | Cundinamarca | 25 | 25 | 0,0 | 25 | 25 | 0,0 | - | 100 | 400 | 400,0 | 2,5 | 20,00 | 20,00 | - | | |
| 9 | Junín | Cundinamarca | 10 | 25 | 150,0 | 5 | 25 | 400,0 | - | 100 | 500 | 400,0 | 2,5 | 20,00 | 20,00 | - | | |
| 10 | Buenavista | Boyacá | 25 | 28 | 12,0 | 7 | 22 | 214,3 | - | 11 | 440 | 4.050,5 | 2,2 | 1,50 | 20,00 | 1.233,3 | | |
| 11 | Pasca | Cundinamarca | 49 | 52 | 6,1 | 41 | 37 | -9,8 | - | 451 | 407 | -9,8 | 2,0 | 11,00 | 11,00 | - | | |
| 12 | San Vicente Ferrer | Antioquia | 29 | 31 | 6,9 | 25 | 29 | 16,0 | - | 350 | 406 | 16,0 | 2,0 | 14,00 | 14,00 | - | | |
| 13 | Retro | Antioquia | 34 | 34 | - | 26 | 34 | 31,5 | - | 257 | 338 | 31,5 | 1,7 | 10,00 | 10,00 | - | | |
| 14 | Cajamarca | Tolima | 73 | 76 | 4,1 | 43 | 46 | 7,0 | - | 602 | 322 | -46,5 | 1,6 | 14,00 | 7,00 | -50,0 | | |
| 15 | Sutamarchán | Boyacá | 80 | 57 | -28,8 | 20 | 30 | 50,0 | - | 240 | 300 | 25,0 | 1,5 | 12,00 | 10,00 | -16,7 | | |
| 16 | Miraflores | Boyacá | 6 | 14 | 142,9 | 3 | 6 | 86,7 | - | 12 | 280 | 2.233,3 | 1,4 | 4,00 | 50,00 | 1.150,0 | | |
| 17 | Sonsón | Antioquia | 16 | 19 | 18,8 | 3 | 18 | 500,0 | - | 30 | 270 | 800,0 | 1,3 | 10,00 | 15,00 | 50,0 | | |
| 18 | Zetaquirá | Boyacá | 4 | 15 | 275,0 | 0 | 10 | - | - | 0 | 240 | - | - | - | 24,00 | - | | |
| 19 | Albania | Santander | 0 | 10 | - | 0 | 10 | - | - | 0 | 200 | - | - | - | 20,00 | - | | |
| 20 | San Bernardo | Cundinamarca | 65 | 26 | -59,7 | 57 | 21 | -62,8 | - | 537 | 200 | -62,8 | 1,0 | 9,50 | 9,50 | - | | |
| 21 | Machetá | Cundinamarca | 6 | 22 | 266,7 | 6 | 16 | 166,7 | - | 28 | 176 | 537,7 | 0,9 | 4,60 | 11,00 | 139,1 | | |
| 22 | Ubalá | Cundinamarca | 8 | 12 | 50,0 | 0 | 8 | - | - | 0 | 176 | - | - | - | 22,00 | - | | |

Nota: Adaptado de Departamentos y municipios de Colombia con producción de gulupa, (p. 04), por María Norena, 2021.

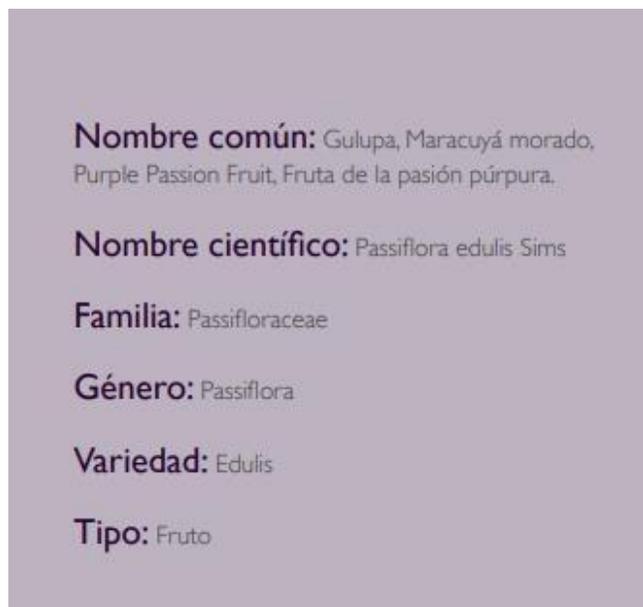
Marco teórico

Gulupa y su origen

La gulupa es una fruta exótica y silvestre que principalmente se originó en la región del Amazonas, entonces ahí tomó un color verde y morado que demuestra cuál es su momento de maduración y qué tan jugosa se encuentra. Esta fruta es Originaria de América del sur específicamente en Brasil. Según (Vasco, 2015) “A esta fruta también se le conoce con otros nombres como: curuba redonda, maracuyá morado, cholupa morada, entre otros. Contiene beneficios que van desde las proteínas, hasta vitaminas A, B y C”. (p.12).

Figura 4.

Taxonomía de la Gulupa.



Nota: adaptado de nombre común, científico, familia y género de la Gulupa, Vasco, 2015, (https://es.wikipedia.org/wiki/Passiflora_pinnatistipula).

Países y zonas productoras en Colombia

Principales países productores

Según (Vasco, 2015) en el año 2010 los principales países productores de gulupa fueron China (16.800.000 ton), seguido de Federación Rusa (1.565.032 ton) y Estados Unidos (1.346.080 ton). Y en la actualidad los países con mayor producción de esta fruta son los son Brasil, Ecuador y Colombia, pero Ecuador es el mayor exportador a nivel mundial y le sigue Colombia con. (p.02) Según datos recolectados por la Asociación Hortifruticola de Colombia, la producción de la Gulupa aumentó 335% en los últimos 10 años, en 2018 el cultivo ascendió a 24.799 toneladas producidas.

Exportaciones

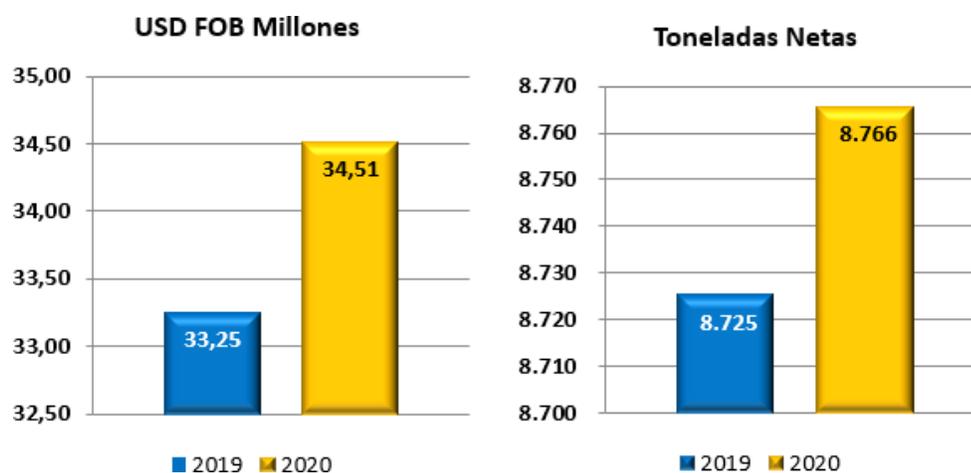
Según (Nicolás Rincón, 2020) en investigaciones recientes, la gulupa ha sido un producto colombiano que ha tenido excelente desempeño en el mercado. Durante el año 2020, las exportaciones de esta fruta aumentaron en un 3,8% con un crecimiento de USD FOB 33,25 millones en 2019 a USD FOB 34,51 millones en el 2020. El peso exportado pasó de 8.725 toneladas en 2019 a 8.766 toneladas en el 2020, registrando un crecimiento en volumen, mostrando un valor intrínseco del producto en el mercado a nivel internacional.

Zonas productoras de Gulupa en Colombia

En Colombia se estima un área de siembra de gulupa de 1289 H, en área productiva 908 Ha y la producción total es de 3814 Toneladas (ICA, 206). Las zonas productoras en Colombia, es de un 80% en Cundinamarca y Boyacá, y de un 20% en algunas zonas de los departamentos de Quindío, Caldas, Antioquia, Huila y Tolima. (ICA, 206).

Figura 5.

Comportamiento exportaciones de Gulupa, valor y volumen.



Nota: adaptado de gráfica del comportamiento de exportaciones valor y volumen de la gulupa.

Fuente: Analdex, datos legiscomex, 2020.

Generalidades del cultivo de Gulupa

Según el programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá, (Vasco, 2015) las características más importantes del cultivo de Gulupa son:

Temperatura: desde 15 a 20 °C.

Altura del nivel del mar: De 1.800 a los 2.400 m.s.n.m.

Humedad relativa: del 70 al 80%.

Tipo de Suelo: francos con pendiente moderada entre 15 y 30%

Requerimiento Hídrico: 900 a 1.200 mm al año bien distribuidas.

Rango de pH: entre 6,5 y 7,5.

Observaciones: es sensible al exceso de agua.

Suelos: Basándonos de (Ocampo Pérez & Posada Quintero, Ecología del cultivo de Gulupa, 2012), para el cultivo de gulupa se necesita suelos con textura liviana para su perfecto desarrollo; preferiblemente que sean franco-arenosos a franco-arcillosos, con una profundidad entre 60 a 80 cm. Este tipo de cultivo puede ser cultivado en terrenos con pendiente. El suelo debe tener preferiblemente un pH entre los 6,5 y 7,5 y las sales deben ser bajas. (Jiménez, Carranza y Rodríguez, 2012).

Exigencias Agroecológicas

Según (Vasco, 2015) el cultivo de gulupa tiene un mejor desarrollo en altitudes entre 1.800 a 2400 msnm con una temperatura entre 15 a 20 °C, es importante ser cuidadoso en las épocas de invierno o heladas, pues de esta forma puede afectar el desarrollo vegetativo y la producción del cultivo. Cabe resaltar que una variable importante es la temperatura ya que la producción de flores puede ser afectada por temperaturas superiores a 30°C en el día y 25°C en la noche.

Radiación

Guiándonos de investigaciones (Vasco, 2015) la radiación, tanto el mucha como poca luz afecta negativamente al desarrollo de las plantas de Gulupa y a su producción; Por lo tanto, el exceso de luz afecta el desarrollo de las plantas y genera daños en la fruta; Cuando hay días nublados y fríos perjudican negativamente el crecimiento, cantidad y apertura de flores. Y periodos prolongados sin luz solar dañan la floración y la cosecha (Jiménez, Carranza y Rodríguez, 2012) (p.11)

Efecto de la Temperatura en los cultivos de Gulupa

El hermoso cultivo de gulupa soporta temperaturas entre 10 y 24° C, aunque las condiciones óptimas están entre los 15 y 18° C para el día y de 13 a 16° C en la noche

(Nakasone y Paul, 1998; Pérez y Melgarejo, 2012). En Regiones con Temperaturas promedio fuera de este rango, el crecimiento vegetativo puede ser más lento o acelerado ocasionando pérdida de vigor y desarrollo del cultivo (Fischer et al; 2009). De otra parte, la producción de flores se puede ver afectada con temperaturas superiores a los 30°C en el día y 25°C en la noche.

Humedad en los cultivos de gulupa

Según Natalia Sanabria La humedad relativa en la gulupa debe estar entre el 75% y 80%. En este porcentaje se favorece la polinización y fecundación de las flores. Los requerimientos hídricos de la gulupa deben estar entre 1.300 a 1.800 mm distribuidos al año. Por lo que las temporadas de lluvias constantes no favorecen la producción, especialmente cuando la planta se encuentra en etapa de floración. Los lugares con vientos fuertes y constantes dificultan la presencia de insectos polinizadores, también ocasionan daños en las estructuras florales que provoca deshidratación y pérdida valiosa de polen en las flores, (Natalia Sanabria, 2018, pp. 44).

Efecto del Viento en los cultivos de gulupa

Los vientos calurosos causan marchitez de flores, deshidratación, cese de fotosíntesis y muerte de los brotes tiernos. Los vientos secos con temperaturas altas producen aumentos en las tasas de transpiración, desecación de los brotes tiernos y disminución de los índices de crecimiento (Rivera et al., 2002). Los cultivos no son favorecidos por vientos fuertes ya que causan desecamiento de las plantas, roce de los frutos entre ellos, con ramas y la construcción. La velocidad del viento debe ser menor a 20 km/h. En zonas con vientos fuertes se pueden ubicar barreras rompevientos con especies arbóreas a una distancia mínima entre árboles. Los vientos excesivos en el cultivo afectan en forma indirecta el proceso de floración, ya que las especies encargadas de esta labor, abejas y abejorros se desplazan mejor en ambientes con poco viento.

Hay que aclarar también que, dependiendo la dirección del viento, insectos plaga pueden ser arrastrados al cultivo. (Agronomía, 2002)

Enfermedades en la gulupa

En Colombia existen 16 enfermedades importantes registradas en pasifloráceas:

13 asociadas a hongos

11 a nematodos

2 a bacterias

2 a virus

(Castaño-Zapata, 2009)

Enfermedades foliares

manchas foliares por *Glomerella cingulata* (Stoneman), anam.: *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz)

manchas foliares cafés causadas por *Alternaria passiflorae* J.H. Simmonds,

manchas por *Cercospora calospileae* Syd,

roya causada por *Puccinia scleriae* (Pazschke)

(APS, 2003, Angulo,2009, Camelo, 2010, Pinto et al, 2003, Riascos, 2010)

Enfermedades de cuello, en tallo y raíces

podrición de la raíz por *Haematonectria haematococca* (anamorfo: *Fusarium solani*)

marchitamiento por *Fusarium oxysporum*,

coronas en el tallo por *Agrobacterium tumefaciens* (Smith & Townsend)

Nemátodos noduladores (*Meloidogyne*)

Nemátodo espiral (*Helycotylenchus*)

(APS, 2003, Angulo,2009, Moya, 2010; Ortiz, 2010; Pinto et al, 2003).

Enfermedades en flores y frutos

Glomerella cingulata (anamorfo Colletotrichum gloeosporioides)

Alternaria passiflorae

Botrytis

Mucorales (Rhizopus y Mucor)

Cladosporium cladosporioides

(APS, 2003, Angulo, 2009, Camelo, 2010, CPFA, 2010, Benítez, 2010, Riascos, 2010)

Plagas que afectan los cultivos de gulupa

Mosca del ovario (Dasiops): Algunas especies del género Dasiops Rondani (Diptera: Lonchaeidae) adquieren importancia económica como insectos plaga, debido a que infestan estructuras florales y en primer estado de formación de Passiflora silvestres y cultivadas. Es así como Dasiops inedulis Steyskal infesta exclusivamente botones florales en maracuyá, granadilla y gulupa, razón por la cual podría denominarse a esta especie como ‘mosca del botón floral. Según datos del Conpes (2008), las producciones de gulupa se ven afectadas por los daños causados por las moscas negras de los botones florales y las moscas negras del fruto, que provocan pérdidas entre el 50-60%. Esta situación, sumada a la implementación inadecuada de estrategias para su manejo, se agrava por el uso inadecuado de insecticidas de síntesis química y sin existir homologación de las técnicas de manejo para cada una de las pasifloras cultivadas, lo que ha generado pérdidas anuales cercanas a los 1,2 billones de pesos (Bernal y Díaz, 2005).

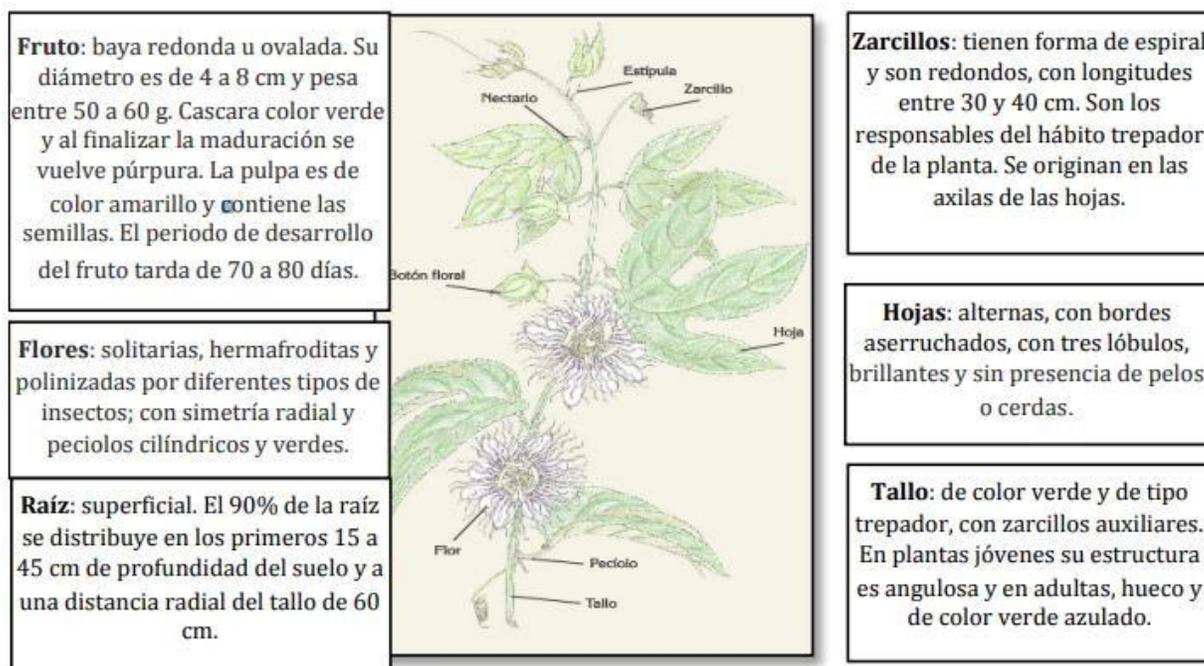
Pulgones, afidos: (Mysus Persicae Sulzer) Se alimentan de partes terminales de la planta. Causan encrespamiento de hojas jóvenes. Es reportado como principal vector de enfermedades virales de importancia económica como el virus de endurecimiento del fruto.

Mosca de la fruta: (*Anastrepha pallidipennis* Greene). Los adultos ponen los huevos sobre el fruto. La larva ocasiona daño al alimentarse de la pulpa que se contamina con bacterias y hongos.

Mosca del Botón Floral: (*Dasiops* sp). Las hembras ponen los huevos en la base de los botones florales, La larva al emerger se alimenta de las anteras y el ovario provocando en un principio deformidad de los botones florales que luego pierden la coloración verde y luego se caen. También infectan flores y frutos. (Miguel Hernández. 2011).

Figura 6.

Planta de Gulupa y sus partes



Nota: adaptado de Planta de gulupa y sus partes. Fuente: (Ocampo Pérez & Morales Liscano, Aspectos generales de la Gulupa, 2012) y (Jiménez, Carranza, & Rodríguez, 2012)

Ciclo fenológico del cultivo

Tomando en cuenta lo que dice (Escobar Torres & Cabrera, 2006) El período que existe entre la siembra y la floración de la Gulupa tiene una duración aproximada de 180 días o más

bien 6 meses. También el período de producción dura más o menos 420 días o lo mismo que sería 14 meses.

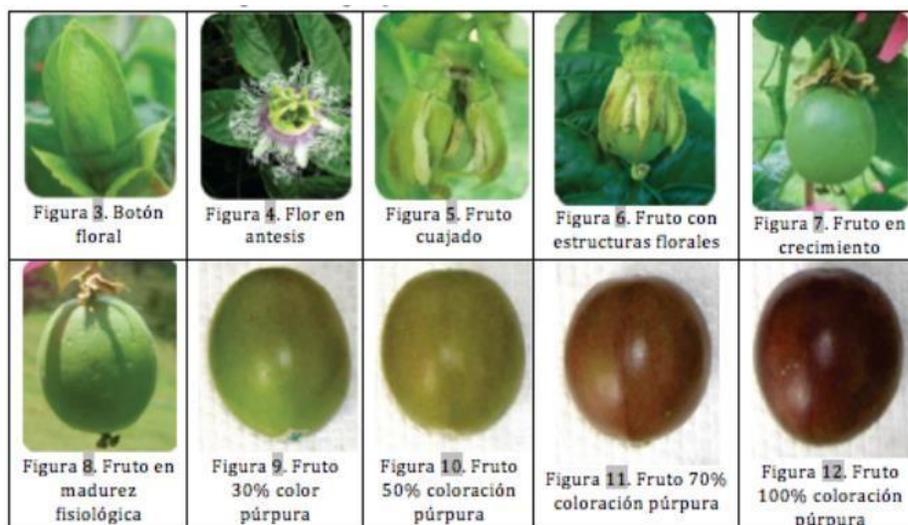
Según (Escobar Torres & Cabrera, 2006) El período entre cosecha y cosecha es 2 meses y los tiempos de lluvia ayudan a la floración. El cultivo tiene vida promedio útil entre 2 a 3 años, pero con las labores adecuadas puede llegar hasta los 4 años de vida.

Según (Vasco, 2015) En este tipo de cultivo se presentan 10 etapas fenológicas: yema floral, flor en antesis, fruto cuajado, fruto con estructuras florales cubriéndolo, fruto inmaduro en crecimiento, fruto en madurez fisiológica, fruto (30% púrpura), fruto (50% de púrpura), fruto (70% púrpura) y fruto (100% de coloración) (p.14).

El período transcurrido desde la aparición de la yema floral hasta la flor en antesis es de 30 días, mientras que desde la aparición de las flores en antesis hasta la madurez total del fruto transcurren entre 4 y 5 meses (Melgarejo, 2012)

Figura 7.

Ciclo fenológico del cultivo de gulupa



Nota: adaptado de proceso del ciclo fenológico de la fruta de gulupa, (p. 13), 2012, cámara de comercio de Bogotá.

Programación java usada en las telecomunicaciones

El lenguaje de programación java se diseñó para objetos que serán programados, hoy en día es uno de los más usados que permite la abstracción del hardware y sistemas operativos. Los programas serán escritos con HTML, pues permiten la animación gráfica, consultas que son enviados por medio de una red. Java fue desarrollado con el fin de ejecutar programas sin importar el sistema operativo que posea.

Actualmente el lenguaje Java es utilizado para la programación de los softwares y es el más usado a nivel mundial; la seguridad del software va desde a programación hasta la ejecución. Cuando se escribe programas en Java, es necesario ser compilado en un conjunto de instrucciones optimizadas denominadas programa “bytecode “, independiente de la plataforma. (Guzmán, 2018, pp 12-13)

El código main en java es una clase que permite al programa utilizar una sola base, por eso Java envía un mensaje que aparece en la pantalla. El código main es una pieza de arranque para que el programa Java pueda ser ejecutado (Arranz, 2009)

Figura 8.

Código de palabras reservadas en Java

| Palabra 1 | Palabra 2 | Palabra 3 | Palabra 4 | Palabra 5 |
|-----------|-----------|------------|--------------|-----------|
| Boolean | Double | Import | Public | Throws |
| Break | Else | Instanceof | Rest | Transient |
| Byte | Extends | Int | Return | True |
| Case | False | Interface | Short | Try |
| Catch | Final | Long | Static | Void |
| Char | Finally | Native | Strictfp | Volatile |
| Class | Float | New | Super | While |
| Const | For | Null | Switch | |
| Continue | Goto | Package | Synchronized | |
| Default | If | Private | This | |

Nota: adaptado de Muestra las palabras con código exclusivas de Java, Arranz, 2019, Fuente:

Recuperado de (https://www.ciberaula.com/cursos/java/palabras_reservadas_java.php)

Internet de las cosas

Según (Salazar, 2018) “es una arquitectura basada en la Internet global que facilita el intercambio de bienes y servicios entre redes de la cadena de suministro y que tiene un impacto importante en la seguridad y privacidad de los actores involucrados” (p. 08).

La IoT ha causado un cambio radical en la calidad de vida de las personas y del mundo, ofreciendo nuevas oportunidades de acceso a datos, servicios en educación, seguridad, entre otros. Futuramente, será la clave para aumentar la productividad de las empresas, ofreciendo una amplia distribución de la red, redes inteligentes y nuevos servicios que pueden ser personalizados.

El internet de las cosas trae beneficios de mejora de la gestión, aumenta la cantidad de datos de información y permite la optimización de equipos y uso de los recursos que puede reducir costos por ello que el internet de las cosas es tan importante pues facilita la mano de hora de las personas y la economía. (Salazar, 2018, p. 08)

Radioenlaces

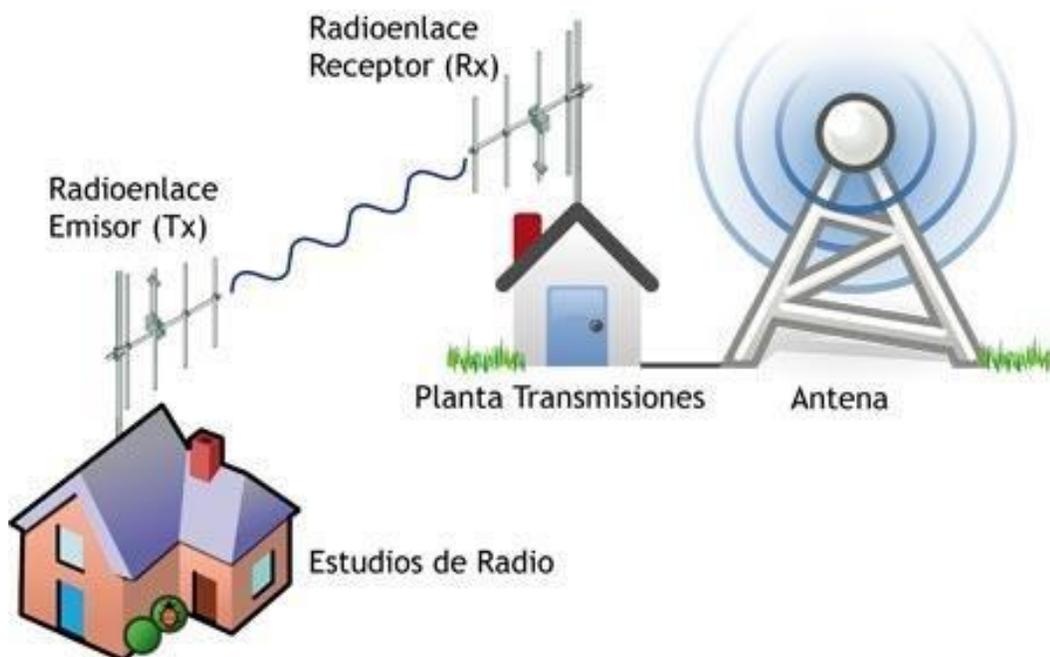
Según el blog es una interconexión entre terminales de telecomunicaciones que se efectúa a través de ondas electromagnéticas. Un radioenlace consiste en un sistema electrónico de comunicación inalámbrica que funciona con ondas de radio y puede transferir la información entre puntos.

Esto ocurre en la radio comercial pues es un radioenlace multipunto o en los enlaces de larga distancia como satélite o conexiones terrestres como: internet por wifi, por wimax o radio. Funciona por ondas de radio que permiten que se transmitan datos entre dos puntos que se separan por metros o kilómetros. Los sistemas de radioenlace están compuestos por 4 elementos: transmisor, receptor, 2 antenas y 2 líneas de transmisión. (Stock, 2021, pp. 01)

Según (Stock, 2021) El transmisor es encargado de producir la señal por microondas de potencia y frecuencia, la antena del receptor apunta a la del emisor para recoger la energía de la señal y enviarla a la línea de transmisión que es la que conecta con el receptor. Después se demodula y acaba procesándola para que se interprete la información. (pp. 02)

Figura 9.

Ejemplo de radioenlace.



Nota: adaptado de representación de un radioenlace, lado emisor y lado receptor, de Santiago García, 2018, fuente (<https://analfatecnicos.net/pregunta.php?id=24>).

Arduino

Consiste en una Gama de circuitos electrónicos open source, basado en un microcontrolador. Estos circuitos poseen componentes útiles para un uso más rápido y sencillo del microcontrolador. El Arduino está diseñado para la creación y programación de objetos, las creaciones pueden tener: captadores, indicadores luminosos e interruptores.

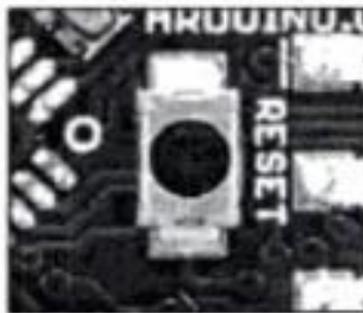
Las tarjetas Arduino están compuestas por conectores para conectar módulos compatibles, los cuales son circuitos similares al Arduino y que se apilan sobre estos conectores. También frece extensiones hardware para añadir funcionalidades originales a cualquier proyecto. También tienen conectividad USB, que permite programar fácil el microcontrolador. (Giolav, 2018, pp.10)

Reset

Según (Giolav, 2018) Es una función física que permite al Arduino o microcontrolador reiniciar su estado. El microcontrolador ejecuta las instrucciones contenidas en su memoria de manera clínica e infinita. La función reset la cual es un botón de la permite parar el programa y ponerlo en 0 nuevamente. (pp.11)

Figura 10.

Botón reset en un arduino nano.



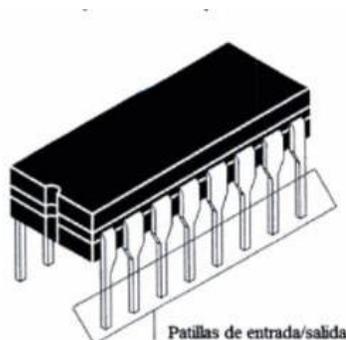
Nota: adaptado de botón reset para el reinicio del microcontrolador, (p. 10), Giolav, 2018.

Entradas y salidas

Son los medios que tiene el microcontrolador para comunicarse. Se les llama entradas y salidas a las plantillas metálicas, estas emiten señales lógicas, que se pueden interpretar por el microcontrolador.

Figura 11.

Plantillas de entrada y salida en un microcontrolador



Nota: adaptado de los pines de entrada y salida de un microcontrolador, (p. 12), Giolav, 2018.

Las tarjetas Arduino facilitan el acceso a las entradas y salidas. Usando los conectores hembra de 2.54 mm así es muy fácil añadir o retirar componentes sin tener que soldar. Sobre estos conectores se conectan los circuitos adicionales. (Giolav, 2018, pp. 12)

Clasificación de conectores del Arduino

Conectores digitales: estos proporcionan datos digitales como señales lógicas. Solo pueden tener 2 valores: un 0 lógico correspondiente a la ausencia de tensión y un 1 lógico que corresponde a una tensión de 5 v.

Conectores analógicos: solo funcionan en modo entrada, sirve únicamente para la lectura de datos. Aceptan tensiones entre 0 y 5 v.

Conectores de alimentación: sirven para alimentar los shields o circuitos externos. También alimenta la tarjeta Arduino.

Conectores de comunicación: existen 3 puertos de comunicación: el puerto serie, puerto IC y puerto SPI. Comparten su funcionalidad con otros conectores.

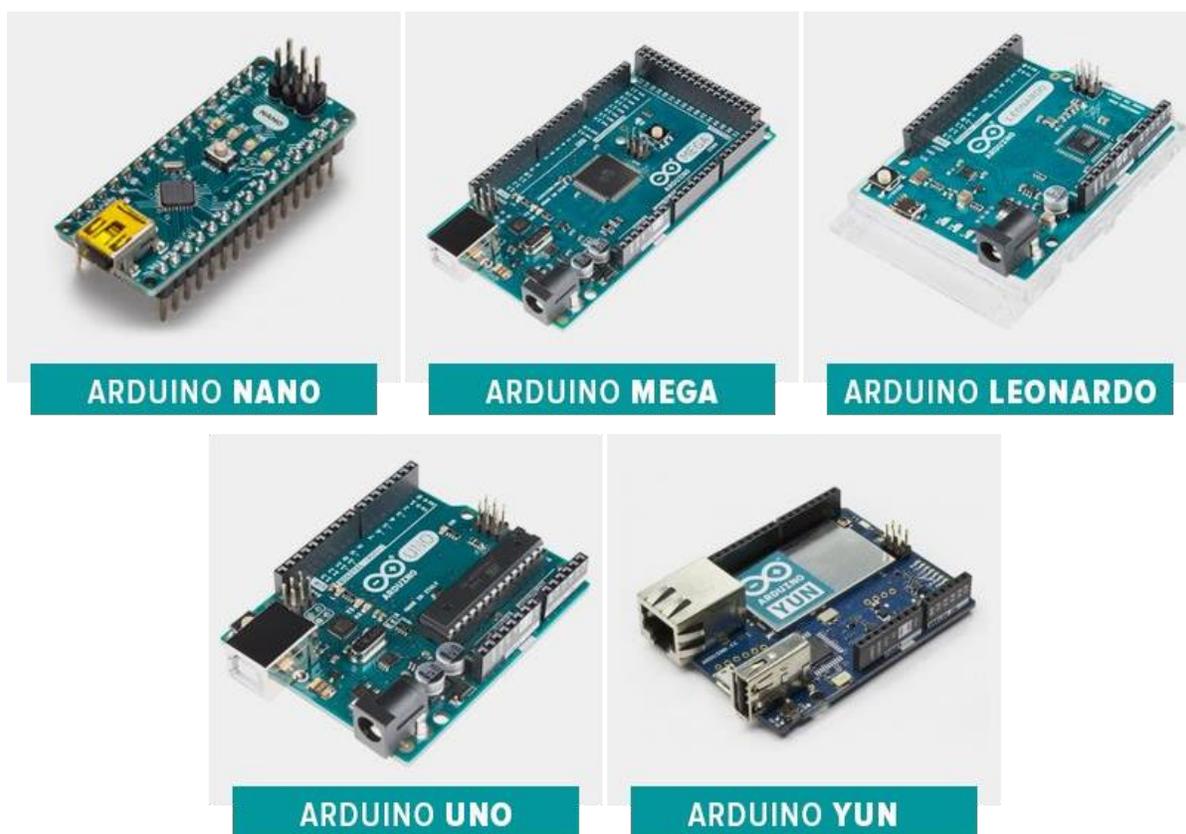
(Giolav, 2018, pp. 13)

Memoria

Los microcontroladores tienen 3 tipos de memoria: la memoria flash, la SRAM y la EEPROM. La memoria flash y EEPROM son memorias ROM no volátiles que conservan sus datos incluso en ausencia de corriente. Es también igual que la memoria flash cuyo contenido programado se ejecuta por el microcontrolador cuando se enchufa a la corriente. (Giolav, 2018, pp. 14)

Figura 12.

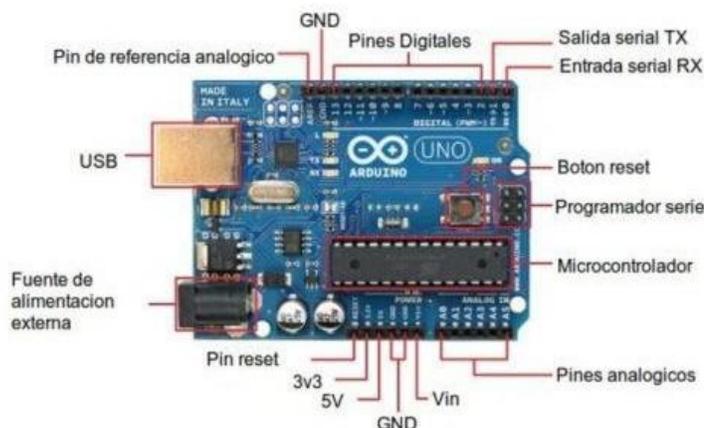
Tipos de Arduino



Nota: adaptado de diferentes tipos de Arduino (NANO, MEGA, LEONARDO, UNO, YUN), de Los militares, 2016, fuente: (<https://arduino.cl/que-es-arduino/>).

Figura 13.

Partes del Arduino



Nota: adaptado de Arduino con sus diferentes partes y divisiones, de Ingeniería Mecafenix, 2017, (<https://www.ingmecafenix.com/electronica/arduino/>).

Sensor DHT11

Los sensores DHT nos proporcionan de forma digital la temperatura y la humedad, con diferente precisión según el modelo. El módulo del sensor incluye el componente de detección de humedad resistiva y la prueba de temperatura NTC. El módulo de sensor de humedad de temperatura digital compatible es componente y conectado con MCU de 8 bytes. Este módulo es de respuesta rápida, gran capacidad anti-interferencia.

Hay que destacar que el chip incorpora electrónica para hacer internamente la conversión de temperatura y humedad y nos da un valor de medida de forma digital, es decir, que no necesitamos un pin analógico como en el caso del DHT11, sino que lo leeremos con un pin digital.

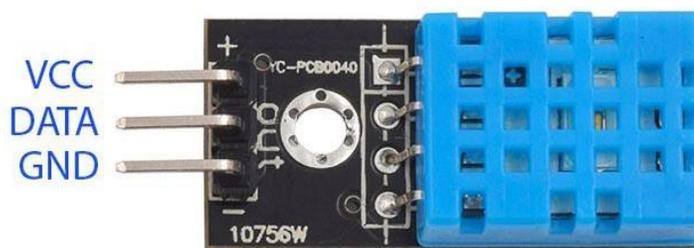
Las características del DHT11 son:

- Muy económico
- Funciona con 3,3 y 5V de alimentación

- Rango de temperatura: de 0° a 50° con 5% de precisión
- Rango de humedad: de 20% al 80% con 5% de precisión
- 1 Muestra por segundo
- Bajo consumo
- Da la medida en °C

Figura 14.

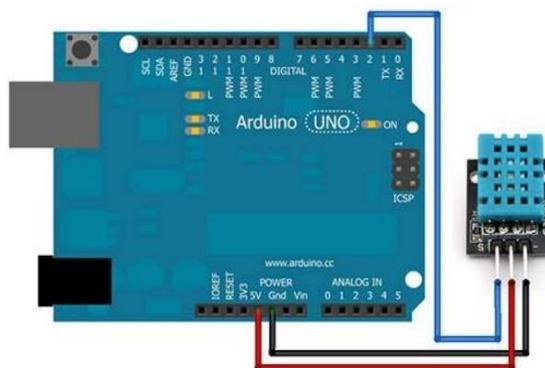
Sensor de temperatura DHT11 y sus conexiones



Nota: adaptado de sensor DHT11 y los pines de conexiones, (P. 02), de Profesor Bolaños D. 2018, Prometec.

Figura 15.

DHT11 Módulo de Sensor de Humedad de Temperatura Digital Keys conexión a arduino.



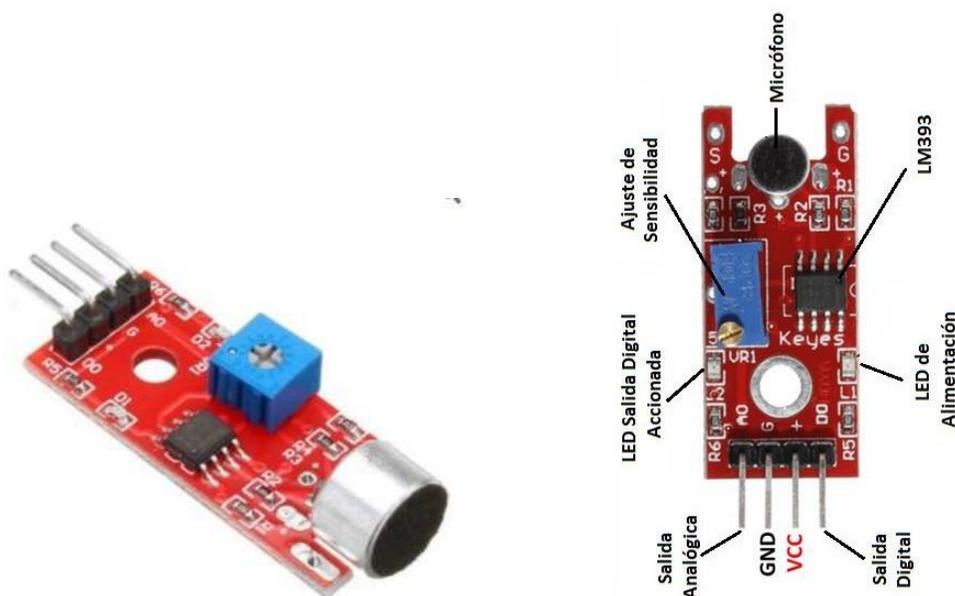
Nota: adaptado de sensor DHT11 conexiones al Arduino, (P. 03), de Profesor Bolaños D. 2018, Prometec.

Módulo sensor micrófono ky-037

Definición: Según. (Electronics, 2020) Es un módulo diseñado para Arduino que permitirá detectar de forma fácil cualquier sonido. Este permite detectar cualquier tipo de sonido de forma rápida. El módulo sensor con micrófono posee un trimpot el cual se puede ajustar la sensibilidad del sensor.

Figura 16.

Módulo sensor micrófono ky-037



Nota: adaptado de Módulo KY-037 Sensor de Sonido, Prometec, 2019,

(<https://www.prometec.net/sensor-sonido-ky038/>).

Características

Chip principal: LM393

Voltaje de operación: 4V ~ 6V

Pines de salida analógica: 1

Pines de salida digital: 1

Temperatura de operación: -40°C ~ 85°C

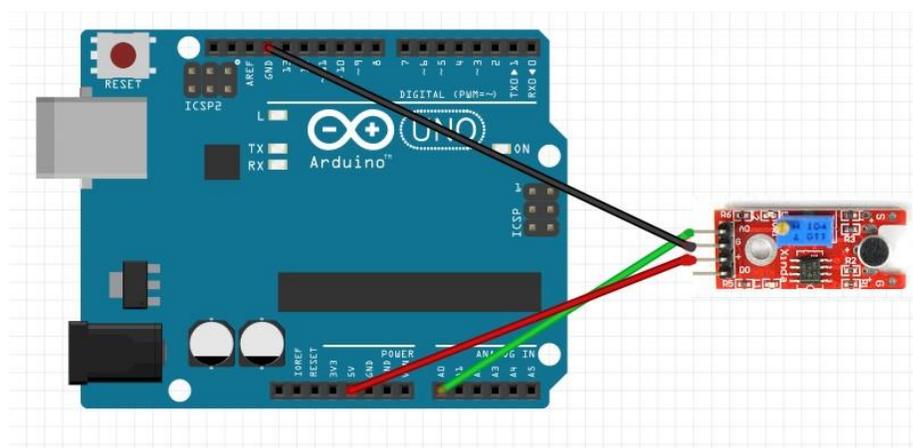
LED: LED Indicador de alimentación y LED Indicador de salida digital.

Dimensiones: 4.3 x 1.5 x 1.4 cm

Peso: 5 gramos

Figura 17.

Conexión del micrófono al Arduino



Nota: adaptado de Módulo KY-037 Sensor de Sonido conectado a un arduino, Prometec, 2019, (<https://www.prometec.net/sensor-sonido-ky038/>).

¿Uso y función del sensor de sonido?

El sensor es útil para encender o apagar una lámpara, para detectar ruido en algún lugar o espacio.

Este módulo tiene 2 salidas:

Analógica (A0): Lleva toda la información que está detectando el micrófono

Digital(D0): Se obtiene una salida de encendido o apagado que se activa cuando el sonido supera cierto volumen. Dicha salida de alta o baja se puede configurar mediante el ajuste del umbral.

El sensor tiene 3 componentes principales en su placa. El Primero es la unidad de sensor en la parte frontal, el cual mide el área físicamente y envía una señal analógica a la segunda unidad, el amplificador. El segundo LM396 amplifica la señal, de acuerdo con el valor resistente del potenciómetro, y envía la señal a la salida analógica. Y el tercer componente es un comparador que apaga la salida digital y el LED si la señal cae por debajo de un valor específico. (Electronics, 2020, pp. 02)

Módulo transceptor RF nrf24l01 con antena

Características

- Voltaje de alimentación de 1.9 a 3.6V
- Control mediante SPI
- Banda ISM de 2.4GHz
- Velocidad de datos de hasta 2Mbps.
- Operación a muy baja potencia.
- 11.3mA TX a 0dBm de potencia de salida
- Compatible con nRF2401A, 02, E1 y E2
- Selección de canales mediante software (125 disponibles)
- Antena externa con conector SMA (Incluida)
- Distancia de alcance de hasta 1200 metros en línea de vista
- Consumo energético ultra bajo, capaz de durar años utilizando una batería

Compatible con nRF2401A, 02, E1 y E2

- Selección de canales mediante software (125 disponibles)
- Antena externa con conector SMA (Incluida)

(Nómada, 2016, pp 01 - 05)

Figura 18.*Módulo RF nrf24l01*

Nota: adaptado de módulo transceptor RF nrf24l01 con antena, de Max electrónica, 2019, (<https://maxelectronica.cl/wifi-24ghz/56-transceptor-nrf24l01-con-antena-sma-y-preamplificador-de-potencia.html>).

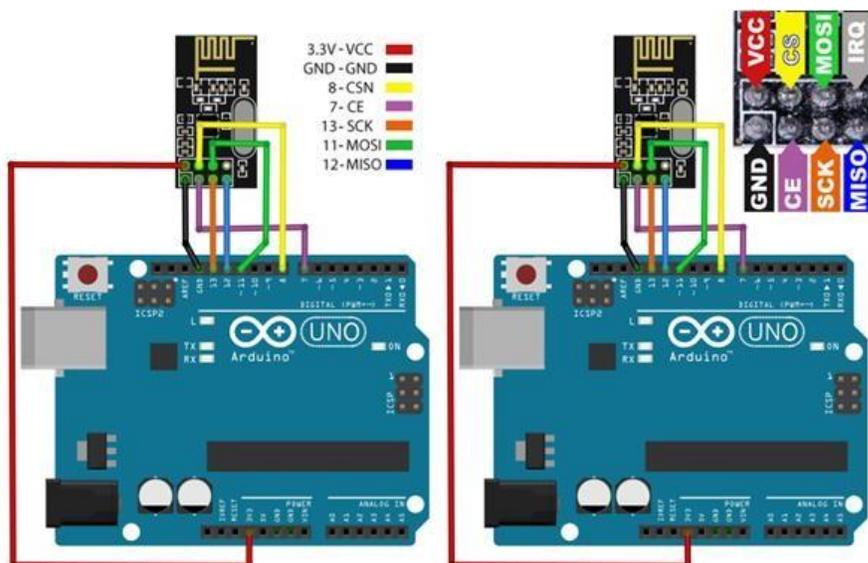
Definición y usos

El autor del libro afirma: el módulo RF basado en el chip Nordic nRF24L01, es muy compacto y de muy bajo consumo. Este módulo es útil para proyectos de telemetría, control de periféricos, industria, etc. Es útil para comunicar proyectos de forma inalámbrica. Posee una Antena externa que le permite tener un rango máximo de 1km de distancia. El módulo transmite de 1 a 1000 metros máximo, es un módulo muy útil para comunicar enlaces inalámbricamente, sirve para proyectos de telecomunicaciones .

Este módulo posee 8 pines por los que se alimenta (3.3V) y se comunica mediante SPI. (Nómada, 2016, pp 01 - 05)

Figura 19.

Conexión del módulo Nrf24l01 a Arduino



Nota: adaptado de esquema de conexión del módulo nrf24l01 a Arduino, de Robots Argentina, 2019, (<https://robots-argentina.com.ar/didactica/arduino-comunicacion-inalambrica-con-nrf24l01/>).

Lenguajes de programación

El autor del libro (Ferris, 2019) afirma lo siguiente

Definición

Son un grupo de órdenes y comandos que explican un proceso. Cada lenguaje de programación tiene sus instrucciones y enunciados que se unen para crear los programas de cómputo. Los lenguajes de programación son herramientas que permiten crear y adecuar aplicaciones.

Sirven para especificar algoritmos sobre en un pc.

Un programa se escribe como un proceso de frases del lenguaje.

Un lenguaje de programación tiene un léxico, una sintaxis. (Ferris, 2019, pp. 02-04)

Los lenguajes son conjunto de símbolos que se pueden usar en un lenguaje, estos símbolos podrán ser de los siguientes:

- Identificadores: nombres representativos que se dan a uso elementos de programación (variables, tipos, módulos, etc.).
- Constantes: datos y variables que no cambiarán su valor.
- Operadores: símbolos que representarán operaciones entre variables y constantes.
- Instrucciones: símbolos que representan una estructura de procesamiento, y de definición de elementos de programación.

Lenguajes de bajo nivel

Están basados principalmente en la máquina de Von Neumann, por lo cual están a un nivel muy cercano a ella.

Las instrucciones del lenguaje son las instrucciones del microprocesador del ordenador, que son sencillas.

Es algo complejo y costoso de programar.

Lenguaje máquina

Instrucciones reconocidas por los circuitos del procesador.

Se codifican en binario.

Los datos se referencian por su ubicación de memoria.

Lenguaje ensamblador

Codificación del lenguaje de máquina.

Necesita de un traductor.

Se pueden usar etiquetas en vez de posiciones de memoria

(Ferris, 2019, pp. 04- 08)

Lenguajes de alto nivel

Se basan en máquinas abstractas, que facilitan la comprensión por personas.

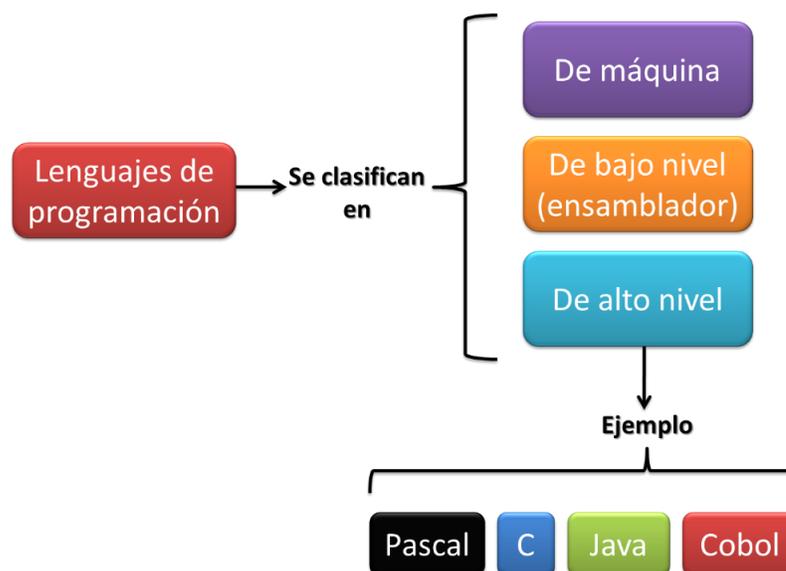
Instrucciones más flexibles y potentes.

Necesita un traductor para convertir el programa a lenguaje máquina, que es el que entiende el ordenador.

No depende del procesador, por lo que el mismo programa sirve para diferentes ordenadores.

Figura 20.

Clasificación de los lenguajes de programación



Nota: adaptado de División de los lenguajes de programación (de máquina, bajo nivel y alto nivel), Ruby, 2019, (<https://sites.google.com/site/programgera/home/algoritmos/clasificacion-del-lenguaje-de-programacion>).

Bases de datos

Según (Guzmán, 2018), “La base de datos almacena trabajos, también se puede diseñar nuestra propia base de datos y lograr guardar archivos y documentos que se requieran o deseen por medio de dos tablas que permitirán el diseño anhelado”. (p. 53)

Telemetría agrícola

Definición: La telemetría es la ciencia o el proceso que estudia la recopilación de información sobre objetos que se encuentran lejanos y el envío de la información de manera electrónica hacia algún lugar. (Flavio Capraro, 2018, pp. 04-09)

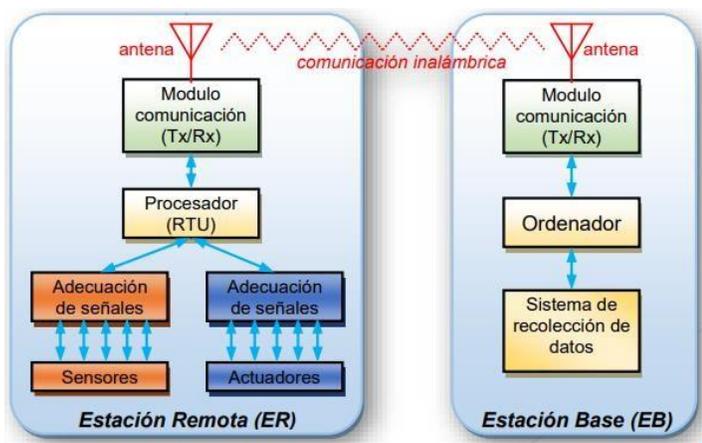
Según el autor, Se requiere una agricultura moderna y para ello se da uso de la telemetría y de IoT, como ejemplo de telemetría tenemos:

- Desarrollo de un sistema de medición y monitorización de variables (intra-campo) que se adecúe a la realidad local.
- Desarrollar el sistema de telemetría y generar una herramienta tecnológica que permita al productor un acercamiento a las nuevas tecnologías disponibles (sensores, aplicaciones informáticas, gestión en línea del riego, reportes sobre aplicación del riego, etc.).
- El desarrollo de las herramientas se basan en el análisis de la infraestructura de manejo de los datos y la monitorización de la información bajo las técnicas modernas de telemetría.

(Flavio Capraro, 2018, pp. 04-09)

Figura 21.

Diagrama de telemetría



Nota: adaptado de Ejemplo de diagrama de telemetría, (p. 55) Jorge B, 2011.

Sistema operativo

Según el documento informativo de telecomunicaciones (Guzmán, 2018) “el sistema operativo ayuda a determinar ventajas multimedia y la interacción con los respectivos usuarios, esto permite que se realicen tareas informáticas con varios sistemas operativos”. (p. 51)

Ejemplos de sistemas operativos:

BlackBerry OS

Linux

Windows Mobile

Marco Conceptual

A continuación, se presentan los conceptos de las variables y factores a trabajar en el proyecto:

Humedad

Según (significados. 2021) la humedad es el agua que está insertada un cuerpo, también, el agua, en forma de vapor que está presente en el aire. La humedad del suelo se denomina a la cantidad de agua que hay presente en un terreno. La humedad es la principal encargada para la formación, conservación, fertilidad y productividad del suelo, como también para la germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas. (pp.01).

Temperatura

Según la definición de (Osman. 2021) es una medida física que indica la energía interna de un cuerpo. En cambio, la temperatura ambiente es aquella que resulta óptima para permanecer en un lugar cerrado y en equilibrio entre el calor y el frío. Por lo tanto, se sabe que una temperatura que esté entre los 15°C y los 23°C es la más adecuada para el ser humano y algunos seres vivos. La temperatura es un rango para normalizar los niveles de calor de un espacio cualquiera, por ejemplo, de un cultivo agrícola.

Cultivo

Según el sitio (Bembibre, 2009) es una práctica que consiste en sembrar semillas en la tierra al mismo tiempo realizar labores para obtener cosecha de las plantas. La agricultura tiene como objetivo cultivar la tierra mediante tratamientos y alternativas con el fin de obtener plantas o frutos que son utilizados para la alimentación y otros beneficios (pp.01).

Invernadero

Según (Hydroenv, 2021) es una construcción agrícola, que se usa para proteger cultivos y plantas, posee una base de metal o madera con cubierta plástica traslúcida que evita el paso de la lluvia y que tiene por objetivo simular las condiciones climáticas más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Arduino

Según el libro (Córcoles, 2018) El Arduino es una placa con un microcontrolador, pero no solo es eso, él se compone de 3 elementos más:

Una placa de hardware libre

Un lenguaje de programación libre

Software libre, gratis y multiplataforma.

Se concluye que Arduino es un dispositivo de hardware libre, que contiene un microcontrolador en una placa de circuito impreso con las partes necesarias para su correcto funcionamiento por lo tanto dispone de un entorno de programación libre junto con una programación propia.

Antenas Nrf24l01

Es un chip de comunicación inalámbrica. El chip es un transceptor que se denomina emisor y receptor, trabaja en la banda libre entre 2.4 y 2.5 GHz permitiendo así la comunicación simultánea hasta con 6 dispositivos, además el módulo nFR24L01 contiene toda la lógica necesaria para una comunicación eficaz, como corrección de fallas y reenvío de variables, comunicándose con el microcontrolador a través del bus SPI.

El modelo más completo se presenta con un amplificador de potencia, un amplificador de bajo ruido y una antena SMA que les otorga un alcance superior a 1000 metros.

JMORALES. (2018)

Emisor

(Ros, 2018) Es quien emite el mensaje, elige la información que se desea transmitir y la forma en que lo hará. Si pensamos en la información que recibimos con las señales de tráfico, nos daremos de cuenta que no es una única persona la que nos informa, prohíbe o advierte, sino que es un colectivo o también puede ser individual.

Receptor

(Ros, 2018) Es quien recibe el mensaje. Debe conocer el sistema que el emisor ha utilizado para transmitir el mensaje o código. Si dos personas hablan en distinto idioma, no podrán comprenderse la una a la otra, a menos que utilicen además otro sistema de signos o códigos.

Telecomunicaciones

Según (Euroinnova, 2009) es la transmisión a distancia de datos o de información a través de medios electrónicos o tecnológicos. Los datos de variables son transportados a los circuitos de telecomunicaciones mediante señales y ondas eléctricas.

Sensor DHT11

Según (NAILAMP, 2017) es un sensor de temperatura y humedad relativa, económico y fácil de usar. Contiene un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire que circula, y muestra las variables mediante una señal digital en el pin de datos. Se utiliza en proyectos académicos relacionados al control automático de temperatura, monitoreo ambiental en agricultura, humedad.

Utilizar el este tipo de sensor DHT11 es muy fácil tanto a nivel de software como hardware.

Micrófono electret con sensor para Arduino

El módulo micrófono de sensor de sonido facilita una manera adecuada para detectar el sonido y normalmente se usa para detectar la intensidad del ruido o sonido. Este módulo se puede usar para aplicaciones de seguridad, monitoreo y conmutación. Utiliza un micrófono que toma la entrada a un amplificador, detector de buffer. Cuando el módulo detecta un sonido, hace un proceso de un voltaje de señal de salida que se envía a un microcontrolador, luego realiza el proceso necesario, (Sensores, 2019).

Radioenlace

Es un sistema electrónico que tiene comunicación inalámbrica, se comunica por medio de ondas de radio que permite la transferencia y envío de información entre dos o más puntos. La base de un radioenlace es la comunicación por medio de ondas de radio, que permiten transmitir datos entre dos ubicaciones separadas por pocos metros de distancia o kilómetros. El sistema más común de radioenlace está conformado por cuatro elementos principales: 1 transmisor, 1 receptor, 2 líneas de transmisión, 2 antenas. JL Martínez. (2019).

Protoboard

(Reyes, 2015) es una herramienta importante, se utiliza para hacer pruebas del funcionamiento de diferentes circuitos electrónicos que se diseñan. Los protoboard son tablas con perforaciones, donde se colocan componentes electrónicos, tienen filas y columnas para saber en qué ubicación posicionar cada pieza, también cuentan con 2 rieles a los lados uno positivo y otro negativo.

Marco Legal

ARTÍCULO 1.1.1.1. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Sus objetivos y funciones se encuentran definidos en la Ley 1341 de 2009, "por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC-, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones".

(Ley 1341 de 2009, arts. 17 y 18)

ARTÍCULO 1.1.2.3. Comisión Intersectorial para el Desarrollo de la Economía Digital (CIDED). la Comisión Intersectorial para el Desarrollo de la Economía Digital (CIDED) tiene a su cargo la coordinación, orientación y articulación de las funciones y actividades socioeconómicas habilitadas por las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), para promover el desarrollo y consolidación de la economía digital en Colombia (Derogado por el Art. 1 del Decreto 045 de 2021)

(Decreto 704 de 2018, art. 8)

ARTÍCULO 1.2.1.1. Comisión de Regulación de Comunicaciones. Conforme a lo establecido en el artículo 19 de la Ley 1341 de 2009, La Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) es una Unidad Administrativa Especial, con independencia administrativa, técnica y patrimonial, sin personería jurídica adscrita al Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, encargada de promover la competencia, evitar el abuso de posición dominante y regular los mercados de las redes y los servicios de comunicaciones, con el fin de que la prestación de los servicios sea económicamente eficiente, y refleje altos niveles de calidad.

(Ley 1341 de 2009, art. 19)

Marco Histórico

Según el autor del libro (Diego Miranda, 2009) Desde hace varios años atrás Colombia tenía momentos importantes en la producción, comercialización y exportación de frutas como la gulupa y estaba adquiriendo gran importancia, no solo por las ventajas comparativas y competitivas, sino por las tendencias mundiales que muestran crecimiento en el consumo de esta fruta. Con esta información se puede deducir que Colombia no solo en la actualidad ha tenido fuerza en la producción de Gulupa, sino que históricamente también, con la diferencia de que ahora Colombia está entre los primeros países productores y exportadores de esta fruta tan exótica como lo es la Gulupa. Con esto se concluye que es hora de actualizar estos tipos de cultivos para así tener mejoras a las problemáticas que presenta y para ello se podría implementar tecnología o sistemas de automatización con la ayuda de las telecomunicaciones, lo cual se quiere trabajar en este proyecto para mostrar que si es posible automatizar cultivos. (Diego Miranda, 2009, pp. 40-67)

En este libro el autor nos habla de los sistemas agroecológicos que influyen en el cultivo de Gulupa, lo cual nos da bases para fortalecer conocimientos y problemáticas que tienen estos cultivos en la actualidad. (Diego Miranda, 2009, pp. 40-67)

Las pasifloráceas crecen tanto en los climas tropicales cálidos como en los fríos (latitud 0 hasta 35°). En Colombia, las pasifloráceas cultivadas requieren diferentes rangos de temperatura para su buen desarrollo y producción: la gulupa entre 15 y 20°C. Esta información es de vital importancia para el proyecto ya que una de las variables que se tratan en el proyecto es sobre la medición de temperatura de estos cultivos y en este libro se encontraron varios datos que ayudan a corroborar información. Por ejemplo, conocimos que las altas temperaturas deshidratan el líquido estigmático, imposibilitando la fecundación de las flores, es por ello importante saber la

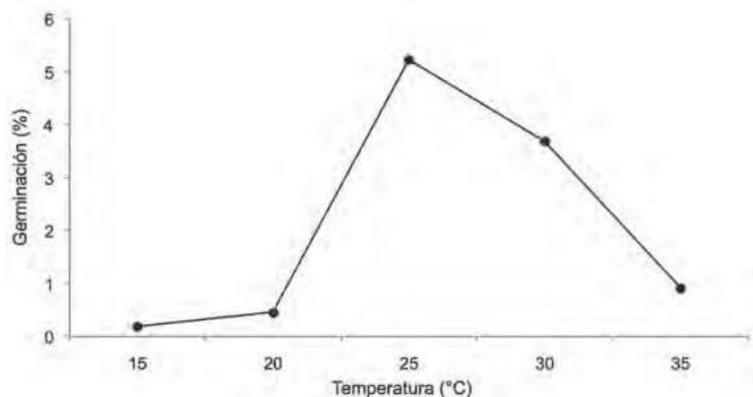
temperatura. En gulupa se encontró el rango óptimo para la polinización entre 25 y 30°C. (Diego Miranda, 2009, pp. 40-67)

Se encontró que las plantas maduras de gulupa pueden tolerar una helada ligera, pero sufren daños con temperaturas de 1 a 2°C bajo cero (Beal y Farlow, 1984, cit. en Nakasone y Paull, 1998).

Según lo investigado en estos artículos antiguos se encontró que, en la gulupa, (Meinke y Karnatz, 1990) la producción de hojas, flores y frutos fue mayor a una temperatura constante de 25°C que a 18°C. También encontramos que la fotosíntesis en hojas individuales de gulupa es óptima cuando la temperatura del aire está entre 22 y 33°C.

Figura 22.

Temperatura sobre la germinación del polen de la gulupa.



Nota: adaptado de muestra el efecto de la temperatura sobre la germinación del polen en la gulupa, (pp. 45-61), Diego Miranda, 2009.

Según (Menzel y Simpson, 1994) las temperaturas bajas del suelo afectan la floración y rangos entre 20 y 30°C la favorecen. Siendo esto importante, para la floración de gulupa, la presencia de temperaturas del aire relativamente altas, por lo cual se quiere crear un sistema de

medición de temperatura para saber si el rango en el que está es adecuado o como moderarla en caso contrario para que no afecte a las plantas. (Diego Miranda, 2009, pp. 45-61)

Otra variable para trabajar en este proyecto es la del viento y su dirección ya que la tolerancia de las especies pasifloráceas al viento es poca (Morley-Bunker, 1999). Los vientos suaves son beneficiosos sobre las plantas, como el secado de las hojas y frutos mojados después de lluvia y el refrescado de las hojas en días calurosos. Pero al contrario, los vientos fuertes imposibilitan el vuelo de los agentes polinizadores, causando roturas en los limbos foliares, golpes y cicatrices en los frutos que pueden originar su caída.

De otra manera, los vientos intensos pueden originar caída de flores, y en pocos casos, derribar la espaldera y las plantas. Los autores (Friedrich y Fischer, 2000) afirman que la velocidad del viento de $1,7 \text{ m s}^{-1}$ ($6,12 \text{ km h}^{-1}$) es la adecuada para el crecimiento de las frutas, sostienen que, para garantizar el vuelo de las abejas, la velocidad del viento debe alcanzar un máximo de 10 km h^{-1} . Los vientos cálidos y secos prolongados aumentan la transpiración y deshidratación del dosel y pueden causar el golpe de calor en la copa. Puede suceder también, que, bajo estas condiciones, la pérdida de agua se incrementa gravemente por evapotranspiración alta, lo que genera que el suelo se seque y aumenten las necesidades de agua de riego. Por lo anterior, en sitios con alta incidencia de viento, se recomienda la instalación de una barrera con especies arbóreas, por problemáticas como estas es que se creará un sistema automatizado que nos indique hacia que dirección están llegando los vientos más fuertes y así poder avisar al agricultor y poner una barrera protectora o acudir a más soluciones. (Diego Miranda, 2009, pp. 97-100)

Según el libro (Rodríguez, 2000) Antiguamente, las redes de sensores inalámbricos tuvieron gran impacto debido a la integración de tecnología inalámbrica y tecnología de

sensores. Estas redes consistían en una serie de nodos equipados con capacidades de procesamiento y comunicación. Utilizaban protocolos de radio para transmitir datos en un modo multisalto de operación. Por medio de la red de sensores lograron monitorear condiciones ambientales. A comparación de hoy en día la tecnología ha mejorado cada vez más ya que antes era más difícil la comunicación inalámbrica que ahora. En la actualidad existen las antenas NRF24101 que trabajan por radiofrecuencia y estos módulos logran comunicarse entre sí transmitiendo datos, sin necesidad de bluetooth o wifi. (Rodríguez, 2000, pp. 01)

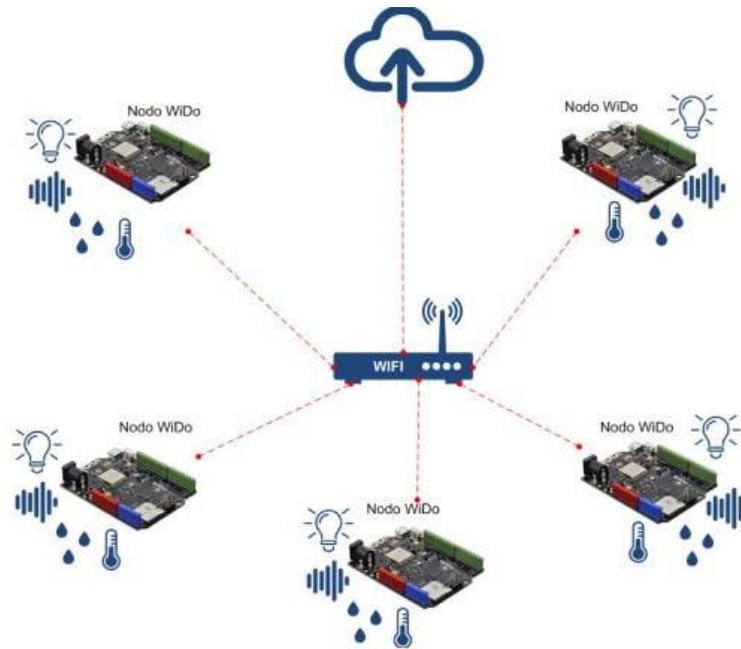
Anteriormente utilizaban red de sensores con módulos Xbee los cuales transmiten a un nodo maestro que sirve como gateway para enviar la información a un servidor que la almacena. La transmisión de datos de los sensores se realizaba utilizando la plataforma Arduino anexada a los Xbee. Con esto podemos comparar y ver que la evolución ha sido grande ya que ahora solo es necesario 2 placas de Arduino y un par de módulos con antena NRF24101 sin necesidad de internet o bluetooth solo por comunicación de radiofrecuencia.

Con el denominado Internet de las Cosas (IoT) nos llevan a la necesidad de evolucionar cada vez más y así solucionar problemas de la vida cotidiana y también en este caso de la agricultura dando trascendencia de lo antiguo a lo actual. (Rodríguez, 2000, pp. 04-07)

Años atrás se utilizaban módulos Arduino compatibles denominados Wido que tenían un módulo WiFi. Estos dispositivos tomaban los datos de los sensores y los transmitían directamente al host donde se encontraba el servidor que recogía los datos y almacenaba la información. Para lograr esta transmisión el Wido se conectaba a un Punto de Acceso inalámbrico o a una red mallada que estaba conectada a Internet, de esta forma se conoce un poco sobre como transmitían los datos, por medio de Arduino, que es similar a la de la actualidad solo que más avanzado el sistema. (Rodríguez, 2000, pp. 08)

Figura 23.

Arquitectura de una red IOT



Nota: adaptado de arquitectura de una red sencilla de comunicación con Arduino, nodos y wifi, SCIELO, 2018, (http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2518-44312018000100009&script=sci_arttext).

Diseño Metodológico

Tipo de investigación

Este proyecto va enfocado a una Investigación aplicada: En este caso, el objetivo es encontrar estrategias que puedan mejorar la problemática que están presentando los agricultores de Gulupa. La investigación aplicada se nutre de la teoría para generar conocimiento práctico, y su uso es común en ramas del conocimiento como la ingeniería de telecomunicaciones. Así que esta investigación, será guiada por teoría y conocimientos de telecomunicaciones para llegar a una solución y creación de dispositivos que haga más fácil el manejo de este tipo de cultivos.

Población y muestra

Se tomará como población solo los cultivos del municipio de Gama que son 21 cultivos de gulupa, según reporte de la oficina agropecuaria del municipio. Para hallar la muestra se usará la siguiente fórmula:

Fórmula para hallar muestra de población finita:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{21 * 1.96 * 50\% * 50\%}{5\%^2 * (21 - 1) + 1.96 * 50\% * 50\%}$$

$$n = 20$$

Tabla 1.

Población y muestra

Población

Muestra

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <p>Todos los cultivos de Gulupa</p> <p>existentes del municipio de Gama, que son 21.</p> | <p>20 cultivos de Gulupa del Municipio de Gama.</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|

Variables para analizar

En proyecto se va a trabajar las variables y necesidades del cultivo más importantes que son:

Temperatura humedad del cultivo.

Dirección del viento.

Metodología de desarrollo

Como el problema principal es que los agricultores necesitan controlar algunas variables importantes para el desarrollo de su cultivo de gulupa, a continuación, se explicará de forma metodológica como se dará solución al problema cumpliendo con los objetivos propuestos:

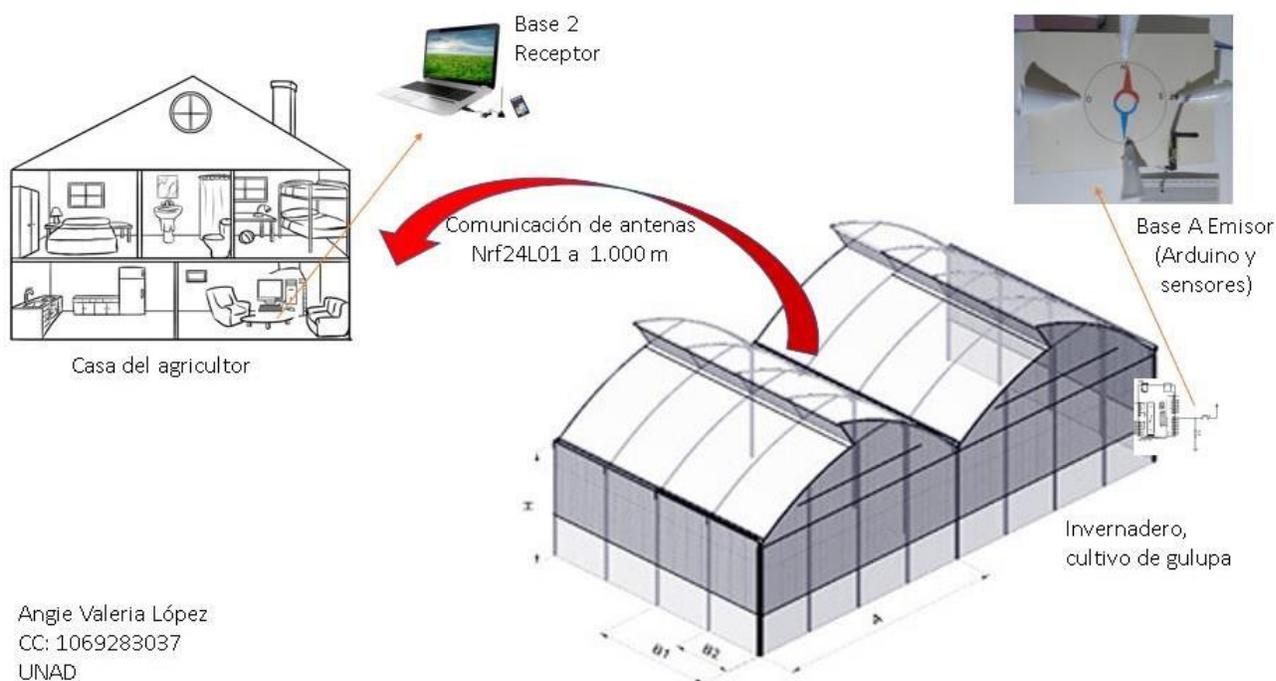
Se diseñará un sistema para medición y control de variables como lo son la temperatura y humedad ya que es un factor importante para la producción de las plantas y direccionamiento del viento pus así se evitarás enfermedades y plagas para ello se usarán sensores y módulos. Para el diseño de este sistema se utilizará el software de Proteus y Arduino.

Se simulará el sistema de medición y control de variables por medio de herramientas de software, el prototipo estará compuesto por un sistema para controlar la temperatura y humedad del invernadero, para ello se usará el sensor DHT11+ Arduino, esto aportará grandemente a los cultivadores de esta planta para tener un control de la temperatura y humedad adecuada de las plantas según la etapa de producción. También un sistema para el control del direccionamiento del viento y para ello se usarán 4 módulos sensor con micrófono electret, esto con el fin de evitar daños en el cultivo en épocas de invierno o ventarrones, también para evitar que el viento sea atraente de insectos dañinos y poner barreras según la situación que se presente. Todos los datos serán trasmitidos por comunicación de radioenlace por medio de emisión y transmisión de los módulos con antena Nrf24l0.

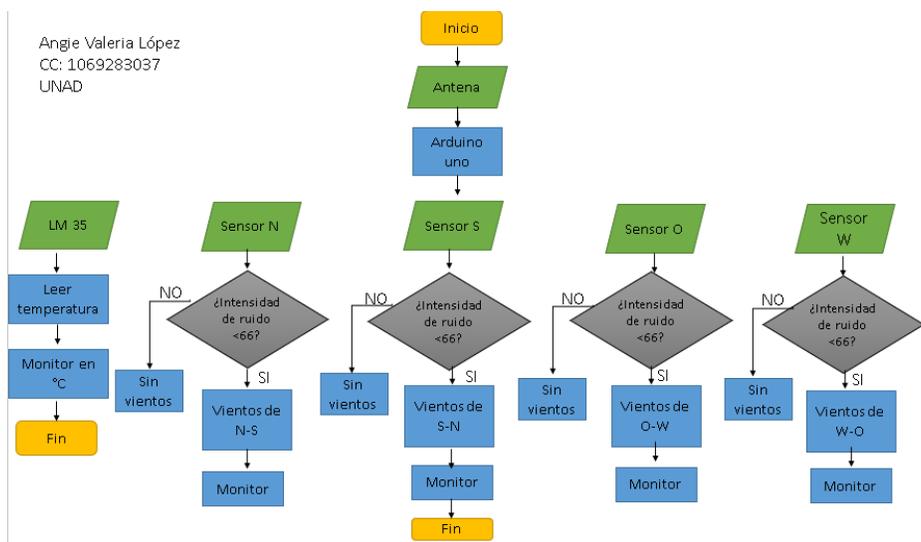
Evaluar el prototipo, visualización y transmisión de variables a través de una lista de chequeo con el fin de validar los requerimientos de los agricultores de gulupa del municipio de Gama, se usará el software Arduino, con el fin de permitir al agricultor que visualice y controle las variables que arroja el sistema en el cultivo de gulupa desde su pc. Todos los datos serán transmitidos por comunicación de radioenlace gracias a los módulos con antena Nrf24l01, donde estará la base #1 que corresponde al prototipo ubicado en el cultivo y la base #2 donde llegará la información de los datos recolectados por medio de Arduino y se espera que sean transportados a la casa del agricultor ya que estas antenas trabajan a máximo 1.000 metros.

Figura 24.

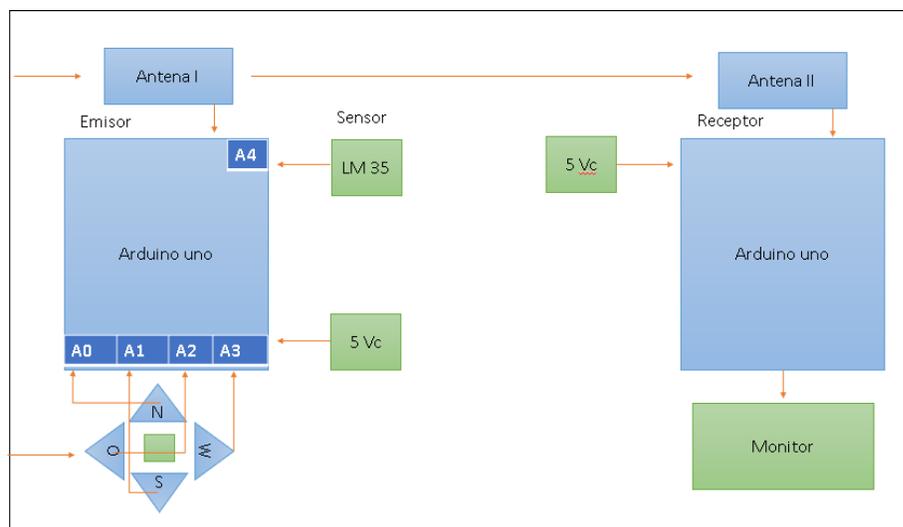
Esquema del proyecto



Nota: En la imagen anterior se presenta el Esquema de la instalación del proyecto- Escenario de operación, Valeria López, 2022.

Figura 25.*Diagrama de flujo*

Nota: En la imagen se detalla cada proceso del proyecto y del sistema de monitoreo de variables en el cultivo, Valeria López, 2022.

Figura 26.*Diagrama de bloques*

Nota se observa l diagrama de bloques del sistema con el emisor y receptor, antena 1 y Antena 2, Valeria López, 2022.

Códigos de desarrollo para el prototipo temperatura y humedad

Código emisor

```
//librerías de la antena

#include <SPI.h>

#include <nRF24L01.h>

#include <RF24.h>

#include "DHT.h"

const uint64_t pipeOut = 0xE8E8F0F0E1LL;

//Definiciones

#define DHTPIN 3

#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

RF24 radio(10, 8); // CN and CSN pins of nrf

struct MyData {

//definición de variables

    byte h;

    byte t;

};

Serial.begin(9600);

dht.begin();

radio.setAutoAck(false);

radio.setDataRate(RF24_250KBPS);

//datos transmitidos
```

```
MyData data;  
void setup()
```

Código receptor

```
//librerías de antena  
  
#include <SPI.h>  
  
#include <nRF24L01.h>  
  
#include <RF24.h>  
  
#include <Wire.h>  
  
const uint64_t pipeIn = 0xE8E8F0F0E1LL;  
  
RF24 radio(9, 10);  
  
struct MyData {  
  
    byte h;  
  
    byte t;  
  
    Serial.begin(9600);  
  
};  
  
// Data  
  
MyData data;  
  
void setup()  
{  
  
//desición radio  
  
    radio.setAutoAck(false);  
  
    radio.setDataRate(RF24_250KBPS);  
  
    radio.openReadingPipe(1, pipeIn);
```

```

    radio.startListening();

    //lcd.println("Receiver ");
}

void recvDato()
{
void loop()
{
    recvData();

//nombre

    Serial.println("Proyecto Transmisión Remota de Variables - Valeria López - NRF24L01
");

//// Variable datos

    if ( radio.available() ) {

        radio.read(&data, sizeof(MyData));

    }

```

Código del prototipo para el diseño del direccionamiento del viento

Código Emisor

```

//Librerías de antena

#include <SPI.h>

#include <nRF24L01.h>

#include <RF24.h>

//Declaremos los pines CE y el CSN

#define CE_PIN 9

```

```
#define CSN_PIN 10

int sound1 = A6;

int sound2 = A7;

//Variable con la dirección del canal por donde se va a transmitir
byte direccion[5] = {'c','a','n','a','l'};

void setup()

{

//inicializamos el NRF24L01
radio.begin();

//inicializamos el puerto serie
Serial.begin(9600);

//creamos un objeto radio (NRF24L01)
RF24 radio(CE_PIN, CSN_PIN);

//vector con los datos a transmitir
float datos[2];

//Abrimos un canal de escritura
radio.openWritingPipe(direccion);

}

void loop()

{

//cargamos los datos en la variable dato
datos[1]=analogRead(sound1);

datos[2]=analogRead(sound2);
```

```

//enviamos los datos

bool ok = radio.write(datos, sizeof(datos));

//reportamos por el puerto serial los datos enviados

if(ok)

{

```

Código receptor

```

// librerias antena

#include <SPI.h>

#include <nRF24L01.h>

#include <RF24.h>

//Declaremos CE y el CSN

#define CE_PIN 9

#define CSN_PIN 10

// definimos pines leds

int led1 = 7;

int led2 = 4;

//Variable con la dirección del canal que se va a leer

byte direccion[5] = {'c','a','n','a','l'};

//creamos el objeto radio (NRF24L01)

RF24 radio(CE_PIN, CSN_PIN);

//vector para los datos recibidos

float datos[2];

void setup()

```

```
//inicializamos el NRF24L01

radio.begin();

//inicializamos el puerto serie

Serial.begin(9600);

//definimos pines de salida

pinMode(led2 , OUTPUT); //definir pin como salida

//Abrimos el canal de Lectura

radio.openReadingPipe(5, direccion);

//empezamos a escuchar por el canal

radio.startListening();

}

//Leemos los datos y los guardamos en la variable datos[]

radio.read(datos,sizeof(datos));

// iniciamos la condicion if

if (datos[0] > 180) {

Serial.println("vientos fuertes de sur a norte = " );

Serial.print(datos[0]);

Serial.println(" m/s... ");

digitalWrite(led1 , HIGH); // poner el Pin en HIGH

delay(500);

}

void loop() {

uint8_t numero_canal;
```

Video explicativo del prototipo para la variable de humedad y temperatura

Enlace del video en YouTube explicando el funcionamiento del circuito humedad y temperatura con la transmisión de variables:

<https://youtu.be/rcQ7xnbGxFY>

Video explicativo del prototipo para la variable de dirección del viento

Enlace del video en YouTube explicando al funcionamiento del circuito del direccionamiento del viento y la transmisión de variables:

<https://youtu.be/VBk9htFgHHo>

Evidencias fotográficas del prototipo

Figura 27.

Montaje del circuito para calcular la variable de la humedad y temperatura.



Nota: circuito de temperatura y humedad, Valeria López, 2022.

Figura 28.

Lado base emisor



Nota: adaptado de lado base del circuito de temperatura y humedad, Valeria López, 2022.

Figura 29.

Lado receptor

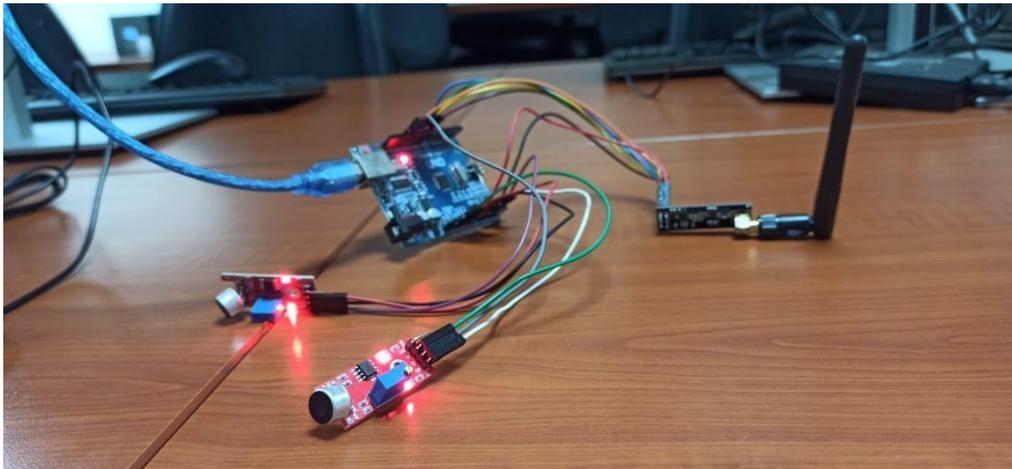


Nota: adaptado de lado receptor del circuito de temperatura y humedad, Valeria López, 2022.

Figura 30.

Montaje del circuito para calcular el direccionamiento del viento

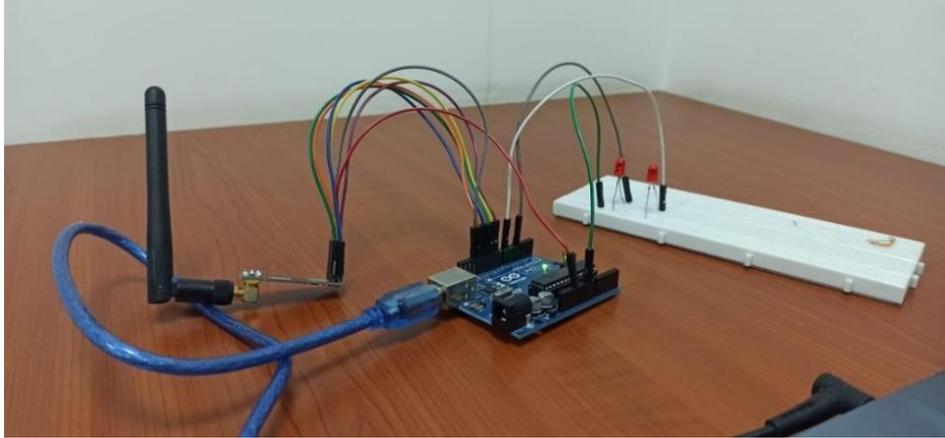
Lado emisor



Nota: adaptado de circuito para la variable de la dirección del viento, lado emisor con los módulos micrófonos electrt, Valeria López, 2022.

Figura 31.

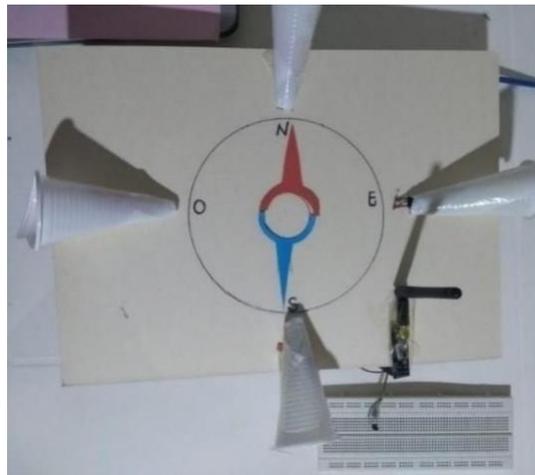
Lado receptor



Nota: adaptado de circuito para la variable de la dirección del viento, lado receptor con led,
Valeria López, 2022.

Figura 32.

Circuito mejorado del direccionamiento del viento.



Nota: adaptado de Circuito mejorado del direccionamiento del viento con cornetas, Valeria
López, 2022.

Figura 33.

Transmisión de la variable del viento en el pc.

```

sketch_may05a$
#include <SPI.h>
#include <nRF24L01.h>
#include <RF24.h>

//Declaremos los pines CE y el CSN
#define CE_PIN 9
#define CSN_PIN 10
// definimos pines leds
int led1 = 7;
int led2 = 4;
//Variable con la dirección del canal que se va a leer
byte direccion[5] = {'c', 'a', 'n', 'a', 'l'};

//creamos el objeto radio (NRF24L01)
RF24 radio(CE_PIN, CSN_PIN);

//vector para los datos recibidos
float datos[2];

void setup()
{
  //inicializamos el NRF24L01
  radio.begin();
}

El Sketch usa 5306 bytes (16%) del espacio de almacenamiento de p
Las variables Globales usan 358 bytes (17%) de la memoria dinámic

```

```

COM13
lectura de vientos ...sin vientos
lectura de vientos ..sin vientos
lectura de vientos ...sin vientos
lectura de vientos ...sin vientos
vientos fuertes de sur a norte =
488.00 m/s...
vientos fuertes de sur a norte =
205.00 m/s...
lectura de vientos ...sin vientos
vientos fuertes de sur a norte =
1009.00 m/s...
vientos fuertes de sur a norte =
190.00 m/s...
vientos fuertes de sur a norte =
235.00 m/s...
vientos fuertes de sur a norte =
181.00 m/s...
lectura de vientos ...sin vientos
vientos fuertes de este a oeste =
827.00 m/s...
lectura de vientos ...sin vientos

```

Nota: Se muestra en la pantalla del pc del lado receptor, los vientos fuertes o sin vientos según lo que arroje el lado emisor, Valeria López, 2022.

Encuesta de análisis

A continuación, se presenta la encuesta para el proyecto titulado Diseño de un prototipo para la medición y transmisión remota de variables en cultivos de gulupa en el municipio de Gama Cundinamarca, la cual será respondida por personas con conocimientos del cultivo de gulupa y agricultores. Existe una problemática ya que los campesinos no cuentan con un sistema de control de las variables de temperatura y dirección del viento, siendo estos factores tan importantes para el desarrollo de la planta como el proceso de fotosíntesis, calidad del fruto y control de plagas. El objetivo del proyecto es diseñar un sistema para medición, transmisión y control de variables en cultivos de Gulupa, a través de módulos de Comunicación de radio Nrf24L01 + PA + LNA y Arduino, con el fin de minimizar las pérdidas económicas de los agricultores en el municipio de Gama. Se espera como resultado el diseño de un sistema de control de variables, los cuales serán transmitidos desde el cultivo base hasta la casa del agricultor por medio de comunicación de radioenlace.

La recolección de datos está protegida por la LEY ESTATUTARIA 1581 DE 2012 Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. Los datos de la encuesta son con fines académicos y la única persona responsable de la información es Valeria López, estudiante de ingeniería de telecomunicaciones.

1. ¿Sabe usted de alguna necesidad o problemática que tengan los cultivos de Gulupa y que desde el punto de vista de telecomunicaciones se pueda dar solución? Si sabe escríbalo con sus palabras.
 - a. Si ¿Cuál? _____
 - b. No sabe

2. De las siguientes. ¿Cuáles cree que son las necesidades / problemáticas que presentan los agricultores de Gulupa? Elija 3 opciones.
 - a. Falta de una base de datos para el registro de producción del cultivo.
 - b. Falta de medición de temperatura del invernadero para la producción de plantas.
 - c. Problemática en sistema de riego.
 - d. Falta de medición de dirección del viento.
 - e. Control plagas y enfermedades
 - f. Fertilizantes
 - g. Cambios de clima
3. ¿Cómo agricultor de esta planta, usted estaría dispuesto a pagar por un sistema para la medición y transmisión remota de variables en su cultivo?
 - a. SI
 - b. NO
4. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema automatizado de medición de variables en su cultivo?
 - a. De \$ 100.000 a \$ 250.000
 - b. De \$ 250.000 a \$ 400.000
 - c. De \$ 400.000 a \$ 550.000
 - d. De \$ 550.000 a \$ 600.000
5. ¿Cultivar Gulupa es rentable?
 - a. Totalmente rentable
 - b. A veces
 - c. no es rentable

d. no sabe

7. Está de acuerdo que en unos años la agricultura y las telecomunicaciones se unan y así poder facilitar el trabajo del agricultor y minimizar gastos?

a. Me parece una excelente idea

b. No estoy de acuerdo, explique el ¿por qué?

8. Actualmente en el municipio de Gama y el Guavio ¿a qué país están exportando la gulupa que cultivan?

a. Argentina

b. Chile

c. Perú

d. Estados Unidos

e. Otro. ¿Cuál? _____

9. ¿Le gustaría que el diseño automatizado tuviera una interfaz web donde se almacenen o se observen los datos recolectados por los sensores?

a. Si

b. No

10. Si en la pregunta anterior su respuesta fue si, ¿cuál interfaz le gustaría que se usara para observar los datos recolectados?

a. Teléfono móvil

b. Computador

c. Display LCD

d. Software base de datos

- e. No es necesario almacenar los datos, con solo verlos en el pc cuando se requiera es suficiente.
11. teniendo en cuenta que los módulos nrf24l01 en el diseño se comunican a máximo 1.00 metros. ¿Qué distancia hay desde el cultivo hasta el lugar de su vivienda?
- a. De 100 a 300 metros
 - b. D 300 a 500 metros
 - c. De 500 a 800 metros
 - d. De 800 a 1000 metros
 - e. De 1 kilómetro en adelante
12. ¿Cuántos empleados tiene usted en el cultivo de gulupa?
- a. De 3-5 empleados
 - b. De 5-10 empleados
 - c. De 10 a 20 empleados
 - d. Más de 20 empleados
13. ¿Cuál es la extensión de su cultivo?
- a. De 5 a 15 metros cuadrados
 - b. De 15 a 25 metros cuadrados
 - c. De 25 a 50 metros cuadrados
 - d. Mas de 50 metros cuadrados
14. ¿Actualmente cuantas plantas de gulupa tiene en su cultivo?
- a. De 10 - 50 plantas
 - b. De 50 - 100 plantas
 - c. De 100 - 300 plantas

- d. De 300 - 500 plantas
 - e. De 500 plantas en adelante
15. ¿Cuál es la fuente de alimentación de energía que tiene en el cultivo?
- a. Energía solar
 - b. Energía eólica
 - c. Energía residencial
 - d. No tiene ningún tipo de energía
16. ¿Cuál es el Clima adecuado para el cultivo de gulupa?
- a. De 10- 19°C
 - b. De 20- 25 °C
 - c. De 26- 35 °C
 - d. De 36- 40 °C
17. ¿Cuál es el viento adecuado para el cultivo de gulupa?
- a. 3,0 ms-1
 - b. 2,4 ms-1
 - c. 1,7 m s-1
 - d. 4,5 ms-1
 - e- no sabe
18. ¿Sabe usted a partir de qué valor se catalogan vientos fuertes y peligrosos para el cultivo?
- a. Si, ¿qué valor? _____
 - b. No sé

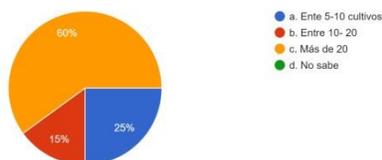
- c. No hay información sobre el tema, solo se conocen los vientos fuertes a la vista humana.
19. ¿Es necesario el invernadero para estos tipos de cultivos?
- a. Si es necesario porque permite implementar un sistema de riego controlado, evitar el ingreso de plagas, evitar enfermedades por causa del exceso de lluvia y controlar el crecimiento de la maleza.
 - b. No es necesario.
20. Siendo la radiación solar muy importante para las plantas de gulupa ya que permite producir una fruta de calidad con el sabor y el olor que la identifica. ¿Cuál es la incidencia solar adecuada para el cultivo de Gulupa?
- a. Entre 3- 8 horas al día
 - b. Entre 8-10 horas al día
 - c. Entre 3.285 y 4.745 horas anuales de sol (9 a 13 horas/día)
 - d. No sabe

Resultados y análisis de las encuestas

Figura 34.

Gráfica de los cultivos de Gulupa que hay en Gama

1. ¿Actualmente sabe cuántos cultivos de Gulupa hay en el Municipio de Gama?
20 respuestas



Nota: La gráfica representa la cantidad de cultivos de Gulupa que hay actualmente en el municipio de Gama. Fuente del autor Valeria López, 2022.

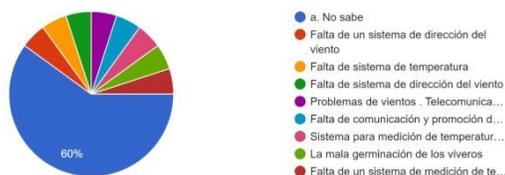
Análisis:

De 20 personas encuestadas, el 60% mencionan que en el municipio de Gama hay más de 20 cultivos de Gulupa, el 25% mencionan que hay entre 5-10 cultivos y el 15% que hay entre 10 a 20 cultivos. La mayor parte de personas encuestadas afirman que hay más de 20 cultivos de gulupa en el Municipio, con esta respuesta se concluye que Gama es un municipio con alta producción y exportación de esta fruta.

Figura 35.

Gráfica De necesidades y problemáticas que tienen los cultivadores de Gulupa.

2. ¿Sabe usted de alguna necesidad o problemática que tengan los cultivos de Gulupa y que desde el punto de vista de telecomunicaciones se pueda d...be escribalos con sus palabras en la opción otros.
20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado de las necesidades y problemáticas que tienen los agricultores, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

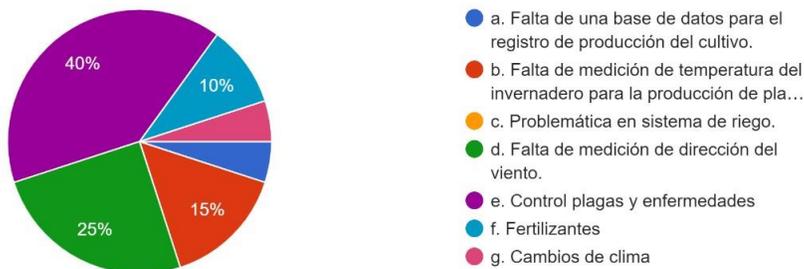
De 20 personas encuestadas, el 60% mencionan que no saben qué problemática en la agricultura se pueda dar solución desde las telecomunicaciones, el 40% respondieron con sus propias palabras que falta un sistema de medición de dirección del viento, control de plagas y enfermedades, medición de temperatura y humedad, entre otros. Con estas respuestas se concluye que los agricultores no conocen mucho sobre el tema de telecomunicaciones en la agricultura y desconocen que se puedan crear diseños o herramientas que ayuden al cultivo, en cambio otras personas afirman que tienen varias problemáticas y que se pueden llegar a dar soluciones con el uso de las telecomunicaciones.

Figura 36.

Gráfica de las necesidades que presentan los agricultores de gulupa

3. De las siguientes. ¿Cuáles cree que son las necesidades / problemáticas que presentan los agricultores de Gulupa? Elija 3 opciones.

20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado de las necesidades y problemáticas que tienen los cultivadores siendo mayor problema las plagas y enfermedades, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

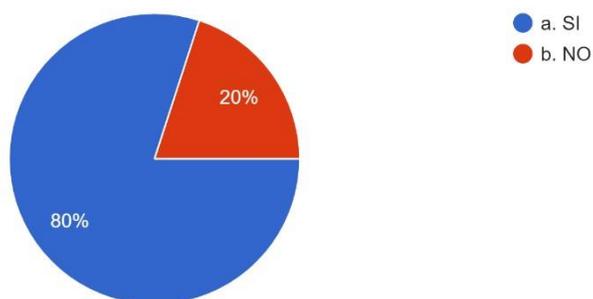
De 20 personas encuestadas, el 40% mencionan que una de las necesidades que presentan los cultivos de gulupa es el control de plagas y enfermedades, el 25% que falta medición del direccionamiento del viento, el 15% mencionan que falta un sistema para la medición de temperatura y humedad, el 10% mencionan fertilizantes, con esto se concluye que las problemáticas que presentan es posible darles solución desde el ámbito de telecomunicaciones, ya que con sensores antenas se pueden calcular las variables como dirección del viento, control de plagas, temperatura y humedad.

Figura 37.

Gráfica si estuviese dispuesto a pagar por un sistema automatizado de variables en el cultivo.

4. ¿Como agricultor de esta planta, usted estaría dispuesto a pagar por un sistema para la medición y transmisión remota de variables en su cultivo?

20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado de si los agricultores están dispuestos a pagar por un sistema de medición y transmisión de variables, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

De 20 personas encuestadas, el 80% mencionan que, si están de acuerdo en pagar por un sistema para la medición y transmisión de variables en los cultivos de Gulupa, en cambio, el 20% de los encuestados mencionan que no están de acuerdo. Con lo anterior se concluye que la mayor

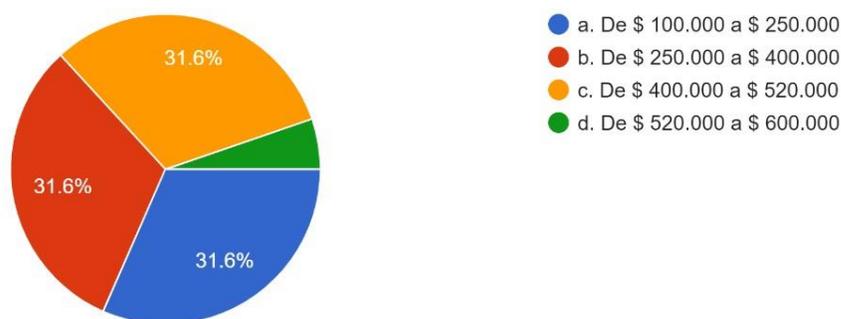
parte de los encuestados pagarían por un sistema para medición y control de variables siendo así un proyecto viable.

Figura 38.

Gráfica de cuanta estría dispuesta a pagar por el sistema

5. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un sistema automatizado de medición de variables en su cultivo?

19 respuestas



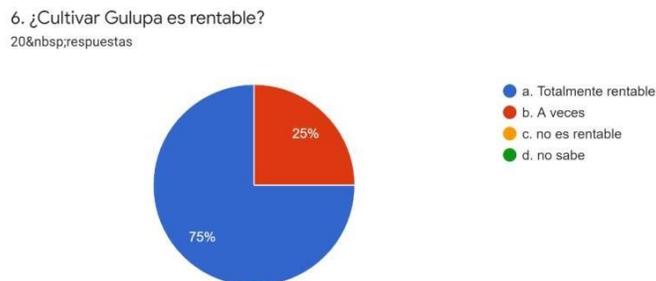
Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado de cuanto estaría dispuesto a pagar el agricultor por el sistema de variables. Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

De 20 personas encuestadas, el 31,6% mencionan que estarían dispuestos a pagar de \$400.000 a \$520.000 por un sistema automatizado de variables, el otro 31,6% mencionan que estarían dispuestos a pagar de \$250.000 a \$400.000, el otro 31,6% mencionan que estarían dispuestos a pagar de \$100.000 a \$250.000. Con lo anterior se concluye que las personas pagarían por un sistema automatizado de agricultura y lo que estarían dispuestos a pagar cumple con el rango para que el proyecto sea rentable.

Figura 39.

Gráfica para saber si cultivar gulupa es rentable



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado para saber si cultivar gulupa es rentable,

Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

De 20 personas encuestadas, el 75% mencionan que el cultivo de Gulupa es totalmente rentable, el 25% mencionan que no es rentable, con esto se concluye que apoyar y mejorar estos cultivos agrícolas tendrá gran impacto económico ya que con las telecomunicaciones se pueden reducir gastos, mano de obra y dar soluciones a muchas problemáticas.

Figura 40.

Gráfica para saber si está de acuerdo en que la agricultura y las telecomunicaciones se unan.

7. Está de acuerdo que en unos años la agricultura y las telecomunicaciones se unan y así poder facilitar el trabajo del agricultor y minimizar gastos...tá de acuerdo seleccione la opción otros y explique.
20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado de si la gulupa es un cultivo rentable, donde mencionan en un 100% que, si lo es, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

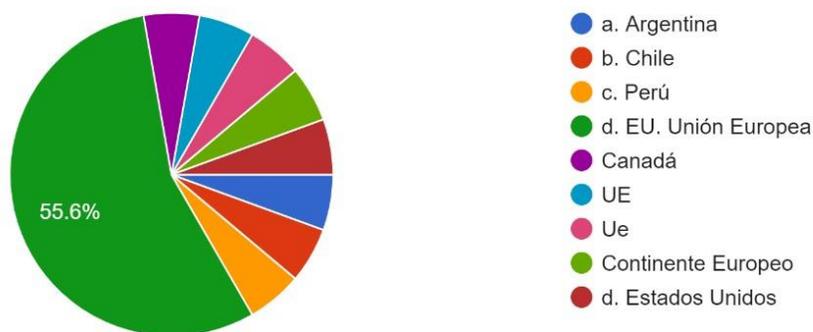
De 20 personas encuestadas, el 100% mencionan que están de acuerdo que la agricultura y las telecomunicaciones se unan y así ayudar a los agricultores y sus problemáticas, con esto se concluye la totalidad de los encuestados les parece una excelente idea de automatizar cultivos.

Figura 41.

Gráfica de País de exportación de la Gulupa

8. Actualmente en el municipio de Gama y el Guavio ¿a qué país están exportando la gulupa que cultivan?

18 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado para saber a qué país el municipio de Gama está exportando la fruta de gulupa, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

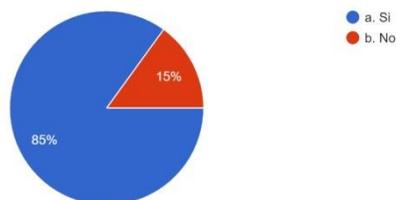
De 20 personas encuestadas, el 55,6% mencionan que la Gulupa del municipio de Gama la exportan a la Unión Europea, con esto se concluye y se afirma que la gran mayoría de producción de esta fruta es exportada a los países bajos de la unión europea, ya que allí se encuentra el mercado fuerte.

Figura 42.

Gráfica para saber si le gustaría que el diseño automatizado tuviera interfaz web

9. ¿Le gustaría que el diseño automatizado tuviera una interfaz web donde se almacenen o se observen los datos recolectados por los sensores?

20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado para saber si le gustaría que el diseño automatizado tuviera interfaz web, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

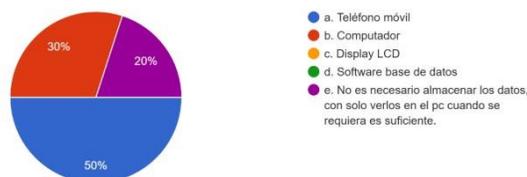
De 20 personas encuestadas, el 85% mencionan que les gustaría que el diseño automatizado tuviera una interfaz web donde se almacenen o se observen los datos recolectados por los sensores, en cambio el 15% no, con esto se concluye que la gran mayoría de los encuestados optan porque las variables se puedan observar.

Figura 43.

Gráfica para saber que interfaz web prefieren

10. Si en la pregunta anterior su respuesta fue si, ¿cuál interfaz le gustaría que se usara para observar los datos recolectados?

20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado para saber cuál de las interfaces web de la lista prefieren los agricultores, Fuente del autor Valeria López, 2022.

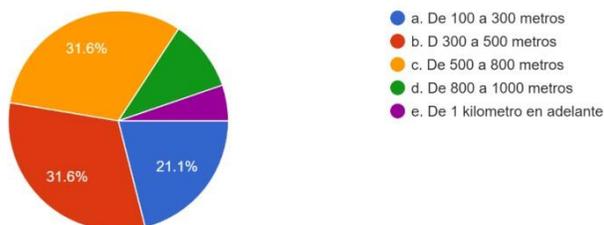
Análisis:

De 20 personas encuestadas, el 50% mencionan que les gustaría usar como interfaz el teléfono móvil para ver los datos, el 30% opina que el computador, el 20% opina que no es necesario almacenar los datos, solo con verlos en el pc es suficiente. Con esto se concluye que la gran mayoría de los encuestados optan por que la interfaz para observar los datos sea desde el teléfono móvil.

Figura 44.

Gráfica distancia desde el cultivo hasta la vivienda

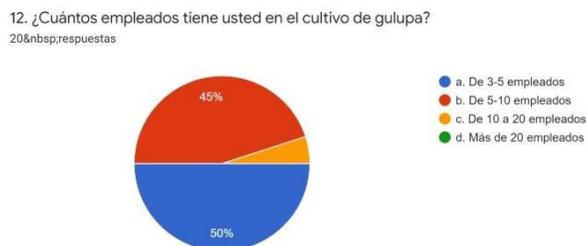
11. teniendo en cuenta que los módulos nrf24l01 en el diseño se comunican a máximo 1.000 metros. ¿Qué distancia hay desde el cultivo hasta el lugar de su vivienda?
19 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado para saber la distancia que hay entre el cultivo y la vivienda del agricultor, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

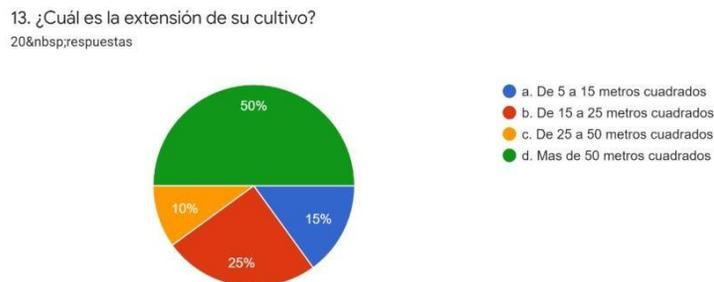
De 20 personas encuestadas, el 31,6% mencionan que la distancia desde su cultivo a la vivienda es de 500 a 800 metros, el 31,6% mencionan que es de 300 a 500 metros, el 21,1% mencionan que de 100 a 300 metros. Con los resultados anteriores, se concluye que en la gran mayoría de los encuestados sus cultivos quedan máximo de 500 a 800 metros de distancia de su vivienda, por lo cual la comunicación por radioenlace con los módulos nrf24l01.

Figura 45.*Gráfica de empleados en el cultivo*

Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado la cantidad de empleados que trabajan en cada cultivo, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

De 20 personas encuestadas, el 50% mencionan que tienen de 3-5 empleados en su cultivo de gulupa, el 45% mencionan que tienen de 5- 10 empleados, el resto tiene de 10- 20. Con los resultados anteriores, se concluye que en la gran mayoría de los encuestados tienen de 3- 5 empleados en su cultivo de Gulupa, por lo cual se pude observar que estos cultivos son una fuente de trabajo y mejora de la economía para estos pueblos de bajos recursos.

Figura 46.*Gráfica de la extensión del cultivo*

Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado de la extensión en metros cuadrados de los cultivos de gulupa., Fuente del autor Valeria López, 2022.

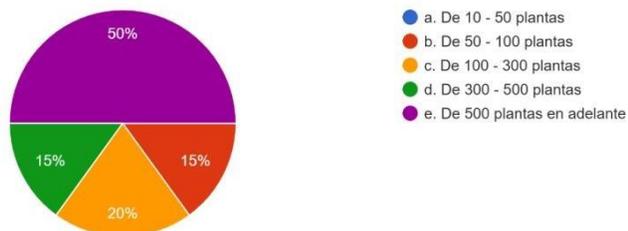
Análisis:

De 20 personas encuestadas, el 50% mencionan que la extensión de su cultivo es de más de 50 metros cuadrados, el 25% señalan que es de 15 a 20 metros cuadrados, el 15% de 5 a 15 metros cuadrados y el 10% de 20 a 50 metros cuadrados. Con los resultados anteriores, se concluye que en la gran mayoría de los encuestados la extensión de su cultivo de gulupa se dé más de 50 metros cuadrados, con este dato se observa que los cultivos del municipio de Gama son extensos y de gran producción de esta fruta.

Figura 47.

Gráfica de número de plantas en los cultivos

14. ¿Actualmente cuantas plantas de gulupa tiene en su cultivo?
20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado del número de plantas que hay en cada cultivo, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

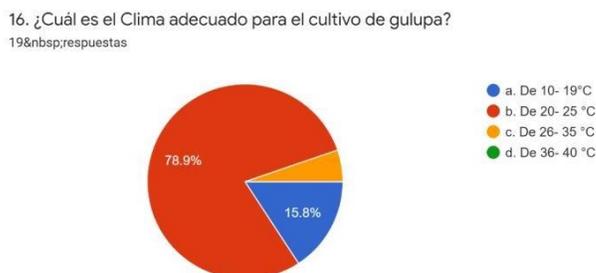
De 20 personas encuestadas, el 50% mencionan que su cultivo de gulupa tiene más de 500 plantas en adelante, el 20% mencionan que tienen de 100- 300 plantas, el 15% mencionan que tienen de 50 a 100 plantas, el 15% tienen de 300- 500 plantas. Con los resultados anteriores, se concluye que en la gran mayoría de los encuestados tienen más de 500 plantas en su invernadero, lo cual muestra la producción tan grande que tienen estos agricultores, y se espera que sigan creciendo estos cultivos para así mejorar la economía.

Figura 48.*Gráfica fuente de alimentación en el cultivo*

Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado de la fuente de energía que hay en los cultivos, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

El 40% mencionan que en su cultivo tiene energía solar, el 35% mencionan que tienen energía residencial. Con los resultados anteriores, se concluye que en la gran mayoría de los encuestados cuentan con energía solar o residencial lo cual es un dato importante porque quiere decir que el prototipo o el sistema de variables van a tener una fuente de alimentación en el invernadero.

Figura 49.*Gráfica del clima adecuado para el cultivo de gulupa*

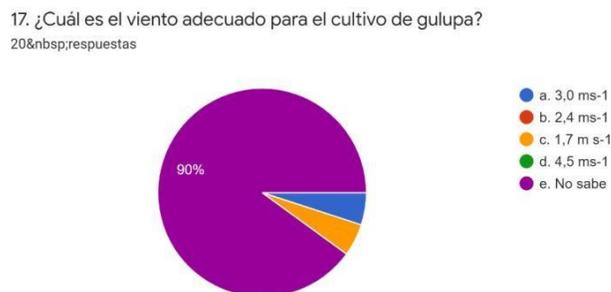
Nota: En la gráfica anterior se observa el clima o temperatura adecuado para el cultivo de gulupa, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

Con los resultados anteriores, se concluye que en la gran mayoría de los encuestados mencionan que la temperatura adecuada para este tipo de cultivo es de 20 a 25°C, en el municipio de Gama la temperatura es de aproximadamente 25°C, lo cual corresponde a una temperatura adecuada respecto al rango, es de resaltar que abran cambios climáticos por ello, es importante saber la temperatura en la que se encuentra el cultivo para que así no vaya a haber pérdidas económicas o afecte a la producción.

Figura 50.

Gráfica viento adecuado para el cultivo de gulupa



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado del viento adecuado para el cultivo de gulupa,

Fuente del autor Valeria López, 2022.

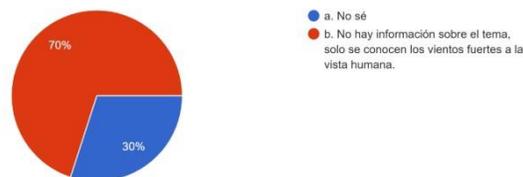
Análisis:

Con este resultado, se concluye que no hay conocimiento respecto al rango o porcentaje de vientos fuertes que pueden afectar al cultivo, pero si se sabe que los cultivos en su gran mayoría son afectados por los vientos. Según investigaciones actualmente no existe un sistema de medición de dirección del viento, lo cual es muy importante para los cultivadores de esta planta. Por ello nace la idea de crear un sistema que nos brinde esta información respecto a qué dirección se dirigen los vientos y así poder adoptar medidas

Figura 51.

Gráfica de valor donde se catalogan vientos fuertes

18. ¿Sabe usted a partir de que valor se catalogan vientos fuertes y peligrosos para el cultivo? si su respuesta es si seleccione la opción otros.
20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado para saber si existe un valor donde se cataloguen vientos fuertes para estos cultivos, Fuente del autor Valeria López, 2022.

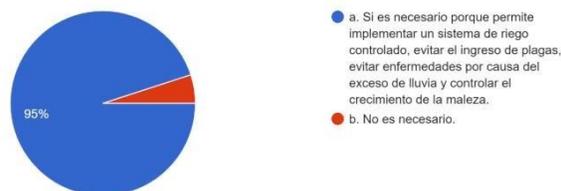
Análisis:

El 70% mencionan que no hay información sobre el tema, ni tienen conocimiento sobre qué valor son vientos fuertes para este cultivo, solo saben que hay vientos fuertes a la vista humana, el 30% no sabe nada respecto al tema. Con este resultado, se concluye que no hay conocimiento respecto al rango de vientos fuertes que pueden afectar al cultivo, es por ello que se opta por crear el sistema de dirección del viento.

Figura 52.

Gráfica necesidad de invernadero en la gulupa

19. ¿Es necesario el invernadero para estos tipos de cultivos?
20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado para saber si es necesario o no el invernadero en los cultivos de gulupa, Fuente del autor Valeria López, 2022.

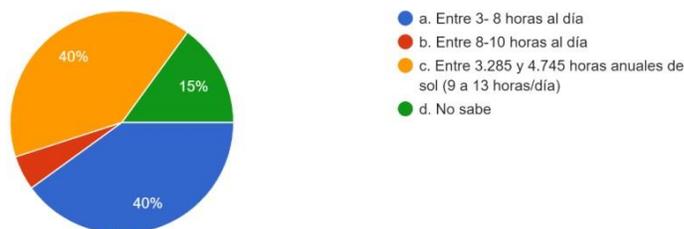
Análisis:

De 20 personas encuestadas, el 95% mencionan que, si es necesario el invernadero para los cultivos de gulupa, porque permite implementar un sistema de riego controlado, evitar el ingreso de plagas, evitar enfermedades por causa del exceso de lluvia y controlar el crecimiento de la maleza, el 5% piensa que no es necesario. Con este resultado, se concluye que si es necesario el uso de invernadero en los cultivos.

Figura 53.

Gráfica radiación solar para las plantas de gulupa

20. Siendo la radiación solar muy importante para las plantas de gulupa ya que permite producir una fruta de calidad con el sabor y el olor que la ...ncidencia solar adecuada para el cultivo de Gulupa?
20 respuestas



Nota: En la gráfica anterior se observa el resultado para saber cuántas horas de radiación solar al día se necesita para las plantas de gulupa, Fuente del autor Valeria López, 2022.

Análisis:

De 20 personas encuestadas, el 40% de las personas, mencionan que la radiación solar adecuada para las plantas es entre 3, 285 y 4,745 horas anuales de sol, 9 a 13 horas diarias, el 40% opina que mencionan que debe ser entre 3-8 horas al día, el 15% mencionan que no saben. Con este resultado, se concluye que la radiación solar adecuada de la gulupa debe ser entre 9 a 13 horas al día.

Explicación detallada de la metodología del sistema

El presente proyecto consiste en dar solución a una problemática que están viviendo los agricultores del municipio de Gama en los cultivos de gulupa. Lo que se quiere con el proyecto es llegar a medir dos variables importantes: una de ellas es la temperatura ambiente y humedad relativa del invernadero y otra es la dirección del viento. Se quiere esto ya que pues la temperatura es algo muy importante para el desarrollo de las plantas y para otros factores y también se quiere medir la dirección del viento para saber por qué lugar están viajando los insectos o las plagas dañinas y cuándo hay lluvias o brisas fuertes para saber dónde poner barreras y así evitar daños y pérdidas en el cultivo de gulupa.

El desarrollo va a ser por medio de un sensor DHT11 quién medirá la temperatura ambiente y la humedad relativa, también se creó un sistema de direccionamiento del viento con unos sensores micrófonos electores envueltos en embudos donde cada uno se pone en una dirección de norte, sur, Oriente, occidente y dependiendo la intensidad el sonido que entre por estos, que en la programación está configurado a más de 66 arrojará en pantalla el direccionamiento del viento.

Estos datos de las variables calculadas por medio del sistema creado en el cultivo serán transportados por las antenas Nrf24 101 que se comunican por medio radial y estas variables serán arrojadas a la computadora de la casa del agricultor por medio de Arduino. Gracias al alcance de máximo de 1.000 metros de distancia que tiene estas antenas hace que el agricultor pueda monitorear su cultivo desde su casa sin movilizarse al invernadero.

Recursos necesarios

| RECURSO | DESCRIPCIÓN | PRESUPUESTO |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Equipo Humano | Estudiante de ingeniería de telecomunicaciones y Asesor de opción de grado. | N/A |
| Equipos y Software | Computadora Software de proteus Software Arduino. | N/A |
| Viajes y Salidas de Campo | Realización de Encuestas a los productores de Gulupa en el municipio de Gama. | \$16.000 |
| Materiales y suministros | 2 Arduino Uno Sensor DHT11 2 módulos Transceptor Nrf24l01 Con Antena Arduino 4 módulos Sensor Micrófono Arduino Adaptador Fuente De Voltaje Poder 5v 2A Arduino Uno Cables Jumpers Para Arduino | \$143.000 |
| Bibliografía | e-Biblioteca UNAD y libros de la web | N/A |
| TOTAL: | | \$159.000 |

Productos esperados

| RESULTADO/PRODUCTO ESPERADO | INDICADOR | BENEFICIARIO |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Desarrollo tecnológico tipo Hardware para medición de temperatura y humedad en el invernadero. | Prototipo | Campesinos y/o agricultores de gulupa en el municipio de Gama |
| Desarrollo tecnológico tipo Hardware para medir el direccionamiento del viento. | Prototipo | Campesinos y/o agricultores de gulupa en el municipio de Gama |
| Lograr que las variables s puedan observar desde un computador. | Software Arduino para visualización y control de variables. | Campesinos y/o agricultores de gulupa en el municipio de Gama |

Resultados

A lo largo del desarrollo de este proyecto productivo, se analizaron las problemáticas más esenciales que tenían los agricultores de gulupa por medio de unas encuestas. Además, se estudió el diseño de los respectivos sistemas de automatización que se iban a llevar a cabo para la solución. Para el desarrollo se utilizó la comunicación por radioenlace, por medio de los módulos transceptores Nrf24101. Un radioenlace consiste en un sistema electrónico de comunicación vía inalámbrica que funciona a través de ondas de radio que posibilita que se transfiera la información entre dos puntos, este caso el lado base como emisor y el otro punto como recepción de datos. El transmisor es el que produce la señal por microondas de una potencia y frecuencia, la antena del receptor se encuentra apuntando a la del emisor por lo que finalmente recoge la energía de la señal y la envía a la línea de transmisión que es la que conecta con el receptor. Luego se encarga de demodularla y procesándola para que se interprete la información o los datos, en este caso las variables.

La manera en cómo estuvo estructurado el proyecto hizo posible que se obtuviera un sistema de telecomunicaciones con las siguientes características:

Un diseño del sistema de medición y control de variables de dirección del viento, humedad y temperatura a través del uso de sensores, micrófonos electret, módulos y tarjetas de desarrollo con el fin de dar solución a los requerimientos de los agricultores de los cultivos de Gulupa del municipio de Gama.

Se realizó la simulación del sistema de medición y control de variables a través de herramientas de software con el fin de detectar oportunidades de mejoramiento y así fortalecer el prototipo, para ello se utilizaron las herramientas electrónicas necesarias, se realizó la

comunicación a distancia por medio de radioenlace entre dos puntos para comunicar los datos de las variables de un lado a otro.

Se evaluó el diseño del prototipo, visualización y transmisión de variables a través de una lista de chequeo la cual es arrojada desde la computadora, con el fin de validar los requerimientos de los agricultores de gulupa del municipio de Gama y darles solución a las problemáticas más grandes uniendo la agricultura y las telecomunicaciones.

Conclusiones

Se logró elaborar y plantear el objetivo propuesto del Diseño de un sistema para medición, transmisión y control de variables en cultivos de Gulupa, a través de módulos de Comunicación de radio Nrf24L01 + PA + LNA y Arduino, con el fin de minimizar las pérdidas económicas de los agricultores en el municipio de Gama, el diseño de automatización tubo un desarrollo positivo pues se llegó a los resultados que se esperaban, se cumplieron los 3 objetivos específicos.

Se concluye que gracias a la elaboración de las encuestas a varios de los cultivadores se pudo investigar las principales problemáticas que estaban atravesando y que gracias al área de las telecomunicaciones se les podía dar una solución asertiva y eficaz. Con los resultados de las encuestas se percató que no existe ninguna información o investigación respecto a saber el direccionamiento del viento, lo cual es algo tan importante para este tipo de cultivos ya que hacia la dirección que sopla el viento llegan plagas, brisas o vientos fuertes que afectan a las plantas. Por esta razón se diseñó el prototipo el cual está compuesto por los módulos con micrófono que detectan el sonido o el impacto de vientos y gracias a los códigos Arduino nos muestra en pantalla esta variable informando hacia que dirección hay los vientos más fuertes.

Se logró desarrollar el sistema para la medición y transmisión de la humedad y temperatura del cultivo de gulupa, el prototipo tuvo un excelente desarrollo y arrojó los datos como se esperaban, gracias a ello se dio solución a esta problemática de los agricultores de Gulupa. El prototipo podría tener mejoras respecto a su estructura, es por ello por lo que a largo plazo se pretende tener mejores resultados, dar a conocer este proyecto y sistema de telecomunicaciones a nivel nacional.

Se obtiene como conclusión que en la mayor parte de los agricultores estarían dispuestos a pagar por un sistema automatizado de variables ya que ayuda a sus problemáticas y disminuiré la pérdida de plantas, de producción y así también evitarían que llegaran plagas o enfermedades a su cultivo. Con esta investigación se concluye que este proyecto sería rentable y viable, ya que apoya en gran parte a la población Gamense, a los productores y exportadores de la gulupa.

Como última conclusión la transmisión y recepción de variables tubo un excelente resultado pues cada prototipo arrojó los datos requeridos en el cultivo, la comunicación por radioenlace que se realizó gracias a los módulos Nrf24l01 funcionan por ondas de radio que permiten que se transmitan los datos entre las dos ubicaciones que se separan a máximo 1 Km o a pocos metros. Se concluye que con estas antenas receptoras no es necesario el uso de internet, ni bluetooth.

Bibliografía

- Aguilar, M. Á. (2019). *SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE DATOS AMBIENTALES POR MEDIO DE CONTROLADORES PROGRAMABLES SOPORTADO POR RADIO ENLACES*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/39494/1/B-CINT-PTG-N.405%20Ibarra%20Aguilar%20Miguel%20%20%20c3%81ngel.pdf>
- Bembibre, V. (2009). *Definición de Cultivo*. Bogotá: Definición ABC. Obtenido de <https://www.definicionabc.com/general/cultivo.php>
- Córcoles, A. M. (2018). *Arduino. Edición 2018 Curso práctico*. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=yo6fDwAAQBAJ&pg=PA29&dq=definici%C3%B3n+de+arduino&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwikraXbr5TzAhXLJjQIHxVpBDYQ6AF6BAgKEAI#v=onepage&q=definici%C3%B3n%20de%20arduino&f=false>
- Euroinnova. (2009). *¿QUÉ SON LAS TELECOMUNICACIONES?* Bogotá. Obtenido de <https://www.euroinnova.co/blog/que-son-las-telecomunicaciones>
- Hydroenv. (2021). *¿Que es un invernadero?* México. Obtenido de https://www.hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=44
- Jorge E. Gómez, S. C. (2017). *SISTEMA DE INTERNET DE LAS COSAS (IoT) PARA EL MONITOREO DE CULTIVOS PROTEGIDOS*. Obtenido de <https://revistas.unicordoba.edu.co/index.php/rii/article/view/1101/1500>
- Lisbey Catherine Gómez Puentes, S. I. (2019). *Diseño e implementación de un sistema automático de fertirrigación para un cultivo de gulupa*. Bogotá: Universidad de la Salle. Obtenido de

https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1271&context=ing_automatizacion

Miranda, D. (2018). *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia:*

maracuyá, granadilla, gulupa y curuba. Bogotá. Obtenido de

[http://fedepasifloras.org/es/wp-content/uploads/2018/01/Cultivo-poscosecha-y-](http://fedepasifloras.org/es/wp-content/uploads/2018/01/Cultivo-poscosecha-y-comercializacio%CC%81n-de-las-pasiflora%CC%81ceas-en-Colombia.pdf#page=160)

[comercializacio%CC%81n-de-las-pasiflora%CC%81ceas-en-Colombia.pdf#page=160](http://fedepasifloras.org/es/wp-content/uploads/2018/01/Cultivo-poscosecha-y-comercializacio%CC%81n-de-las-pasiflora%CC%81ceas-en-Colombia.pdf#page=160)

Munar, N. R. (2020). *Exportación de Gulupa en 2020*. Bogotá: ANALDEX. Obtenido de

[https://www.analdex.org/2021/02/25/exportacion-de-gulupa-en-](https://www.analdex.org/2021/02/25/exportacion-de-gulupa-en-2020/#:~:text=Rafael%20Ospino%20Arrieta-)

[2020/#:~:text=Rafael%20Ospino%20Arrieta-](https://www.analdex.org/2021/02/25/exportacion-de-gulupa-en-2020/#:~:text=Rafael%20Ospino%20Arrieta-)

[,La%20gulupa%20ha%20sido%20uno%20de%20los%20productos%20colombianos%20](https://www.analdex.org/2021/02/25/exportacion-de-gulupa-en-2020/#:~:text=Rafael%20Ospino%20Arrieta-)

[que,51%20millones%20para%20el%202020.](https://www.analdex.org/2021/02/25/exportacion-de-gulupa-en-2020/#:~:text=Rafael%20Ospino%20Arrieta-)

Ocapo, J. (2018). *Aumentar consumo de gulupa, reto para el posacuerdo*.

Obtenido de [https://www.palmira.unal.edu.co/index.php/noticias/palmira/484-aumentar-](https://www.palmira.unal.edu.co/index.php/noticias/palmira/484-aumentar-consumo-de-gulupa-reto-para-el-posacuerdo)

[consumo-de-gulupa-reto-para-el-posacuerdo](https://www.palmira.unal.edu.co/index.php/noticias/palmira/484-aumentar-consumo-de-gulupa-reto-para-el-posacuerdo)

Plazas, M. A. (2020). *En las gulupas nativas está la clave para exportar frutas de élite*. Bogotá.

Obtenido de [http://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/en-las-gulupas- nativas-esta-la-](http://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/en-las-gulupas-nativas-esta-la-clave-para-exportar-frutas-de-elite/)

[clave-para-exportar-frutas-de-elite/](http://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/en-las-gulupas-nativas-esta-la-clave-para-exportar-frutas-de-elite/)

RAMIREZ, J. A. (2018). *ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA EXPORTACIÓN*

DE LA GULUPA. Bogotá. Obtenido de

[https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17857/1003764539.pdf?sequence=](https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17857/1003764539.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[1&isAllowed=y](https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/17857/1003764539.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Reyes, L. A. (2015). *Definición de Protoboard y como utilizarlo*. Obtenido de

<https://ingenieriaelectronica.org/definicion-de-protoboard-y-como-utilizarlo/>

Ros, M. (2018). *Emisor y receptor*. Obtenido de

https://ceice.gva.es/documents/162880217/166968893/Castellano_unidad3_ElEmisoryelReceptor.pdf/f2d6d96a-1e5c-4b46-9ec9-b8c50f7e6b55

Ruesca, P. (2016). *RADIO ENLACE – ¿QUÉ ES UNA RADIOENLACE?* (Radio comunicaciones ed.). Obtenido de <http://www.radiocomunicaciones.net/radio/radio-enlace-que-es-un-radioenlace/>

Vasco, L. F. (2015). *PROGRAMA DE APOYO AGRÍCOLA Y AGROINDUSTRIAL
VICEPRESIDENCIA DE FORTALECIMIENTO EMPRESARIAL*

CÁMARA DE COMERCIO DE BOGOTÁ. Bogotá. Obtenido de

<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14314/Gulupa.pdf?seque>