

**Sistema de alertas para medir temperatura en invernaderos en la vereda Guabinal  
cerro del municipio de Girardot, Cundinamarca**

**Presentado Por:**

Carolina Carrillo Cortés

Luis Alfredo Moreno Villadiego

Wilmer Hernando Tavera

**Curso: 104001 \_1**

**Proyecto de grado**

**Tutor:**

Daniela Rangel Fernández

**Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD**

**Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios**

**Programa de Especialización en Gestión de Proyectos**

**Colombia, julio 2020**

## **Resumen**

Los cultivos en invernaderos controlados por sistema electrónico en condiciones de manejo de microclima son adecuados para la producción de cultivos de frutas, flores y hortalizas, con este proyecto se espera lograr la automatización de los invernaderos utilizando controles climáticos, control de temperatura y control de riego y nutrientes en cualquier cultivo o vivero indiscriminado el tipo de planta, desde un sistema colector de datos que permita almacenar y configurar las variables medidas como es la temperatura, la humedad del aire para determinar el mejor rendimiento del producto deseado utilizando, sensores y sistema de transmisión de los datos a través de mensajes de texto por red móvil GSM, que permita estar atento a los cambios de las condiciones ambientales dentro del invernadero, permitiendo que más grupos de agricultores encuentren otra alternativa de producción de alimentos.

### **Palabras clave:**

Invernaderos, optimización, automatización, red móvil, sistema electrónico.

## **Abstract**

The electronic control greenhouse cultivation system under micro weather management conditions are suitable for the production of fruit, flower and vegetable crops, with this project we expected to achieve the automation of greenhouses using climate controls, temperature control and irrigation control. and nutrients in any crop or nursery indiscriminate the type of plant, from a data collection system that allows to store and configure the measured variables such as temperature, air humidity to determine the best performance of the desired product using sensors and a system of transmission of data through text messages by GSM mobile network, which allows to be attentive to changes in

environmental conditions inside the greenhouse, allowing more groups of farmers to find another alternative for food production.

**Key words**

Greenhouses, optimization, automation, mobile network, electronic system.

## Índice

Introducción .....	1
Capítulo 1.....	3
Formulación del problema técnico .....	3
1.1 Antecedentes del problema .....	3
1.2 Contexto donde se presenta el conflicto .....	4
1.3 Descripción del problema.....	5
1.4 Formulación del problema .....	6
1.5 Sponsor del proyecto .....	6
1.6 Stakeholders del proyecto.....	6
1.7 Modalidades de solución al problema.....	7
1.8 Propuesta para calcular variables en los invernaderos .....	8
1.9 Constricciones y restricciones del proyecto .....	9
1.10 Formulación y sistematización del problema .....	11
Capítulo 2.....	12
Justificación .....	12
Capítulo 3.....	14
Objetivos .....	14
3.1 Objetivo general.....	14
3.2 Objetivos específicos .....	14
Capítulo 4.....	15
Desarrollo del proyecto aplicado .....	15
4.1 Acta de constitución del proyecto.....	15
4.2 Requerimientos técnicos y tecnológicos para el diseño del prototipo .....	17
4.2.1 Hipótesis .....	17
4.2.2 Marco Conceptual .....	19

4.3 Marco Teórico.....	21
4.3.1 Estructuras de Invernaderos.....	23
4.3.2 Estructuras artesanales.....	23
4.3.3 Estructuras industriales.....	23
4.3.4 Sistema de Riego.....	24
4.3.5 Riego fertirrigación.....	24
4.3.6 Riego Automático.....	24
4.3.7 Riego por Aspersión.....	25
4.3.8 Riego por Goteo.....	25
4.4 Marco Geográfico.....	25
4.5 Marco histórico.....	27
4.6 Diseño metodológico.....	29
4.6.1 Tipo de investigación.....	29
4.6.2 Metodología.....	29
4.6.3 Metodología SCRUM.....	30
4.7 Diseño de Investigación.....	31
4.7.1 Población.....	31
4.7.2 Muestra.....	31
4.7.3 Variables.....	31
4.7.4 Herramientas metodológicas.....	32
4.7.5 Recolección de Información.....	32
4.7.6 Equipos de control.....	38
4.7.7 Materiales y métodos.....	39
4.7.8 Frecuencia del riego.....	41
4.8 Análisis de las condiciones para el sistema de alertas.....	42
4.8.1 Resultados de la Investigación para la tecnificación del invernadero.....	42
4.8.2 Discusión de Resultados.....	44

Capítulo 5.....	49
Administración del proyecto .....	49
5.1 Recurso Humano.....	49
5.1.1 Roles .....	50
5.1.2 Gestión del talento humano. ....	50
5.1.3 Calendario de Recursos .....	50
5.2 Recursos Institucionales.....	50
5.2.1 Problemas de las instituciones .....	51
5.2.1 Problemas con la institucionalidad .....	51
5.3 Recursos en materiales.....	51
5.3.1 Materiales empleados en las estructuras .....	52
5.4 Presupuesto .....	53
5.5 Cronograma de evaluación .....	53
5.5.1 Descripción de actividades.....	53
5.5.2 Cronograma actividades .....	54
Conclusiones .....	56
Recomendaciones.....	57
Referencias bibliográficas y webgrafía .....	58
Bibliografía .....	58
Webgrafía.....	58
Apéndice .....	63
Formulación del problema a través del Diagrama Causa-Efecto de Ishikawa .....	63
Equipo del proyecto .....	63
Vita.....	65

### Índice de tablas

Tabla 1. Nombre de las personas que participaron en el proyecto. ....	6
Tabla 2. Stakeholders del proyecto. ....	6
Tabla 3. Acta de Constitución del Proyecto.....	15
Tabla 4. Modelo canvas producción invernadero de hortalizas y tomate de mesa.....	33
Tabla 5. Variables de éxito en Girardot .....	46
Tabla 6. Fechas del talento humano .....	50
Tabla 7. Cronograma de actividades .....	54

### Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Instrumentos de solución.....	8
Ilustración 2. Restricciones del proyecto. ....	10
Ilustración 3. Restricción del proyecto, en qué consisten. ....	10
Ilustración 4. Ubicación municipio de Girardot.....	25
Ilustración 5. Municipio de Girardot.....	26
Ilustración 6. Ubicación vereda Guabinal .....	26
Ilustración 7. Invernadero .....	27
Ilustración 8. Metodología SCRUM .....	30
Ilustración 9. Plano invernadero la primavera.....	34
Ilustración 10. Invernadero. ....	39
Ilustración 11. Estructura estación base invernadero. ....	41
Ilustración 12. Estructura eléctrica invernadero. ....	41
Ilustración 13. Parte interna invernadero. ....	42
Ilustración 14. Temperatura sitio.....	45
Ilustración 15. Temperatura promedio por hora.....	46
Ilustración 16. Interfax de consulta.....	47
Ilustración 17. Gráficas variables medio ambientales.....	47
Ilustración 18. Precipitación Girardot .....	48
Ilustración 19. Datos de tem/hum Girardot.....	48
Ilustración 20. Problemas con la institucionalidad.....	51
Ilustración 21. Diagrama Causa-Efecto de Ishikawa .....	63

## Introducción

En la actualidad según the Food and Agriculture Organization of the United Nations conocida por sus siglas FAO (2019) Colombia es potencia en productos agrícolas como el algodón, el café, la caña de azúcar, el maíz, el arroz, el cacao, entre otros, son los productos que más se exportan calificando al país como un gran exportador en productos agrícolas de calidad; sin embargo, la variedad climática según lo expuesto por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi conocido por sus siglas IGAC (2014) indica que en las distintas zonas agroecológicas y la topografía en algunas ocasiones generan desventajas en la producción al disminuir la cantidad de regiones con condiciones aptas para desarrollar la agricultura de manera óptima y eficiente, sumado a esto, encontramos que existen otros factores climáticos y ambientales que influyen en no permitir que se optimice la agricultura, como son, las sequías, inundaciones, entre otras eventualidades como el fenómeno del niño y de la niña según el IDEAM 2020, ya que Colombia al estar ubicado en la zona ecuatorial, cuenta en su mayoría con un régimen estacional binario, por lo cual las condiciones climáticas no son constantes.

Ante las circunstancias antes descritas, se hace absolutamente necesario que se generen unas condiciones apropiadas para cultivar productos de manera segura, estable, de calidad y competitiva en el ámbito nacional e internacional, diseñando, construyendo e implementando sistemas de invernadero que nos ayuden a contrarrestar estas variaciones climáticas, según el Instituto Colombiano Agropecuario conocido por sus siglas ICA (2019) se encuentran registrados 3.626 invernaderos, los cuales están compuestos por estructuras cerradas y cubiertas por materiales transparentes que son polietilenos, además de otros elementos esenciales para su correcto funcionamiento como es la utilización controlada del agua a través de un sistemas de riego bien definido o perímetro de riego, al conjunto de estructuras, el cual hace posible que una determinada área pueda ser cultivada y regada con la

aplicación del agua necesaria a las plantas, controlándose de esta manera las variables adversas que afectan los cultivos, temperatura, CO<sub>2</sub> de la ganadería, humedad relativa, radiación solar, por lo tanto, estos sistemas de invernadero deben ser diseñados de tal forma que permitan medir y controlar las variables que afectan las condiciones climáticas y ambientales de la región.

Con la elaboración de este documento se busca mostrar los detalles específicos de análisis de datos, la población y las muestras requeridas para su adecuada implementación, adicionalmente, se busca mostrar la distribución del recurso humano como el presupuesto estándar requerido para llevar a cabo la implementación del proyecto como lo expone Casal (2006) siendo estos elementos básicos para poder implementar y desarrollar un proyecto que en este caso de pie al funcionamiento de la toma de datos mediante el medidor de temperaturas. Puesto a que es de vital interés la estandarización de las variables climáticas de un invernadero, en pro del aprovechamiento de los recursos productivos que aporten al fortalecimiento de competencias agrícolas que mejoren la economía de la zona y den fuerza al mercado de la región.

## Capítulo 1.

### Formulación del problema técnico

#### 1.1 Antecedentes del problema

Los invernaderos son una oportunidad propicia para proteger la agricultura, es por ello que Cruz (2012) indica:

El invernadero representa la herramienta clave de la agricultura protegida y puntualiza dos aspectos importantes, el primero es la eficiencia e idoneidad para condicionar algunos de los principales elementos del clima dentro de límites determinados de acuerdo con las exigencias fisiológicas del cultivo; y la segunda es la funcionalidad, definida como el conjunto de requisitos que permiten la mejor utilización de los invernaderos, tanto desde el punto técnico como económico. (p.11)

De acuerdo con la Cámara de Comercio de Bogotá (2015) el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos – DAEU, durante 1998 reportó las cifras del tomate de invernadero en el mercado de este país con un volumen de 350 mil toneladas, de las cuales el 52% corresponde a la producción interna y el 48% a las importaciones de otros países, lo anterior plantea una proyección positiva para la consolidación de invernaderos ya que se evidencia un aumento notable en la demanda de los productos de invernadero.

En contraste Cruz (2012) indica que países como México han incrementado los proyectos de invernadero durante las últimas décadas con un crecimiento del 66% relacionado con los años noventa en relación a la actualidad, lo que da a entender que la producción de tomates a través de los invernaderos tiene resultados eficientes, posicionando esta alternativa de cultivo como una de las mayores alternativas para el crecimiento competitivo de las regiones.

## 1.2 Contexto donde se presenta el conflicto

En busca de alternativas rentables y amigables con el ambiente, en Colombia según el ICA (2009) en la guía para buenas prácticas agrícolas, se está incentivando los sistemas de cultivo de hortalizas y tomate bajo cubierta plástica. Esta alternativa permite a los productores independizar el cultivo de factores climáticos que lo afectan y ejercer un control sobre la producción final. El logro más importante del sistema bajo invernadero, es que ofrece la posibilidad de programar producciones y disminuir los efectos de las enfermedades, las cuales se dan por las lluvias permanentes, ocasionando bajos rendimientos en los cultivos, lo cual sin duda es un gran avance.

Los invernaderos según Serrano en (2005) tienen múltiples ventajas entre las cuales se pueden destacar que facilitan la producción durante todo el año en cualquier región del país, fomentar las buenas prácticas agrícolas a través de la implementación del manejo de plagas que permita ofrecer un producto de calidad e inocuidad disminuyendo el impacto medio ambiental y propendiendo por el bienestar de los consumidores y trabajadores.

Un ejemplo claro del éxito de los cultivos bajo cubierta plástica, lo expone el Departamento Administrativo Nacional de Estadística conocido con las siglas del DANE, (2014) donde sustenta que:

La producción de tomate bajo invernadero o bajo condiciones protegidas es una práctica que se viene adelantando en el país como una opción para la reconversión de cultivos, haciendo más productivas áreas con severas limitaciones y condiciones adversas que son minimizadas, obteniendo excelentes resultados, como el incremento en la productividad, la rentabilidad y la calidad no solo en la apariencia física del producto sino en su inocuidad por la mínima aplicación de plaguicidas. (p.46)

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias conocido como INIAP (2004) sustenta que esta forma de cultivar hortalizas y tomate, se convierte en una actividad productiva que ayuda a que la economía de muchas familias crezca, generando empleo e ingresos que permite mejore su calidad de vida aumentando el rendimiento de las cosechas en espacios reducidos, no obstante un cultivo bajo cubierta plástica requiere que haya mayor monitoreo y adecuado manejo de las condiciones climáticas dentro del mismo.

Este proceso permitirá que se obtengan mejores resultados, por lo cual se hace necesario disponer de un medio que permita estar supervisando el clima dentro del invernadero y la frecuencia con que se debe hacer el riego para facilitar las condiciones climáticas dentro del mismo, si las condiciones climáticas y de riego en un invernadero no son las adecuadas, no se podrá tener los rendimientos esperados, es por ello que se hace énfasis en la importancia de desarrollar un proyecto que permita diseñar un prototipo que calcule estas condiciones para poder realizar el control adecuado.

### **1.3 Descripción del problema**

Colombia es un país con una amplitud climática, el cual como expone el DANE (2014) el país posee diferentes zonas de vida, variabilidad de factores climatológicos que inciden en el uso, aprovechamiento de los recursos disponibles para el cultivo de material vegetal y agrícola, podemos decir que esta amplia gama de factores si bien facilita que Colombia tenga una alta producción no en todas las regiones se pueden obtener los mismos resultados ya que las condiciones medioambientales son diferentes.

Por lo anterior, se ve como un obstáculo a superar el poder manejar las condiciones medioambientales en las que realizan el crecimiento inicial, medio y final de productos los cuales se puedan cultivar en espacios reducidos como lo son los invernaderos.

## 1.4 Formulación del problema

¿Cómo se puede construir e implementar un sistema de alertas para medir la temperatura en un invernadero en la vereda Guabinal cerro del municipio de Girardot, Cundinamarca para el año 2020?

## 1.5 Sponsor del proyecto

Tabla 1. Nombre de las personas que participaron en el proyecto.

Nombre	Documento	Teléfono	Correo	Centro
Wilmer Hernando Tavera	1070594679	3103142710	<a href="mailto:wilmertavera@hotmail.com">wilmertavera@hotmail.com</a>	CEAD GIRARDOT
Luis Alfredo Moreno Villadiego	92538073	3143759823	<a href="mailto:Luis.morenov1234@gmail.com">Luis.morenov1234@gmail.com</a>	CEAD JOSE ACEVEDO Y GOMEZ
Carolina Carrillo Cortés	52196389	3134634757	<a href="mailto:Karollc3@gmail.com">Karollc3@gmail.com</a>	CEAD JOSE ACEVEDO Y GOMEZ

Fuente: autoría propia (2020).

## 1.6 Stakeholders del proyecto

Tabla 2. Stakeholders del proyecto.

Stakeholders del proyecto	
Interesados internos	Interesados externos
✓ Gobierno Cundinamarca	✓ Empresarios
✓ Alcaldía municipio de Girardot	✓ Instituciones públicas y privadas
	✓ Sociedad en general

	✓ Instituciones educativas
	✓ Líderes sociales

*Fuente: autoría propia (2020).*

## 1.7 Modalidades de solución al problema

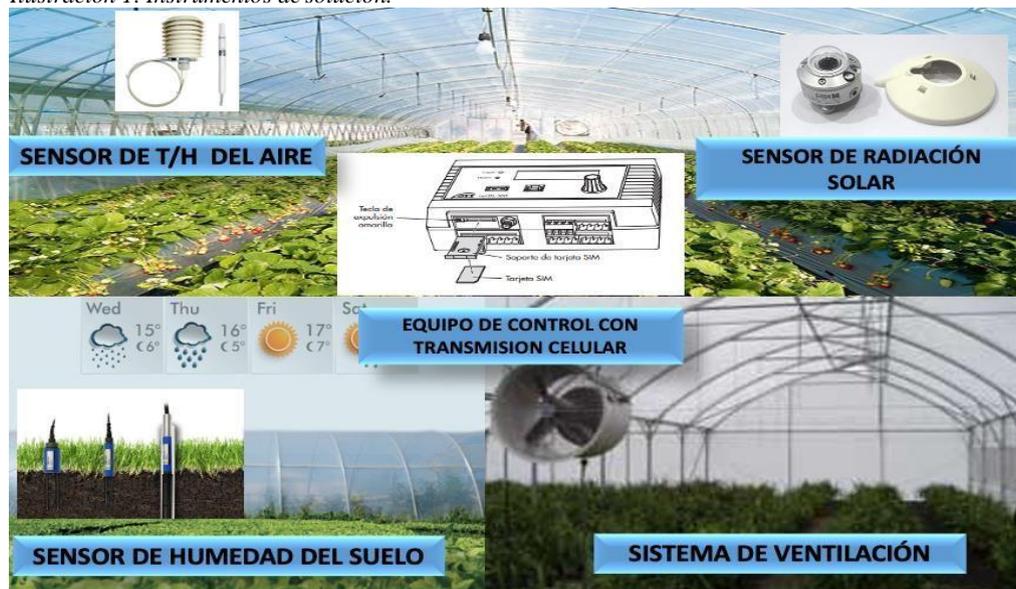
Del análisis de temperaturas estándares que se manejan en el municipio de Girardot según el IDEAM (2019) el cual oscila entre los 24 °C y los 36 °C, puede interpretarse la medición de las variables tales como temperatura, precipitación, radiación solar, humedad, viento, evaporación con diferentes tipos de sensores existentes que se podrían utilizar para solucionar el problema planteado serían:

- ✓ **Temperatura y humedad del aire:** Puede medir la temperatura atmosférica, la presión barométrica y la humedad relativa.
- ✓ **Precipitación:** Las precipitaciones, el viento, la humedad y la temperatura son variables usuales de una medición del medio ambiente, las cuales se interpretan por medio de modelos matemáticos generados de un proceso de caracterización.
- ✓ **Radiación global:** Piranómetro de segunda clase según ISO 9060: Cables opcionales de 10m, 15m, 20m, 30m, ó 50m.
- ✓ **Vientos:** Wind Sonic es un sensor eólico ultrasónico de 2 ejes que ofrece datos sobre la velocidad y dirección del viento mediante dos salidas analógicas o una salida en serie.
- ✓ **Evaporación:** El tanque de evaporación de T-400 es un diseño de estado sólido digital que proporciona una medida exacta y confiable del nivel de agua en un tanque de evaporación de “óptimamente el nivel del agua. Cada ranura es igual a 0.25400 mm la escala de la medición es de 152.400 mm T-400 incluye un anemómetro, temperatura del agua en función del viento y un pirómetro.

- ✓ **Estación meteorológica compacta para control de las condiciones meteorológicas del invernadero:** Incluye pluviómetro de cazoletas, anemómetro, y sensores de temperatura, humedad, radiación solar y UV. Para mejor precisión, los sensores de humedad y temperatura están ubicados en el protector solar. Este protege los sensores de la radiación solar y otras fuentes de calor irradiado o reflejado.

## 1.8 Propuesta para calcular variables en los invernaderos

Ilustración 1. Instrumentos de solución.



Fuente: Manual de usuario OTT (2020)

Actualmente este proyecto busca armonizar todas estas variables en un programa o software que parametrizado arrojará las alternativas oportunas a riego, manejo de aire o acondicionamiento de medio ambiente para el invernadero, esto dando con alertas que actúen internamente en el sistema y accionen mecanismos de riego, ventilación, enfriamiento, según sea el caso. La búsqueda de un ambiente armónico para el invernadero es la oportunidad de tener nuevas alternativas económicas que mejoren las condiciones del campo con la implementación de nuevas tecnologías y mejore la vida de los agricultores, como el aprovechamiento de los recursos naturales.

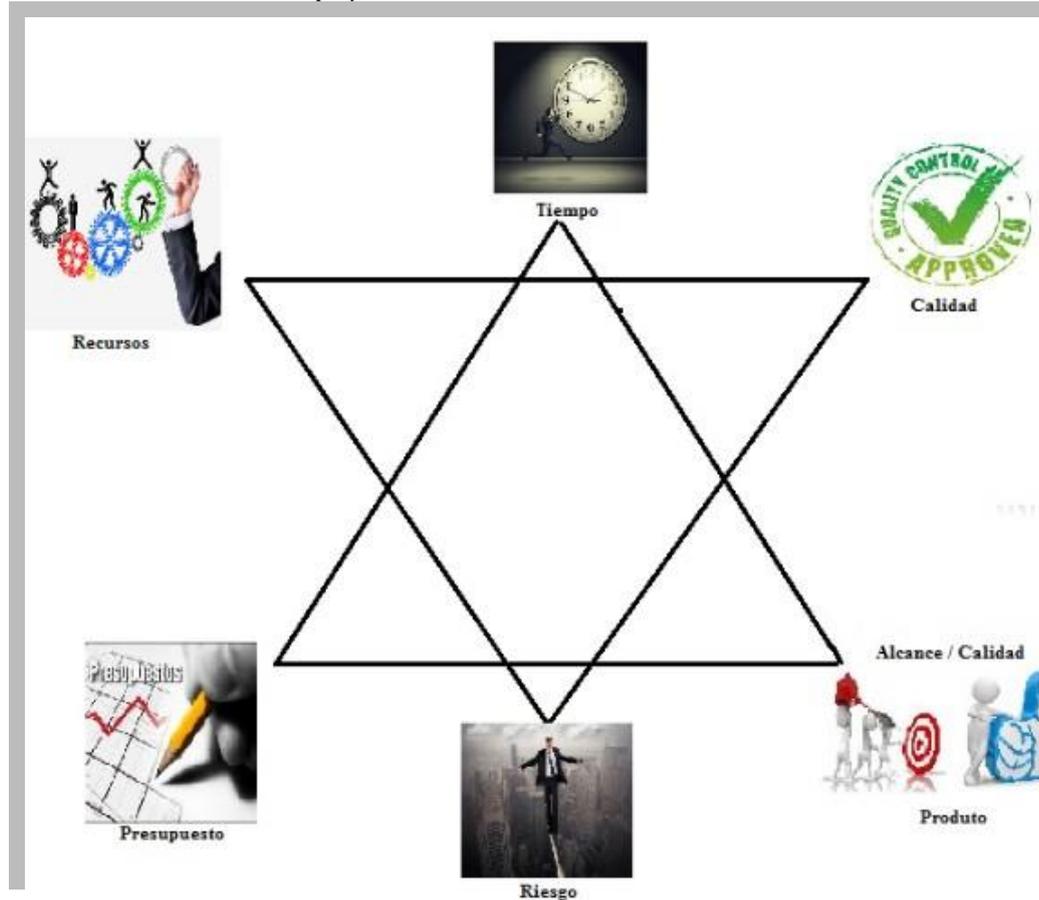
Sin embargo, la actualidad que se atraviesa en la agricultura, los campos tienen variedad de zonas que producen un sin número de hortalizas entre otros alimentos, y el apogeo de los invernaderos está garantizando el suministro constante de las producciones. Por lo que hacerle una tecnificación será el medio o el objetivo conjunto de mejorar el agro y generalizar medidas que permitan luchar contra los escasos de comida.

En consideración a los parámetros establecidos en la triple restricción tenemos que al controlar el impacto de las restricciones tendremos que debemos cumplir a cabalidad con los costos, el tiempo y los alcances establecidos.

### **1.9 Constricciones y restricciones del proyecto**

Dentro de las constricciones y restricciones dentro del proyecto podemos determinar el alcance, el coste, el tiempo, el riesgo, la calidad y los recursos, todos ellos se hacen indispensable para poder gestionar de manera acorde el proyecto, si algunas de estas restricciones faltan podría afectar el correcto desarrollo y ejecución del proyecto, por lo tanto, todos son necesarios y a todos se les debe dar la importancia que merece.

Ilustración 2. Restricciones del proyecto..



Fuente: autoría propia (2020).

Ilustración 3. Restricción del proyecto, en qué consisten.



Fuente: autoría propia (2020).

### 1.10 Formulación y sistematización del problema

Las preguntas orientadoras de esta sistematización deben cumplir unos criterios los cuales se hacen necesarios para su correcta formulación como es la de expresar en una dimensión tiempo espacio, una relación de variable, posibilitar pruebas empíricas, variables sometidas a comprobación y verificación, al igual que se debe formular en forma de pregunta.

- ✓ ¿Los invernaderos a los que se les busca diseñar e implementar sistemas de alerta para medir la temperatura y controlar la frecuencia de riego cumplen con los requisitos mínimos para este propósito?
- ✓ ¿Los diferentes sistemas de alertas existentes en el mercado actualmente, cuentan con las características adecuadas?
- ✓ ¿Los interesados en todos los ámbitos aceptan las condiciones establecidas para el diseño e implementación de este sistema?

## Capítulo 2.

### Justificación

En Colombia se ha comprobado que los invernaderos tienen múltiples ventajas entre las cuales se pueden destacar la facilidad de producción durante todo el año en cualquier región del país, fomentar las buenas prácticas agrícolas a través de la implementación del manejo de plagas que permita ofrecer un producto de calidad e inocuidad disminuyendo el impacto medio ambiental y propendiendo por el bienestar de los consumidores y trabajadores.

Uno de los factores determinantes para el éxito de un invernadero es el control de las temperaturas en el mismo, Según FAO (2017):

Controlar el exceso de calor es uno de los mayores problemas en la producción bajo invernaderos en la región mediterránea. Incluso en invierno de días claros, la temperatura sube por encima del nivel deseado y durante el verano la temperatura puede subir por encima de los 50° C. Los invernaderos mal ventilados, no permiten tener cultivos en su interior desde la mitad de junio a la mitad de septiembre si están localizados en la región sur mediterránea. En zonas áridas o semiáridas este período puede extenderse de 15 de mayo hasta comienzos de octubre. En las regiones del Mediterráneo N, es posible y S deseable mantener cultivos en el invernadero incluso en los meses de verano. (p.4)

Por esta razón, se ha buscado implementar diferentes sistemas para controlar todas las condiciones del invernadero, en junio de 2018, se inauguró el Horticentro Colombia-Holanda ubicado en el Centro de Bio-Sistemas Alberto Lozano Simonelli de U Tadeo del municipio de Chía en Cundinamarca, considerado como el invernadero inteligente más moderno del país.

Desde la UTADEO (2018) se destaca el proyecto hace parte del programa Centro de Capacitación y Conocimiento Colombia, ejecutado en nuestro país por la Universidad Jorge Tadeo Lozano, con el apoyo de las empresas agrícolas Sáenz Fety y Hortifresco.

Mediante lo anterior, se puede demostrar la importancia de la propuesta de crear un medidor de temperatura y poder cultivar sin importar zona ni clima y así poder obtener comida que supla las necesidades de manera constante de cualquier población.

## Capítulo 3

### Objetivos

#### 3.1 Objetivo general

Diseñar un prototipo de sistema de alerta que permita calcular las condiciones climáticas de un invernadero de hortalizas y su sistema de riego.

#### 3.2 Objetivos específicos

- ✓ Determinar los requerimientos técnicos y tecnológicos para el diseño del prototipo.
- ✓ Identificar cuáles son las condiciones climáticas y frecuencia de riego adecuadas para un cultivo bajo invernadero.
- ✓ Analizar las condiciones que debe cumplir el prototipo de un sistema de alertas dentro del invernadero.

## Capítulo 4.

### Desarrollo del proyecto aplicado

#### 41 Acta de constitución del proyecto

Tabla 3. Acta de Constitución del Proyecto.

<b>Acta de constitución del proyecto</b>				
<b>Proyecto</b>	Sistema de alertas para medir temperatura en invernaderos en la vereda Guabinal cerro del municipio de Girardot, Cundinamarca			
<b>Patrocinador</b>	Gobernación Cundinamarca			
<b>Preparado por:</b>	Carolina Carrillo Cortés Luis Alfredo Moreno Wilmer Hernando Tavera Líder proyecto	Día: 06	Mes: 01	Año 2020
<b>Revisado por:</b>	Daniela Rangel Fernández Revisora	Día: 06	Mes: 01	Año 2020
<b>Aprobado por:</b>	Daniela Rangel Fernández Supervisora	Día: 06	Mes: 01	Año 2020
<b>Breve descripción del producto o servicio del proyecto</b>				
El presente proyecto es un sistema de alerta que consiste en medir y controlar la temperatura, así como la frecuencia de riego en la parte interna de los sistemas de invernaderos, a través de un dispositivo electrónico que permiten controlar y hacerle seguimiento de manera remota a los diferentes cambios climáticos que se presentan durante el año, de igual forma, a las frecuencias de riego que se deben tener en cuenta para mantener en óptimas condiciones los cultivos.				
<b>Objetivos estratégicos de la organización</b>		<b>Propósito del proyecto</b>		
Diseñar un prototipo de sistema de alerta que permita calcular las condiciones climáticas de un invernadero de hortalizas y su sistema de riego.		Diseñar un prototipo de sistema de alerta que mida y controle la temperatura, así como la frecuencia de riego en la parte interna de los sistemas de invernaderos, a través de un dispositivo electrónico que permita hacerle seguimiento y control de manera remota a los diferentes cambios climáticos que se presentan durante el año, de igual forma, a las frecuencias de riego que se deben tener en cuenta para mantener en óptimas condiciones los cultivos.		

<b>Objetivos del proyecto</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Determinar los requerimientos técnicos y tecnológicos para el diseño del prototipo.</li> <li>✓ Identificar cuáles son las condiciones climáticas y frecuencia de riego adecuadas para un cultivo bajo invernadero.</li> <li>✓ Analizar las condiciones que debe cumplir el prototipo de un sistema de alertas dentro del invernadero.</li> </ul>	
<b>Factores críticos de éxito del proyecto</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Que exista una seguridad en los recursos financieros.</li> <li>➤ Tener conocimiento del mercado.</li> <li>➤ Relaciones intra e interinstitucional.</li> <li>➤ Compromiso de los interesados.</li> <li>➤ Conocimiento, capacitación y retroalimentación sobre el tema.</li> </ul>	
<b>Requerimientos de alto nivel</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Que los requerimientos técnicos sean los adecuados.</li> <li>➤ Que el presupuesto destinado para el proyecto se ejecute correctamente.</li> <li>➤ Que los interesados queden satisfechos</li> <li>➤ Que los tiempos establecidos se cumplan</li> <li>➤ Alcanzar los objetivos propuestos inicialmente.</li> </ul>	
<b>Extensión y alcance del proyecto</b>	
<b>Fases del proyecto</b>	<b>Principales entregables</b>
<b>Fase I: INICIO.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Presentar el proyecto a las autoridades.</li> <li>✓ Creación del equipo de trabajo e interesados.</li> <li>✓ Acta de constitución proyecto.</li> </ul>
<b>Fase II: PLANIFICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Creación de y metas, plan estratégico, cronograma y plan acción.</li> <li>✓ Ejecución de cada uno de las líneas y planes de gestión.</li> <li>✓ Base, registro, documentación, matriz, entre otros.</li> </ul>
<b>Fase III: EJECUCIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ejecución en los 5 primeros meses.</li> <li>✓ Conocimiento, capacitación y retroalimentación sobre el tema.</li> <li>✓ Control y seguimiento de los avances.</li> <li>✓ Cumplimiento de los tiempos establecidos.</li> <li>✓ Que se cumpla con los objetivos propuestos.</li> </ul>
<b>Fase IV: CIERRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recibido y recepción del proyecto.</li> <li>✓ Análisis de resultados.</li> <li>✓ Verificación de aciertos y desaciertos.</li> <li>✓ Evaluación del proceso de ejecución, implementación y puesta en marcha proyecto.</li> </ul>

	✓ Satisfacción interesados
<b>Interesados claves</b>	
<b>Interesados internos</b>	<b>Interesados externos</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gobierno Cundinamarca</li> <li>✓ Alcaldía municipio de Girardot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Empresarios</li> <li>✓ Instituciones públicas y privadas</li> <li>✓ Sociedad en general</li> <li>✓ Instituciones educativas</li> <li>✓ Líderes sociales</li> </ul>
<b>Riesgos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Que se definan de manera errónea los alcances y objetivos.</li> <li>➤ Que el personal comprometido no tenga los conocimientos y experiencia exigida.</li> <li>➤ Que se requieran más recursos financieros para terminar el proyecto.</li> <li>➤ Que Aumenten los costos, debido a retrasos imprevistos en la ejecución del proyecto.</li> <li>➤ Que los recursos logísticos y materiales utilizados no resultados no sean de calidad.</li> <li>➤ Que los interesados no se sientan satisfechos.</li> </ul>	
<b>Hitos principales del proyecto</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mesas de trabajo para dar inicio al proyecto.</li> <li>➤ Planear de manera adecuada los tiempos, alcances y el presupuesto para la ejecución del proyecto.</li> <li>➤ Elaborar plan de contingencia, que ayude a mitigar los imprevistos que se presenten durante la ejecución del proyecto.</li> </ul>	
<b>Presupuesto del proyecto:</b> Periodo de diseño de estudios 5 meses y el presupuesto \$589.000.000,00	
<b>Gerente asignado al proyecto</b>	
Gobernación Cundinamarca	
<b>Autorización acta</b>	
Patrocinador: Gobernación Cundinamarca	
Autoridad asignada: Gobernación Cundinamarca	

*Fuente: autoría propia (2020).*

## 42 Requerimientos técnicos y tecnológicos para el diseño del prototipo

### 4.2.1 Hipótesis

Con la implementación de un prototipo que calcule condiciones ambientales de un invernadero se espera obtener como resultado la adecuación estandarizada de microclimas

que cumplan con los requerimientos de la producción de alimentos a un menor costo sin la exposición de cultivos a variabilidad climática.

Según Berger (2020) plantar al aire libre trae consigo problemas peligrosos como la exposición a la radicación por enfriamiento nocturno, estrés calórico durante el día, entre otros agentes climáticos como la contaminación que contribuyen a la mortalidad de las plantas o cultivos. Los problemas de la producción a campo abierto son los que se buscan evitar con el desarrollo de invernaderos inteligentes, que generen la independencia a los factores climáticos, para ello el planteamiento de nuestra problemática a trabajar bajo este proyecto busca crear un dispositivo que controlen el ambiente para los invernaderos.

La técnica de construir invernaderos es muy antigua según la FAO (2012) se utiliza desde el siglo XV, esto con el fin de tener alimentos bajo nuevas condiciones, para suplir los cambios climáticos de algunas zonas con estaciones, sus diseños son variados y se enfrentan siempre a ambientes difíciles de controlar dependiendo de la calidad de los materiales, la forma del invernadero y hasta el agotamiento de los suelos. De esto se deriva que el equipamiento de un control climático requiere de condiciones artificiales de microclimas adecuadas a las condiciones de las plantas o cultivos, para optimizar las condiciones biológicas que maximice la fotosíntesis y permita obtener una adecuada producción sin pérdida a la inversión, garantizando el rendimiento en los cultivos que se realicen en los invernaderos.

Hipotéticamente podemos definir que un indicador de clima, unido a las proyecciones climáticas que deben tener cada cultivo o tipo de especie, es la solución al incremento de alimentos que supla las necesidades alimenticias para las diferentes poblaciones que existen.

La implementación un proyecto que module a bajos costos la supervisión de condiciones ambientales para los invernaderos es algo viable y necesario para los

cultivadores ya que con esto se busca proteger los cultivos y mejorar la calidad de vida de las zonas donde se implemente, esto contribuirá al aprovechamiento de las fincas, a duplicar la capacidad de producción y a mitigar el hambre en un futuro.

#### **4.2.2 Marco Conceptual**

La propuesta de un invernadero está enmarcada en buscar soluciones para garantizar una mayor seguridad alimenticia de una población, estos cultivos por tradición presentan un grado inferior de contaminación por no estar expuestos a factores ambientales externos y por ende el uso adecuado de riegos, fertilizantes y el agua controlada mediante riego reduce los efectos causados por el suelo y el agua, por ende es que es importante la alternativa hidropónica para aprovechar los beneficios que genera con mejor manejo de costos que la siembra tradicional.

Mediante el análisis de las técnicas de cultivos en invernadero se propone dar estabilidad a la producción de hortalizas y otros alimentos, como también el aprovechamiento del espacio físico y primordialmente la luz solar, todo esto unido a un sistema que controle el medio ambiente del invernadero y genere un ambiente estable

Con el fin de dar mayor claridad a la temática a tratar a continuación se relacionan algunos términos relevantes que deben ser entendidos en el contexto de la presente investigación.

**BPA:** “Las buenas prácticas agrícolas son todas las acciones que se realizan en la producción de hortalizas, desde la preparación del terreno hasta la cosecha, el embalaje y el transporte, orientadas a asegurar la inocuidad del producto, la protección al medio ambiente y la salud y el bienestar de los trabajadores” (FAO, 2012).

Primordialmente lo que se busca con las PBA es obtener calidad, asociado a una buena competencia en cuestión de medidas que muestren buenos resultados al sacar al mercado productos sanos, frescos cumpliendo con los requisitos de calidad para el consumo de estos. Las BPA para el caso de los invernaderos es que se puede controlar bajo un mismo ambiente controlado la producción primaria, cosecha y pos-cosechas y si se requiere hasta su embalaje para entrega al distribuidor.

**Invernadero:** Desde las FAO (2012) es:

Una construcción cuya cubierta o techo es de un material que deja pasar la luz solar, facilitando la acumulación de calor durante el día y desprendiéndolo lentamente durante la noche. Son estructuras cerradas con plásticos de calibre especial o cubierta de cristal que permiten el cultivo de alimentos en microclimas y condiciones estables dando rendimiento del campo o espacios para cultivos. (p.12)

De igual manera un invernadero es un sistema que controla factores de temperatura, humedad relativa, riego controlado, control de plagas y enfermedades, proporciona condiciones idóneas para cada cultivo y por ende se puede cultivar lo que se requiera o desee sin pensar en los factores climáticos que afectan los cultivos.

**Temperatura:** Según los datos obtenidos por InfoAgro (2020) la temperatura es:

Este es el parámetro más importante a tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que es el que más influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Normalmente la temperatura óptima para las plantas se encuentra entre los 10 y 20° C. Para un invernadero es importante el control de la temperatura con relación al amanecer y al atardecer con el objeto de evitar condensaciones, esto implica verificar la temperatura entre el interior y el exterior, así mismo se debe velar el

grado de apertura de ventilación, según la velocidad del viento, todo esto influye en la temperatura del invernadero. (p.3)

**Sistema de alerta:** Desde la UNGRD (2020) el sistema de alerta se:

Define que es un sistema de monitoreo programado que envía señales de alerta en caso de que los parámetros ambientales críticos alcancen niveles peligrosos para el invernadero. Mediante el sistema de alertas se busca realizar la toma de medidas que permitan atender, atenuar o prevenir riesgos, esto se realiza mediante monitores de temperatura para el caso de los invernaderos y se parametriza las temperaturas según el tipo de hortaliza. (p.3)

### **43 Marco Teórico**

Para apoyar el presente proyecto se han escogido diferentes autores y teorías que sustentan el tema de investigación.

Según FAO (2014) a través de la agricultura sostenible se busca promover prácticas y políticas que apoyen la integración de los sectores agrícolas y productivos (cultivos, ganadería, silvicultura y pesca), que aseguren el manejo responsable y disponibilidad de recursos naturales a largo plazo. Lo cual nos permite evidenciar la importancia que tiene para América latina en general la promoción de una agricultura responsable, lo cual implica promoverla para que haya mayor desarrollo agrario y propender por la protección de los recursos naturales por medio de estrategias de desarrollo sostenible.

En tal sentido, Palacio Peláez & Álvaro Ernesto (2014), en su artículo sobre frutas & hortalizas menciona que, el comercio de frutas y hortalizas a nivel mundial ha crecido positivamente en los últimos años, en gran parte, por el cambio en los hábitos de consumo de las personas, cuyas tendencias son cada vez más saludables; no obstante, el mercado crece a

un ritmo superior al de la producción; sin duda, esto ha motivado un cambio sustancial en la concepción de los modelos de negocios hortofrutícola. Países como Chile, Perú, España, entre otros, se han preocupado por apostarle al cultivo de frutas y hortalizas, y al desarrollo de programas que potencien su productividad y competitividad para abastecer la creciente demanda de alimentos a nivel mundial.

De igual forma Salgado Sanchez (2015), afirma que el mercado provee incentivos a los agricultores y asociado al consumo urbano influye en el tipo de tecnología que se aplica en la agricultura. Si los consumidores tomaran decisiones de abasto en interacción con los agricultores y sus decisiones de producción, sería posible favorecer la reproducción de sistemas de agricultura sustentable

Esto nos permite apreciar el panorama de crecimiento del cultivo de las hortalizas, frutas y verduras y la importancia que van ganando a nivel mundial estos productos, debido a las nuevas prácticas saludables de muchas personas, que optan por consumir alimentos saludables y nutritivos, una tendencia que va en crecimiento en muchas regiones de nuestro país.

En este orden FAO (2012), nos presenta los invernaderos como una alternativa para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria en emergencias, nos dice que Un invernadero es una construcción cuya cubierta o techo es de un materia que deja pasar la luz solar, facilitando la acumulacion de calor durante el día y desprendiendolo lentamente durante la noche. Un invernadero permite controlar el medio ambiente interno, modificando el clima y creando las condiciones para el desarrollo de los cultivos en cualquier epoca del año; los invernaderos son una alternativa de gran importancia para promover una agricultura sostenible en todas las regioned del pais.

Por ende se infiere que la agricultura sostenible se puede fomentar a través de los invernaderos como una práctica rentable para cualquier zona del país que implica menores costos y mayores beneficios económicos, sociales y ambientales.

#### **4.3.1 Estructuras de Invernaderos**

A continuación, se mencionan los dos tipos de invernaderos que se manejan actualmente en los que se agrupan los tipos de invernaderos que se pueden construir según el tipo de espacio a las necesidades a suplir. Las dos categorías son Invernaderos Artesanales e Invernaderos Industriales.

#### **4.3.2 Estructuras artesanales**

Este tipo de invernaderos son muy comunes y de gran apoyo a los campesinos que buscan el aprovechamiento de las tierras y producciones estables.

Sus diseños son básicos como lo menciona Barón Alarcón & colaboradores (2017) construyen empíricamente y de manera recursiva, los materiales por lo general son artesanales y rústicos. Este tipo de invernaderos en ocasiones está en poblaciones alejadas de las ciudades.

#### **4.3.3 Estructuras industriales**

Este tipo de invernaderos son elaborados con tecnología de punta y materiales óptimos para cada estructura que aporta a mejorar las condiciones de producción. El montaje de invernaderos industriales da mayor sostenibilidad a la producción por que incluyen el aprovechamiento de los materiales, el diseño del invernadero permite recolección y manejo

de aguas lluvias, el diseño de estos también aporta con la adecuación de ventilación pertinente a cada cultivo y actualmente ya se está integrando modelos para el moldeamiento o estabilización de temperaturas, según explica, (Barón Alarcón y colaboradores., 2017).

#### **4.3.4 Sistema de Riego**

Según Pereira et al en 2010, los sistemas de riego van condicionados según las necesidades de producto cultivado, pero primordialmente dependen de factores económicos, y van estrechamente ligados al capital destinado para la industrialización del invernadero.

#### **4.3.5 Riego fertirrigación.**

Según la SIAR (2006)

Este método tiene doble propósito y es abastecer el agua requerida al igual que proveer los fertilizantes que se requieren para la producción, mediante el agua se aportan los nutrientes necesarios a las raíces minimizando pérdidas en el cultivo por lixiviación. La fertirrigación es una técnica de aplicación de abonos disueltos en el agua de riego a los cultivos. Resulta un método de gran importancia en cultivos regados mediante sistemas de riego localizado (goteo), aunque también se usa, en menor medida, en sistemas de riego por aspersión. (p.11)

#### **4.3.6 Riego Automático.**

Escalas (2015) menciona que el sistema de riego automático ahorra agua, energía y mano de obra además este se puede realizar automatizada mente, bajo una programación horaria y toma de signos ambientales.

#### 4.3.7 Riego por Aspersión.

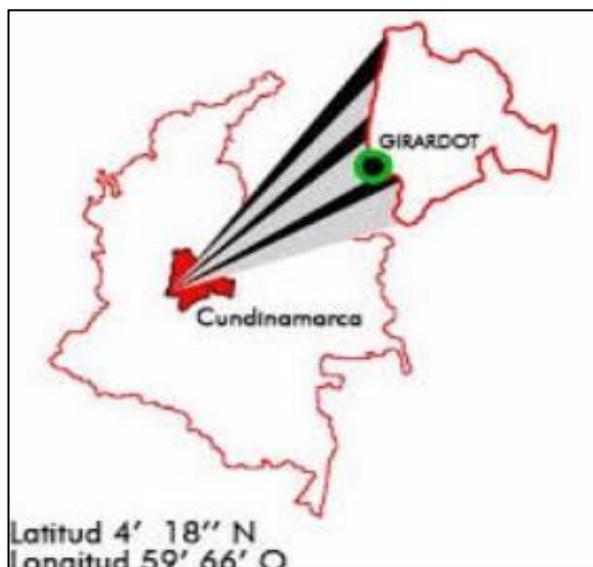
Tarjuelo (1991) indica que este tipo de riego permite dosificar el agua de manera homogénea en la parcela, ya que mediante él se consigue la infiltración de la misma en el punto de caída o impacto de las gotas de agua, permitiendo así una homogeneidad en cuanto a recurso hídrico en una siembra por lo cual tiene un consumo menor de agua que el riego por inundación.

#### 4.3.8 Riego por Goteo.

Este riego es un método de irrigación que permite optimizar el agua como el sistema de abono, reduce la evaporación del agua en el suelo, y se adapta mejor a terrenos irregulares, rocosos o con pendientes, según Tarjuelo 1991.

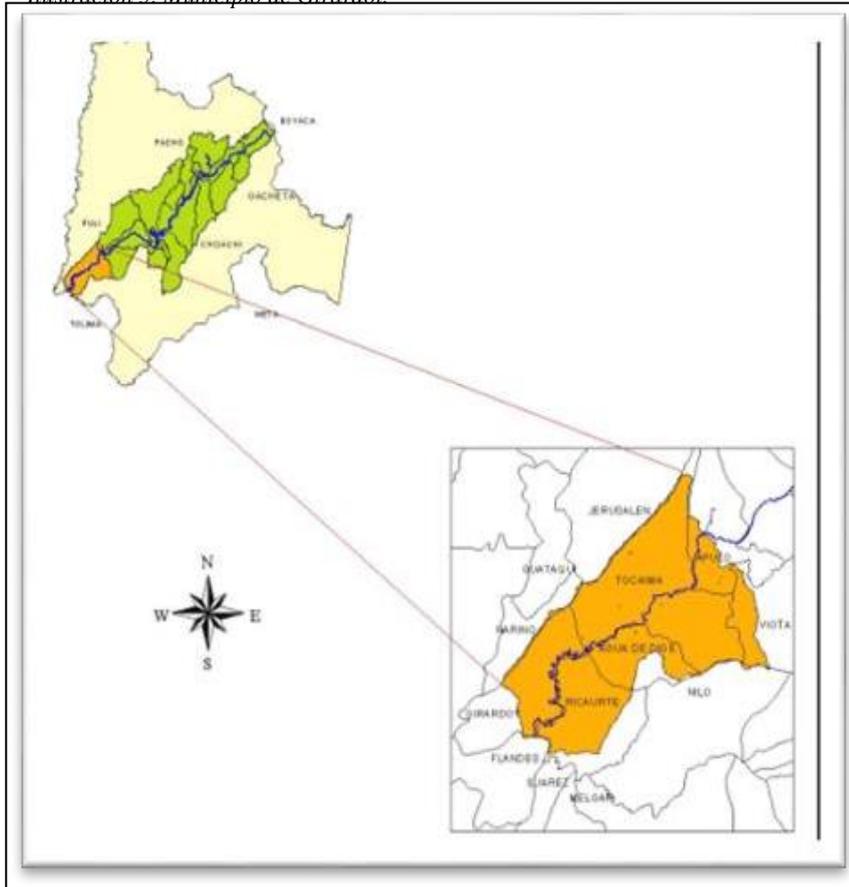
### 44 Marco Geográfico.

Ilustración 4. Ubicación municipio de Girardot.



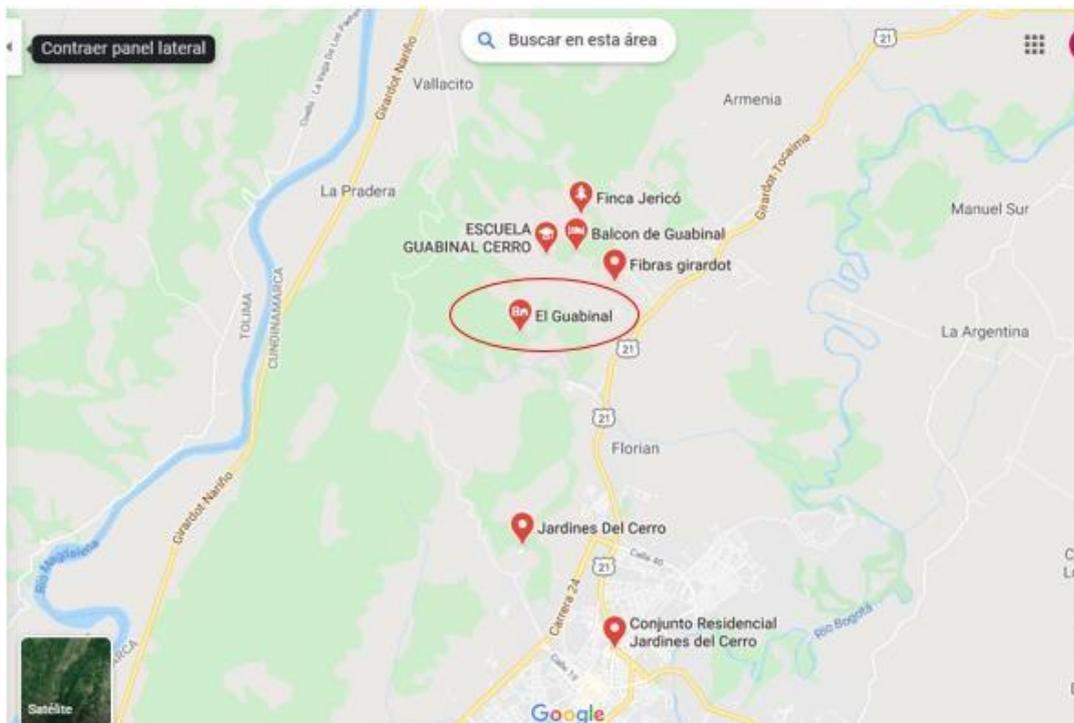
Fuente: DANE (2014)

Ilustración 5. Municipio de Girardot.



Fuente: DANE (2014)

Ilustración 6. Ubicación vereda Guabinal.



Fuente: Google Maps (2020)

El área geográfica en la cual se realizará el proyecto es en la vereda Gabinal cerro del municipio de Girardot del departamento de Cundinamarca, clima tropical monzónico, altitud media. Las tierras planas ofrecen ventajas para el uso de maquinaria agrícola, se cultivan frutales, maíz, sorgo, ajonjolí, algodón y arroz principalmente. Por lo que se sabe el sector rural no posee una alta tecnificación de riego para sus cultivos y las altas temperaturas de la ciudad no contribuyen con los cultivos que se siembran.

#### 45 Marco histórico

*Ilustración 7. Invernadero*



*Fuente: autoría propia (2020).*

Los invernaderos “se define como construcciones de madera, de hierro, cubiertas, provista por lo general de calefacción que a veces está iluminada artificialmente y en donde se pueden cultivar hortalizas tempranas favorables” (Alpi & Tognoni, 1999).

Los cultivos bajo invernadero, cuyo funcionamiento es adecuado al ambientalmente pueden representar una serie de ventajas importantes como la protección contra condiciones climáticas extremas, mejor calidad de los productos, preservación de la estructura del suelo, aumento considerable de la producción, ahorro en costos de producción, manejo fitosanitario

más preciso, aprovechamiento más eficiente del área de cultivo, uso racional del agua y los nutrientes, y de la misma manera puede aportar al crecimiento económico y la promoción del desarrollo social en los municipios, tal como lo anuncian Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata & Rengifo (2007).

El boletín de tecnologías relacionadas con invernaderos para flores de la Superintendencia de Industria y Comercio (2014), afirma que en Colombia la producción en invernadero se enfoca principalmente al cultivo de ornamentales; en el 2013, este mismo boletín asevera que según Asocolflores, existe un área aproximada de 6.800 hectáreas dedicadas a cultivos de flores bajo invernaderos. En la sabana de Bogotá, se encuentra aproximadamente el 88 % de cultivos de flores del país.

De igual manera el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2010) muestra que la herramienta Agronet, reporta para 2012 un total de 685 hectáreas y 17.767 toneladas anuales para el subsector floricultor en el departamento de Cundinamarca, y un total de 100.644 empleos directos generados en todo el país.

Son varios estudios los que nos permiten entender principalmente que las planta en un cultivo normal son sometidas a un alto estrés por todos los factores ambientales y los frutos o producción puede llegar a ser de baja calidad para su comercialización o venta, lo que nos lleva al ser humano replantear los cultivos en invernadero para evitar la exposición a las altas radiaciones solares, altas temperaturas, humedades inadecuadas y mala nutrición por el inadecuado manejo de riegos, entre otras variables que mejoran con la implementación de estructuras a cielo cerrado o invernaderos.

Adicionalmente, la manipulación de productos alimenticios como hortalizas, entre otros bajo la supervisión de tecnologías o equipos que controlen los microclimas adecuados para cualquier cultivo provoca la madures adecuada de estos contribuyendo al

empoderamiento del sector agrícola y/o al desarrollo de las áreas rurales de un municipio como lo es el de Girardot, ya que con su temperatura y la implementación de invernaderos tiene más viabilidad de producir un sin número de alimentos que no se podrían cultivar a cielo abierto.

## **4.6 Diseño metodológico**

### **4.6.1 Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo descriptiva, toda vez que buscó describir la realidad de las características climáticas de los invernaderos y diseñar el prototipo del sistema de alertas, es por ello que “la investigación descriptiva describe un trabajo que se efectúa de manera previa en una investigación expositiva, donde se explican las propiedades de un fenómeno y la explicación a otros eventos con relación” (Mejia, 2020) esto según la naturaleza de la información, es de tipo Cuantitativa, ya que utiliza predominantemente información de tipo cuantitativo directo, y de tipo Cualitativa por que persigue describir sucesos en su medio natural.

### **4.6.2 Metodología**

La investigación fue basada teniendo en cuenta las necesidades de cultivos que tiene la zona en la vereda Guabinal cerro del municipio de Girardot y la baja producción de hortalizas, así como el tomate, esto con el objeto de apoyar y mejorar la variedad de cultivos que se requieren para un clima cálido.

La principal estrategia que se busca es implementar un medidor que permita instalar un sistema de alertas para la toma de temperaturas en los invernaderos y así mejorar el ambiente, creando las condiciones climáticas adecuadas para los cultivos que se desarrolle,

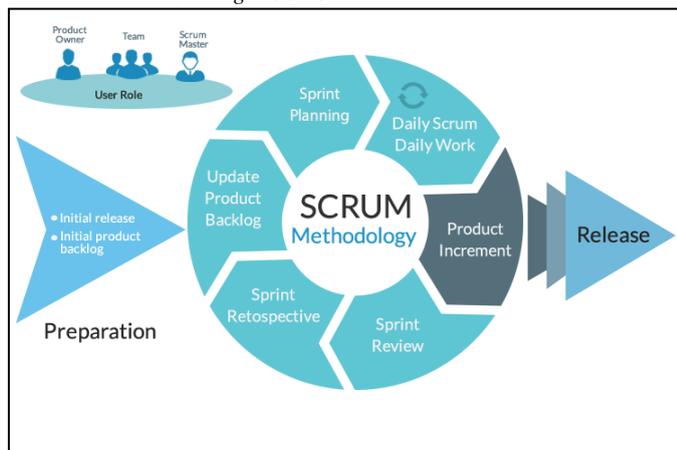
esto permitirá abordar nuestra pregunta problema y solucionar de manera real la hipótesis planteada.

#### 4.6.3 Metodología SCRUM

En el presente proyecto se aplicará la metodología SCRUM, es importante mencionar que desde Abellán (2020) Esta metodología nos permite aplicar buenas prácticas para realizar un trabajo mancomunado, que nos brinda agilidad, descentralización, simplicidad, productividad, predisposición y motivación para sacar adelante de forma eficiente y óptima los procesos que se ejecuten, a través de unos pasos ya establecidos por este método, a través de éste se efectúan entregas parciales y regulares del producto final, priorizadas por el beneficio que aportan al receptor del proyecto.

Es decir con Abellán (2020) se parte de una peticiones de clientes internos o externos al propietario del producto, quien verifica el backlog del producto, hace un análisis y confirmación del trabajo posible en el sprint o una reunión de planificación sprint, posteriormente un trabajo del sprint, todo esto dentro del equipo del scrum, seguidamente, se hacen reuniones programadas diarias semanales pasando por el scrum master, un sprint review, verificando que se esté dando el incremento de producto y finalmente un sprint retrospective.

Ilustración 8. Metodología SCRUM.



Fuente: Abellán (2020)

## 47 Diseño de Investigación.

### 4.7.1 Población

Está conformada por el dueño de la iniciativa, ingeniero agrónomo Emel Jhon Burbano Ijají, propietario del invernadero La Primavera, comercializador de hortalizas, frutas y verduras, ubicado en la vereda Guabinal, municipio de Girardot, departamento de Cundinamarca.

### 4.7.2 Muestra

La muestra corresponde al invernadero del cual se desprenden 5 cubiertas del invernadero Primavera, ubicado en la Vereda Guabinal, municipio de Girardot que se dedica a la comercialización de hortalizas, frutas y verduras, ubicado en la vereda Guabinal, municipio de Girardot, departamento de Cundinamarca, para obtener un nivel de confianza del 90%, un margen de error del 5%, y tomando como un nivel de heterogeneidad del 25%.

### 4.7.3 Variables

- **Variable dependiente:** Diseñar un prototipo de sistema de alerta
- **Variable independiente:** calcular las condiciones climáticas de un invernadero de hortalizas y su sistema de riego.

#### 4.7.4 Herramientas metodológicas

- **Entrevista:** dirigida al propietario del invernadero, donde se logró obtener la información clara, concreta y precisa del invernadero y su funcionamiento.

#### 4.7.5 Recolección de Información

##### *Determinación de los requerimientos técnicos y tecnológicos.*

Para el cumplimiento de los objetivos se partió de información primaria, entrevistando al dueño del Invernadero, ingeniero agrónomo Emel Jhon Burbano, especialista en Formulación y Evaluación de Proyectos en Desarrollo Social y Candidato a Magister en ciencias Agrarias con énfasis en producción de cultivos, además de su experiencia de más de ocho (8) años en la producción y comercialización de hortalizas y tomate de mesa bajo cubierta plástica, y con la aplicación de criterios de producción amigable con el ambiente; permitiendo obtener información sobre los aspectos técnicos de la iniciativa, relacionada con los insumos, materiales, equipos de oficina, maquinaria y equipo, con sus respectivos diseños del sistema productivo con las unidades, cantidades, dosificación y especificaciones técnicas, entre otras; indispensables para el normal implementación y desarrollo de la empresa.

Dentro de la información secundaria se tuvo artículos científicos, libros, revistas relacionados con los aspectos técnicos para la implementación de un sistema de alerta para un invernadero productivo de tomate de mesa bajo cubierta plástica, y para el aspecto financiero, la página Web Colombia compra eficiente permitió comparar los precios de los insumos, materiales, equipos de oficina, maquinaria y equipos cotizados.

Por otra parte, se realizó el modelo Canvas, que según Ostewalder & Pigner (2012), en el libro Generación de modelos de negocio explican como con una forma sencilla y gráfica se puede diseñar un modelo de negocio y este modelo de negocio es el Modelo Canvas, también conocido con el modelo del lienzo. Es así que, el autor manifiesta que la mejor manera de describir un modelo de negocio es dividirlo en nueve módulos básicos que reflejen la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos. Estos nueve módulos cubren las cuatro áreas principales de un negocio: clientes, oferta, infraestructuras y viabilidad económica.

Tabla 4. Modelo canvas producción invernadero de hortalizas y tomate de mesa.

PROBLEMA	SOLUCION	PROPOSICION DE VALOR UNICA	VENTAJA ESPECIAL	SEGMENTO DE CLIENTES
<ul style="list-style-type: none"> <li>Baja trazabilidad de agroquímicos.</li> <li>Durabilidad después de cosecha.</li> <li>Productos sanos física y biológicamente.</li> <li>Uniformidad en color y tamaño.</li> <li>Volúmenes constantes</li> <li>Frescura</li> </ul> <p><b>Alternativas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Proveedores de plazas de mercado de otros departamentos.</li> <li>Incremento de los costos de compra.</li> <li>Incremento en los volúmenes de compra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fresco y sin daños físicos ni biológicos.</li> <li>Producto saludable.</li> <li>Durabilidad después de la cosecha.</li> <li>Uniformidad en tamaño y color.</li> </ul> <p><b>Métricas clave</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rendimiento</li> <li>Calidad</li> <li>Incremento de clientes</li> <li>Incremento de costos de producción.</li> </ul>	<p>Poder ofertar un producto con menor trazabilidad de agroquímicos, fresco, uniforme en tamaño y color, durable después de la cosecha, sin daños físicos ni biológicos y en volúmenes constantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entregas diarias</li> <li>Producto certificado</li> </ul> <p><b>Canales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entrega directa y constante en canastillas plásticas</li> </ul>	<p>Empresas comercializadoras de hortalizas, frutas y verduras de la vereda Guabinal, municipio de Girardot, departamento Cundinamarca.</p> <p><b>Early Adopter</b></p> <p>Empresas que comercialicen hortalizas, frutas y verduras en volúmenes mensuales.</p>
<p><b>Estructura de costos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Materia prima e insumos.</li> <li>Maquinaria y equipos</li> <li>Mano de obra calificada y no calificada</li> <li>Dotación</li> <li>Equipo de oficina, muebles y enseres</li> </ul>			<p><b>Flujo de ingresos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Venta directa del producto</li> <li>Cursos y talleres</li> <li>Seminarios</li> </ul>	

Fuente: autoría propia (2020).

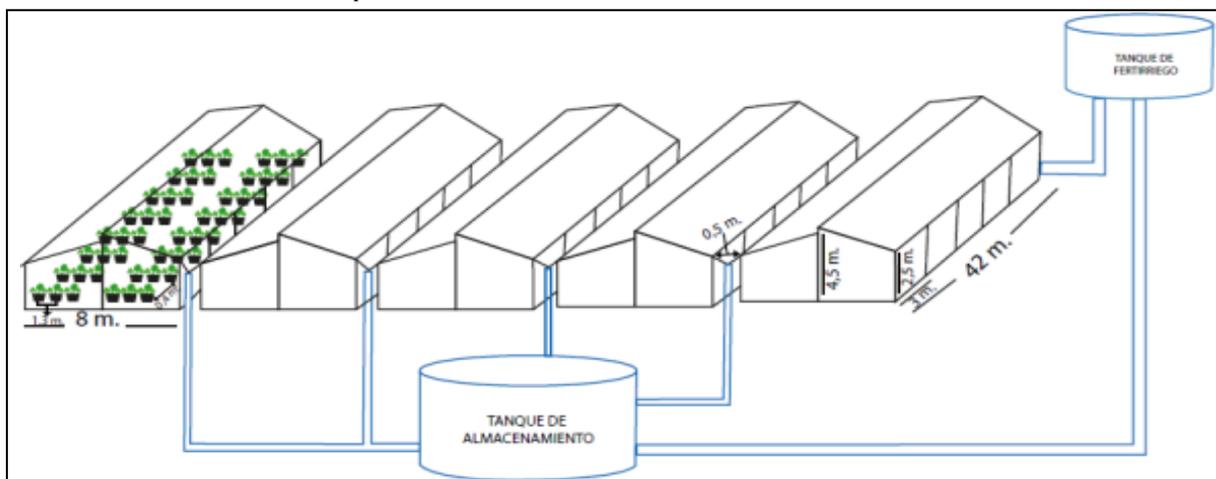
### *Necesidades de los clientes del invernadero.*

Las empresas comercializadoras de hortalizas, frutas y verduras requieren de un producto fresco, sin daños físicos ni biológicos, uniforme en cuanto a tamaño y color, en volúmenes constantes, larga vida y con la menor trazabilidad de agroquímicos, ya que

estos criterios son los que los consumidores exigen en el momento de comprar el producto, el invernadero oferta un producto diferenciador así:

- ✓ **Producto fresco:** el invernadero está ubicado en la vereda Guabinal, municipio de Girardot, con vías de acceso en buen estado y con un plan de producción permanente a partir del quinto (05) mes, por tanto, ofertará un producto fresco, cosechado el mismo día, previa concertación con el cliente, producto sin daños físicos ni biológico y un producto uniforme.

Ilustración 9. Plano invernadero la primavera.



Fuente: autoría propia (2020).

- **Cubierta plástica:** el invernadero cuenta con cinco (05) invernaderos internos de 1.764 m<sup>2</sup> cada uno (Cinco naves de 42 m de largo x 8 m de ancho, separadas por 0.5 m, para cada invernadero) para un área total de 8.820 m<sup>2</sup> en los cinco invernaderos. En cada invernadero hay sembradas 3.000 plántulas distribuidas entre tomate larga vida, hortalizas y verduras, distribuidas a una distancia de 0.40 m entre plantas y 1.30 metros entre surcos, cada planta sembrada en bolsas individuales para un total de 15.000 plántulas en los cinco invernaderos.
- La construcción de las cubiertas plásticas está hecha con plásticos calibre 7, y sobre los canales plástico calibre 10. El plástico se encuentra sujeto con alambre acerado calibre 12. Las cubiertas plásticas tienen como base guaduas amarradas con pernos, y sobre sus bases protegidas y aseguradas con una base de cemento.
- **Tanques de almacenamiento:** en la parte inferior del invernadero, y a una distancia de 20 metros están ubicados los tanques plásticos de almacenamiento de capacidad de 5.000 m<sup>3</sup>, para recolectar el agua lluvia que será utilizada en el riego y fertirriego.
- **Sistema de riego:** el sistema de riego es por goteo. El agua captada en el tanque de almacenamiento se impulsa con la electrobomba a tres tanques plásticos colocados a una distancia de las cubiertas plásticas de 50 metros y a una altura de 4 metros del suelo, para ser distribuida por medio de un sistema de riego por goteo a cada una de las plántulas. Este sistema consta principalmente de un filtro, conectores, silletas y llaves de paso.
- **Área de almacenamiento de insumos agrícolas:** cuenta con una estructura sólida, ventilación e iluminación adecuada, evitando la concentración peligrosa de gases; los pisos son de materiales no absorbentes, diseñados para retener derrames y permitir su limpieza. Cuenta con estanterías de material incombustible, no absorbente y de fácil

limpieza. Los plaguicidas, fertilizantes y bioinsumos se ubican de manera separada entre sí. Esta área cuenta con avisos que identifiquen cada tipo de insumo, organizados de tal manera que los insumos sólidos se ubiquen en la parte superior y los líquidos en la inferior teniendo la precaución de ordenarlos de acuerdo a la categoría toxicológica y separarlos de acuerdo a su uso.

- **Área de almacenamiento de utensilios, equipos y herramientas:** el invernadero dispone de un área segura donde almacenan utensilios, equipos y herramientas, ubicado cerca al sistema productivo. Estos se almacenarán con la mayor limpieza posible, para evitar la diseminación de patógenos.
  
- **Área de selección y acopio del producto cosechado:** esta área está techada y acondicionado para preservar por períodos cortos, la calidad e inocuidad del tomate cosechado. El producto no está en contacto directo con el suelo.

### ***Condiciones climáticas y frecuencia de riego en invernaderos***

(López Molina, 2005) En otrora la producción de cultivo siempre tuvo muchos inconvenientes con los factores climáticos como es el viento, la lluvia, calor, granizos, inundaciones, sequías, pero en la actualidad ya existen herramientas, tecnologías y técnicas que pueden controlar de alguna manera estos flagelos, mejorando las condiciones ambientales y climáticas, así como el control de humedad en la parte interna de los invernaderos, es así que, “para manejar el clima dentro de un invernadero debemos tener en cuenta algunos parámetros de importantes como es la temperatura, la humedad, la radiación y la concentración de CO<sub>2</sub>” (López Molina, 2005).

Los componentes climáticos que perturban a la producción de cultivo son la temperatura, la luz solar, la humedad y la concentración de CO<sub>2</sub>, la lluvia y el viento. Es por esto que se debe tener un control sobre estos factores para mejorar e incrementar las condiciones en la producción agrícola durante todas las épocas del año.

En la parte interna de un invernadero, los cambios climáticos complican las diferentes formas de cultivo, controlándolos en los siguientes puntos; en los cambios bruscos e intolerables de la temperatura, la luz, así como la concentración de CO<sub>2</sub>, los cuales afectan de forma directa sobre la fotosíntesis de los cultivos, donde la respiración y reproducción celular se alteran de alguna forma. Por lo que, al “aplicar agua y nutrientes podemos alterar la temperatura en las raíces y la humedad del aire, lo que implica una variación en la división y en el crecimiento celular” (López Molina, 2005).

Al controlar los factores climáticos se pueden obtener un aumento en la calidad de los productos, aumentando la rentabilidad del cultivo. Además, se podrá adelantar el proceso de cultivar, así como la recolección, colocan los productos en el mercado antes que otros productores, es decir, aprovechando cuando los costos sean favorables; igualmente, se podría producir en temporadas extremas de frío y de calor, en las que la calidad y producción no eran viable.

Finalmente, se puede ser más competitivos al momento de estar en el mercado con productos de alta calidad que son requeridos en el mercado, toda vez que los productos que no cumplan con lo solicitado no serán tenidos en cuenta en su comercialización lo que provocará, en definitiva, que desaparezcan.

#### 4.7.6 Equipos de control.

En el control de estos fenómenos se requieren una serie de equipos que se utilizarán en distintas ocasiones para mejorar las condiciones en los invernaderos.

En tal sentido, se relacionarán los más relevantes y su incidencia, así:

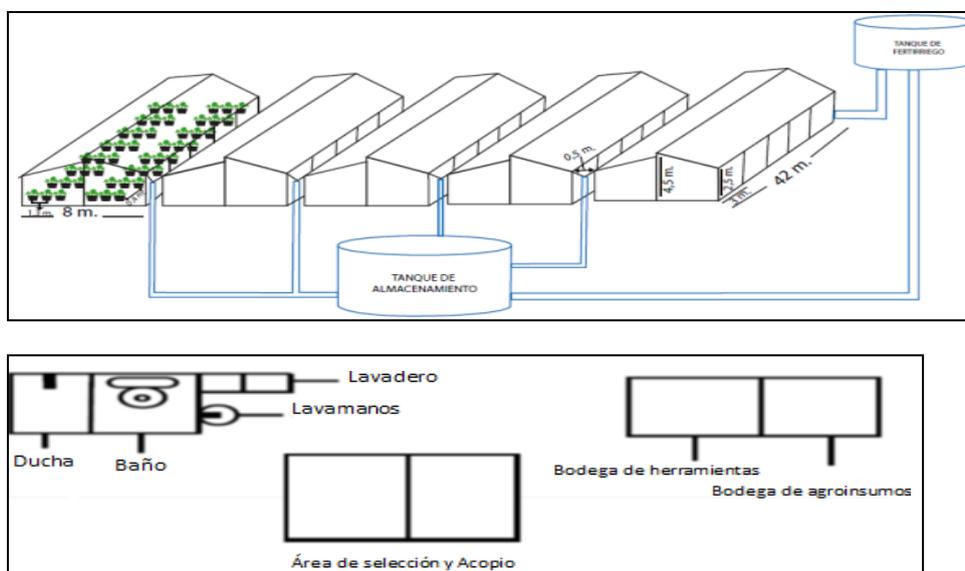
**Luz:** Desde López Molina 2005) la radiación solar vendría siendo la fuente de energía que ayuda en el crecimiento y reproducción de las plantas y el insumo principal de la bioproductividad de los cultivos. Sin embargo, en épocas de invierno, la luz se convierte en el factor principal que restringe la producción de cultivos, lo que no sucede en verano, ya que incrementa la temperatura en el interior de los invernaderos al igual que en los cultivos. Es por ello por lo que resulta trascendental tener constancia de la radiación solar, pero midiéndolo de tal forma que mantenga las condiciones adecuadas, a través de diferentes sensores de medida, como son:

- ✓ Luxómetro (Klux): mide la intensidad luminosa que se encuentra entre las longitudes de onda de la radiación visible, pero sin diferenciarlas. Eje: Invierno: 10 Klux; Verano: 100 Klux.
- ✓ Watímetro (W/m<sup>2</sup>): mide la intensidad visible a la que la planta es más sensible, principalmente el rojo. (Medidor de PAR). Eje: Invierno: 50 W/m<sup>2</sup>; Verano: 450 W/m<sup>2</sup>.
- ✓ Kipp-solar: (W/m<sup>2</sup>) mide la radiación global (300-3.000 nm) y después puede dividirla en radiación visible y PAR. Eje: Invierno: 100 W/m<sup>2</sup>; Verano: 1.000 W/m<sup>2</sup>.

#### 4.7.7 Materiales y métodos.

El sistema de alerta se diseñó para ser implementado en el invernadero la primavera ubicada en la Vereda Guabinal, municipio de Girardot, departamento de Cundinamarca. El cual se dedica a la producción de tomate y hortalizas bajo cubierta plástica con criterios de las buenas prácticas agrícolas.

Ilustración 10. Invernadero.



Fuente: autoría propia (2020).

**Monitoreo:** en el ámbito de la agricultura Marylin, Villalobos & Herrera (2017) mencionan:

Cuando se realiza un monitoreo efectivo se anticipa a la aparición de posibles problemas. De esta manera, la toma de decisiones es más económica y efectiva. En ocasiones, los datos obtenidos por medio del monitoreo provocan cambios en las prácticas de manejo. El monitoreo posibilita el control y estudio más a fondo del estado climatológico dentro del invernadero. Las variables generalmente utilizadas son la temperatura, humedad relativa e iluminación. Estas pueden ser captadas mediante sensores especializados y los datos, ser enviados a un microcontrolador el que los prepararía para ser remitidos a un computador. Los avances tecnológicos en la electrónica han permitido el desarrollo de sensores y

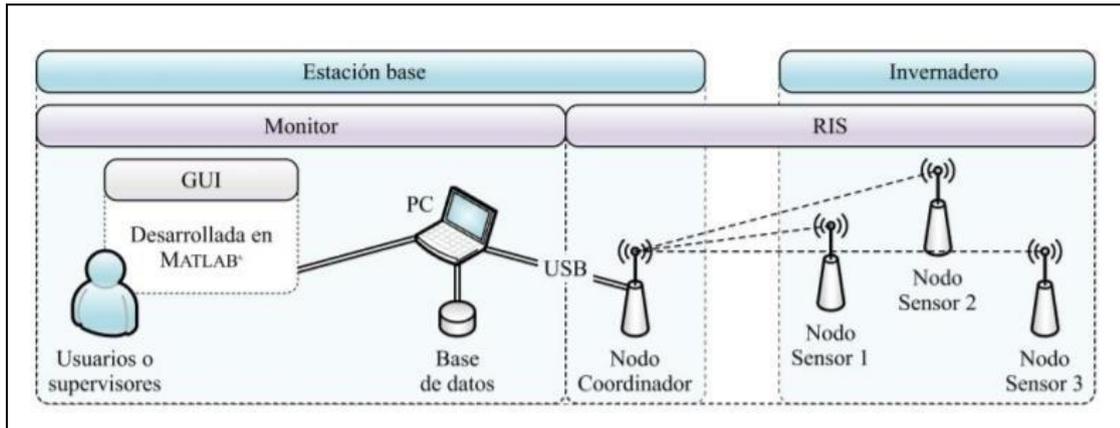
microcontroladores que pueden ser utilizados en la agricultura permitiendo el aumento de la producción y reducción de costos. (p.1)

**Sensores:** Desde Cama, Gil, Gómez, García, & Manzano (2013) se destacar que censar es una técnica utilizada para recopilar información acerca de un objeto físico o proceso, incluyendo la ocurrencia de eventos como un descenso en la temperatura o la presión. Un objeto que realiza tal trabajo de censar se denomina sensor. Desde un punto de vista más técnico, un sensor es un dispositivo que traduce los parámetros o eventos en el mundo físico a señales que pueden ser medidas y analizadas. Estos sensores también suelen ser comúnmente llamados transductores, los que a menudo son utilizados para convertir energía de una forma a otra. Un sensor, entonces, es un tipo de transductor que convierte energía del mundo físico a energía eléctrica, que puede ser pasada a un sistema computacional o controlador.

**Diseño:** Después de realizar las respectivas investigaciones se presenta como diseño un prototipo basado en las experiencias de otros invernaderos. Se presenta la propuesta para la arquitectura del sistema. Este se compone de dos elementos principales: la RIS y el monitor.

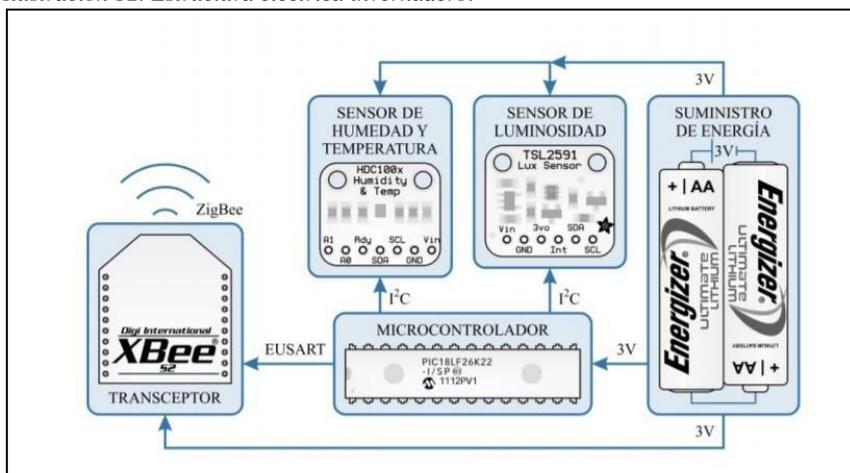
La RIS como se muestra en LAN/MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society (2003) está conformada por tres nodos sensores y un nodo coordinador y aplica el protocolo de comunicación inalámbrico ZigBee, perteneciente al grupo de tecnologías LR-WPAN (Low-Rate Wireless Personal Área Network), diseñado para favorecer las necesidades de las redes inalámbricas de sensores: bajo costo, reducido consumo energético y larga autonomía. Por su parte, el monitor contiene un computador personal, una base de datos y una interfaz gráfica de usuario (GUI, graphical user interface).

Ilustración 11. Estructura estación base invernadero.



Fuente: autoría propia (2020).

Ilustración 12. Estructura eléctrica invernadero.



Fuente: LAN/MAN Standards Committee of the IEEE Computer Society (2003).

#### 4.7.8 Frecuencia del riego.

El sistema de riego del invernadero es por goteo, desde los datos obtenidos en Intagri (2015) El agua captada en el tanque de almacenamiento se impulsa con la electrobomba a tres tanques plásticos colocados a una distancia de las cubiertas plásticas de 50 metros y a una altura de 4 metros del suelo, para ser distribuida por medio de un sistema de riego por goteo a cada una de las plántulas. Este sistema constara principalmente de un filtro, conectores, silletas y llaves de paso.

Se utiliza una manguera de polietileno de 16 a 21 mm de diámetros extendida a lo largo del surco y en la cual se insertan goteros auto compensados de 2 a 4 litros por hora-1 a distancias de 40 a 50 cm (un gotero por planta), y por medio de mangueras delgadas (5 mm) se lleva el agua a la base de cada planta.

*Ilustración 13. Parte interna invernadero.*



*Fuente: autoría propia (2020).*

## **48 Análisis de las condiciones para el sistema de alertas**

### **481 Resultados de la Investigación para la tecnificación del invernadero.**

Según los lineamientos de Agropinos (2019) a través de la implementación del sistema de alerta se logrará obtener beneficios que aumentaran la productividad y rentabilidad del invernadero, tal como se muestra a continuación.

- **Menor riesgo de producción:** si el cambio climático es natural o inducido por el hombre no es caso a tratar aquí, pero si hay que reconocer que afecta a

todo por igual, incluyendo la producción de cultivos; y es que al estar los cultivos protegidos por estructuras como lo son los invernaderos minimiza el daño que estos puedan sufrir debido a la aleatoriedad de los fenómenos naturales, que en campo abierto pueden llegar a representar pérdidas totales.

- **Uso más eficiente de insumos:** con técnicas como la fertirrigación y la hidroponía es posible brindarles a las plantas solo los elementos que necesitan durante cada etapa de su desarrollo, por lo que solo se gastan los fertilizantes necesarios minimizando el desperdicio, que al final significa pérdida de dinero. Lo mismo ocurre con el agua, ya que las instalaciones modernas de los sistemas de riego permiten su uso más eficiente, en este sentido, hago referencia al riego localizado o de precisión (por goteo).
- **Mayor control de plagas, malezas y enfermedades:** el sistema de cultivo en invernaderos facilita la programación de las aplicaciones, siendo que es factible controlar quien tiene acceso al cultivo. Las cubiertas plásticas protegen al cultivo de las intensas lluvias reduciendo la humedad del ambiente y con ello la incidencia y severidad de enfermedades. Así mismo, los plásticos funcionan como barreras físicas para el ataque de plagas. Por otra parte, el poder controlar la humedad del suelo reduce la proliferación de malezas facilitando su control.
- **Posibilidad de cultivar todo el año:** debido a que dentro del invernadero se tiene relativa independencia del medio exterior es posible tener producción en cualquier época del año, sin importar las temporadas de verano e invierno. De esta manera al utilizar invernaderos es factible producir sin interrupciones debidas a las condiciones climáticas.
- **Obtención de productos fuera de temporada:** como consecuencia de poder producir todo el año también se tiene la ventaja de obtener productos fuera de temporada, con lo que es posible encontrar mejores mercados de comercialización por la falta de

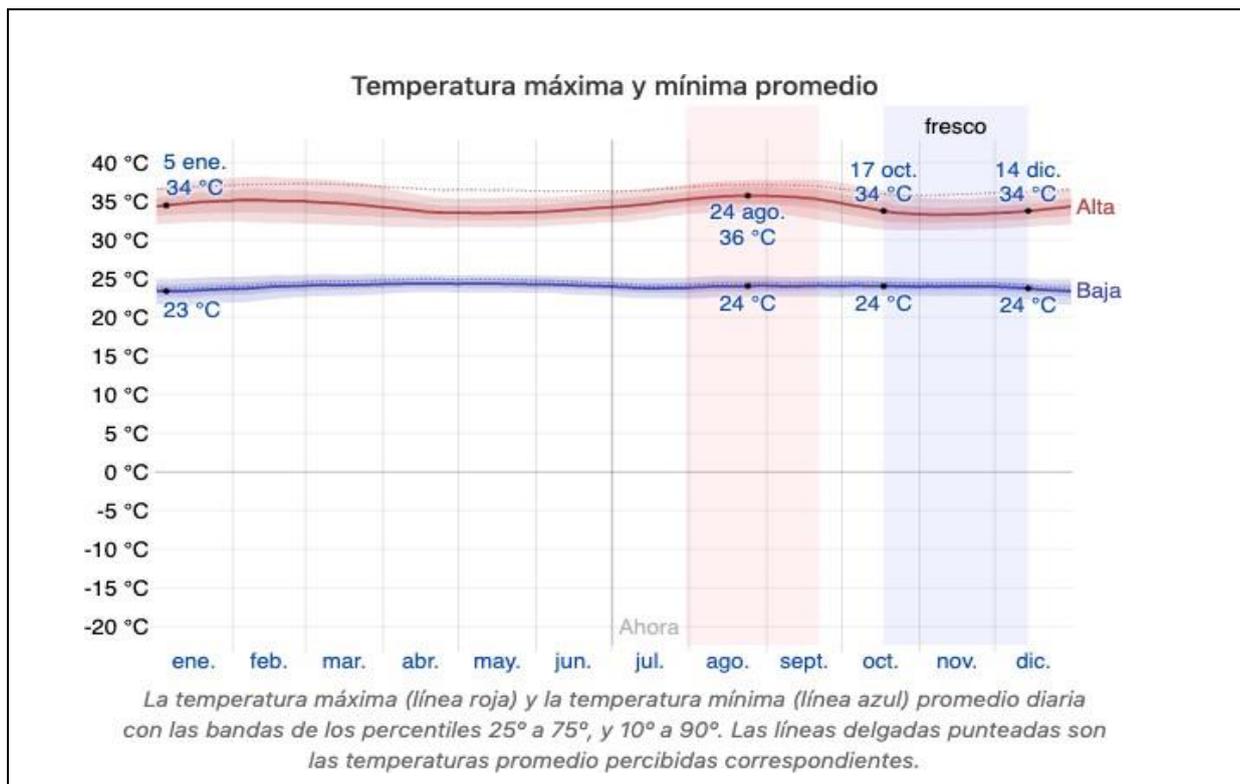
competencia y porque los mercados no se encuentran saturados como ocurre en la temporada de mayor producción.

- **Obtención de productos de alta calidad:** dentro de un invernadero las plantas no están expuestas al desgaste físico producido por elementos ambientales como lluvias y vientos fuertes, granizadas o alta radiación solar, por lo cual la calidad de los productos obtenidos es mayor, demostrada tanto en su presentación al consumidor final como en su composición interna. Esto permite obtener mayores ganancias al momento de vender nuestros productos, o encontrar mejores mercados.
- **Mayor comodidad y seguridad:** dentro de un invernadero no solo las plantas están protegidas, pues los trabajadores también encuentran cobijo de las inclemencias del tiempo, y es que a campo abierto es más factible sufrir por la radiación solar que provoca altas temperaturas, o en cualquier momento puede comenzar a llover y granizar. Dentro del invernadero se pueden cumplir las actividades de cultivo programadas con anterioridad sin que el tiempo climático sea un obstáculo para dejarlas para otro día. Análisis de Datos.

#### **482 Discusión de Resultados.**

La producción del cultivo de hortalizas y específicamente de tomate en invernadero tiene resultados favorables por el control de factores agrícolas estables que permiten mediante el invernadero crear su propio esquema y manejo adecuado de características de plantación y producción de frutos.

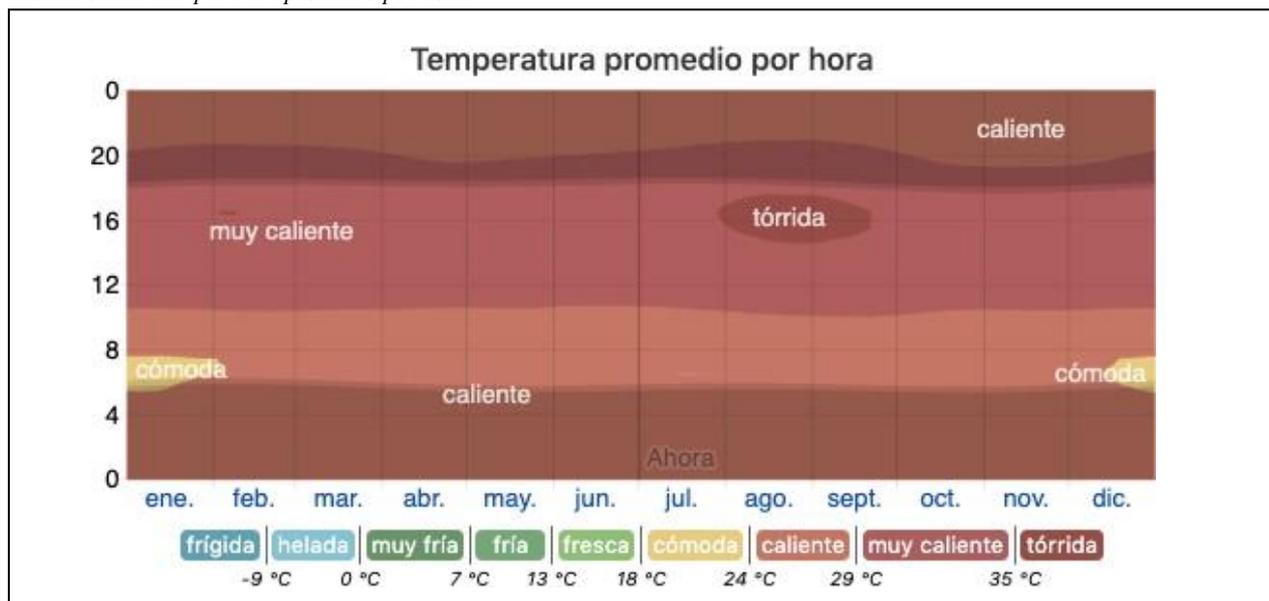
Ilustración 14. Temperatura sitio.



Fuente: Weather Spark (2020).

La adecuada implementación de los parámetros de construcción, distribución, de riegos y la distribución de agua como de fertilizantes son el modelo efectivo para la producción de cultivo y según la entrevista otorgada para efectos de este trabajo da como efecto que el invernadero está ya en puesta en marcha y en etapa productiva, a lo que su complemento solo es necesario la estructuración de un ambiente controlado de temperaturas para la zona de Girardot, con el fin de manipular las temperaturas y controlarlas el generamiento de un ambiente plenamente controlado que no afecten las altas temperaturas de la plantación, así como el descenso de estas es aprender a simular las necesidades ambientales de los cultivos.

Ilustración 15. Temperatura promedio por hora.



Fuente: Weather Spark (2020).

#### 4.8.2.1 Variables de éxito en Girardot.

Tabla 5. Variables de éxito en Girardot.

VARIABLES DE ÉXITO	VARIABLES DE FRACASO
Suelos productivos	Falta de capacitación
Largas extensiones	Desperdicio de zonas verdes
Fuentes Hídricas	Variación de clima
Diversidad de vocaciones productivas	Línea estratégica el turismo

Fuente: autoría propia (2020).

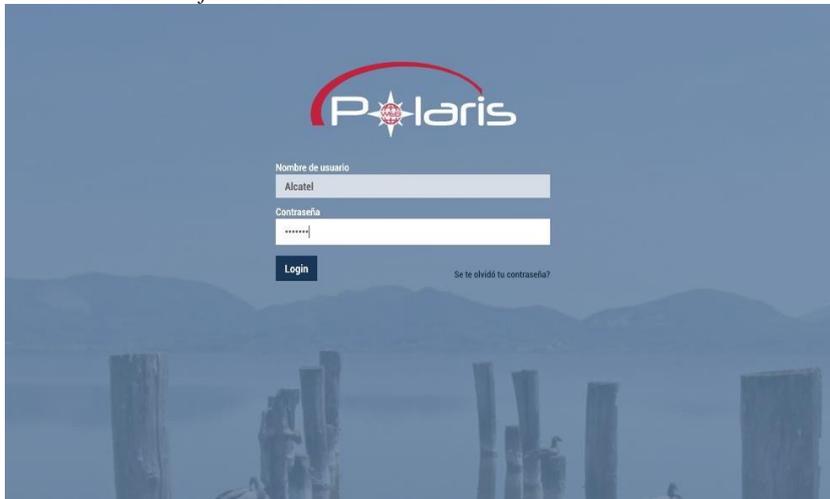
En resumen, se logra analizar que el impacto del cultivo de tomate principalmente en esta zona como de otras hortalizas genera un gran impacto mejorando la economía y la comercialización de nuevos productos para la zona y en un futuro mejorar la calidad de vida de las zonas rurales logrando hacer más sustentable el agro en el municipio de Girardot.

#### 4.8.2.2 Variables medio ambientales.

Para consulta en línea de las siguientes gráficas consultar:

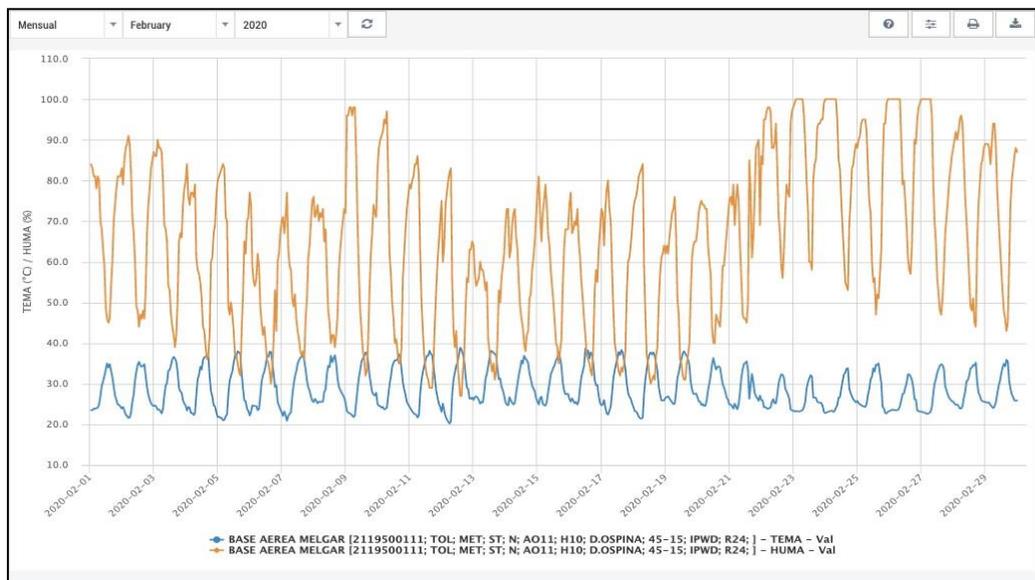
- Usuario: Alcatel.
- Contraseña: 4lc4t3l.
- Consulta en línea: <http://181.225.72.87:8080/polaris/gis/map>

Ilustración 16. Interfax de consulta.



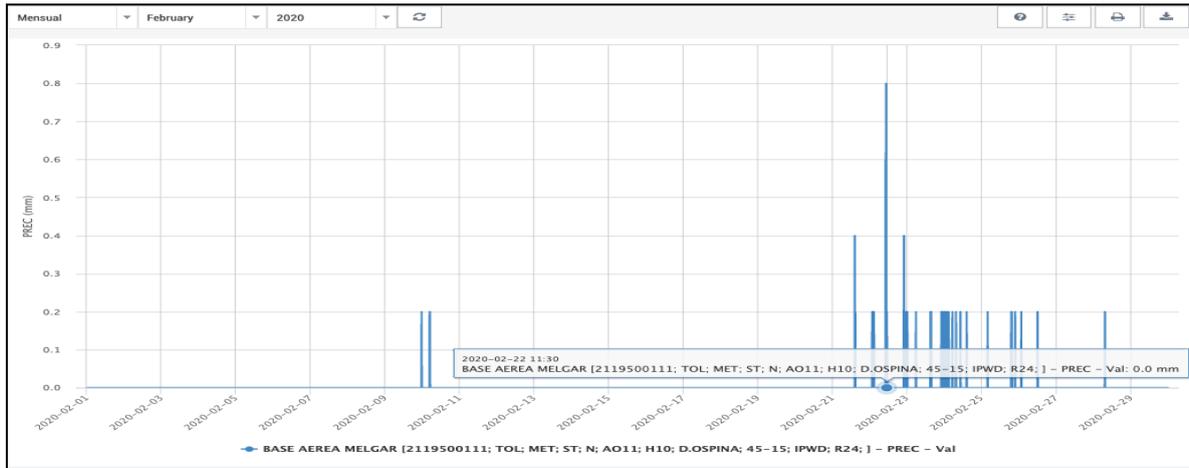
Fuente: autoría propia (2020).

Ilustración 17. Gráficas variables medio ambientales



Fuente: autoría propia (2020).

Ilustración 18. Precipitación Girardot.



Fuente: autoría propia (2020).

Ilustración 19. Datos de tem/hum Girardot.

Fecha	BASE AEREA MELGAR [2119500111; TOL; MET; ST; N; AO11; H10; D.OSPINA; 45-15; IPWD; R24; ] - TEMA - Val (°C)	BASE AEREA MELGAR [2119500111; TOL; MET; ST; N; AO11; H10; D.OSPINA; 45-15; IPWD; R24; ] - HUMA - Val (%)
2020-02-01 01:00	23.5	84.0
2020-02-01 02:00	23.5	83.0
2020-02-01 03:00	23.9	81.0
2020-02-01 04:00	23.8	81.0
2020-02-01 05:00	24.0	78.0
2020-02-01 06:00	24.1	81.0
2020-02-01 07:00	24.9	80.0
2020-02-01 08:00	26.9	70.0
2020-02-01 09:00	29.4	68.0
2020-02-01 10:00	30.6	63.0
2020-02-01 11:00	31.9	59.0
2020-02-01 12:00	33.4	49.0
2020-02-01 13:00	35.0	46.0
2020-02-01 14:00	34.0	45.0
2020-02-01 15:00	34.8	46.0
2020-02-01 16:00	33.2	54.0
2020-02-01 17:00	31.6	60.0
2020-02-01 18:00	29.3	70.0
2020-02-01 19:00	27.1	74.0
2020-02-01 20:00	26.0	78.0
2020-02-01 21:00	24.9	81.0
2020-02-01 22:00	24.8	81.0
2020-02-01 23:00	24.4	81.0
2020-02-02 00:00	23.9	83.0
2020-02-02 01:00	24.3	79.0
2020-02-02 02:00	23.4	85.0
2020-02-02 03:00	22.4	88.0
2020-02-02 04:00	22.1	89.0
2020-02-02 05:00	21.6	91.0
2020-02-02 06:00	21.7	89.0
2020-02-02 07:00	22.9	82.0
2020-02-02 08:00	25.6	71.0
2020-02-02 09:00	27.4	67.0
2020-02-02 10:00	30.8	60.0
2020-02-02 11:00	33.0	49.0
2020-02-02 12:00	34.7	48.0
2020-02-02 13:00	35.4	44.0
2020-02-02 14:00	34.5	47.0
2020-02-02 15:00	34.2	46.0
2020-02-02 16:00	34.4	48.0

Fuente: autoría propia (2020).

## **Capítulo 5.**

### **Administración del proyecto**

Desde Vega (2016) la administración del proyecto es el medio para alcanzar los objetivos administrando bien los recursos que vamos a utilizar en el proyecto, igualmente, se debe tener en cuenta aspectos de insumos y administración, debido a que estos factores facilitan el desarrollo del proyecto; administrando de manera debida el talento humano, el tiempo y los costes en la ejecución de las diferentes actividades, por tanto, se debe ejercer un control estricto en cada etapa.

Siendo el cronograma de actividades, el plan de comunicaciones, el plan de riesgos, el plan de adquisiciones y los planes de riesgo del proyecto elementos trascendentales en el desarrollo del proyecto.

#### **5.1 Recurso Humano**

Considerados la parte fundamental del proyecto, a partir de Proyectos Educativos CR (2016), son a quienes se les asignan actividades según su perfil profesional, serán los encargados de estar al tanto de la ejecución del proyecto en cada una de las líneas establecidas, en tal sentido, deben ejecutar de manera óptima y eficiente las actividades y la utilización de los recursos asignados para cada actividad.

Este personal debe ser incentivado para que ejecute con eficiencia sus actividades en cada una de las etapas.

### 5.1.1 Roles.

Patrocinador del proyecto, Gerente, Coordinador, Ingeniero, trabajadores

### 5.1.2 Gestión del talento humano.

En este proceso vamos a definir para que se utilizará el talento humano y cuáles serían las actividades que desempeñaran en el proyecto.

### 5.1.3 Calendario de Recursos.

Tabla 6. Fechas del talento humano

<b>Rol</b>	<b>Fecha aceptación</b>	<b>Fecha disponibilidad</b>	<b>Fin contratación</b>
Coordinador	01/04/2020	01/04/2020	30/09/2020
Ingeniero	01/04/2020	01/04/2020	30/09/2020
trabajadores	01/04/2020	01/04/2020	30/09/2020

Fuente: *autoría propia (2020).*

## 5.2 Recursos Institucionales

Los recursos institucionales hacen referencia a todas aquellas instituciones públicas y privadas que están involucradas en el desarrollo del proyecto, que interactúan de manera mancomunada para sacar adelante el proyecto.

### 5.2.1 Problemas de las instituciones.

- ✓ No hay asociaciones en los usuarios a beneficiarse.
- ✓ Falta de tecnificación en cultivos agrícolas.
- ✓ La comunidad no cuenta con suficiente cultura ciudadana y ambiental.

### 5.2.1 Problemas con la institucionalidad.

Ilustración 20. Problemas con la institucionalidad.



Fuente: autoría propia (2020).

### 5.3 Recursos en materiales

Dentro de los recursos materiales se podrían relacionar los siguientes:

### 5.3.1 Materiales empleados en las estructuras.

Los materiales para el sistema de invernadero deben cumplir con las siguientes características:

- ✓ Deben ser resistentes y ligeras.
- ✓ De material de fácil conservación y económico.
- ✓ Que permita ser ampliadas.
- ✓ Ocupación de forma óptima la superficie.
- ✓ Cambiar los materiales de cubierta.

Los insumos más importantes son:

- ✓ **El agua:** Elemento fundamental para el correcto funcionamiento de los invernaderos.
- ✓ **Fuentes de energía:** fuente primordial para el funcionamiento de elementos en el invernadero.
- ✓ **Sistemas para el bombeo:** La presión que se utiliza es fundamental en la utilización del agua.
- ✓ **Equipo en la siembra:** Son elementos que se requieren para poder cultivar las hortalizas de manera adecuada.
- ✓ **Equipo de riego:** comúnmente se usa el riego por aspersión.
- ✓ **Equipo de fumigación:** este equipo es igual al de aspersión diferenciándose en que las boquillas para fumigación son cónicas y gastan menor agua.
- ✓ **Espolvoreo:** este sistema de insecticidas en polvo se hace necesario en algunas oportunidades.
- ✓ **Inmersión:** en este se deposita de manera plana el agua con los insumos que se deseen aplicar.

- ✓ **Radiación solar:** Fuente primara de los procesos físicos y biológicos de la tierra.

## 5.4 Presupuesto

Con el presupuesto sumamos los costos que vamos a gastar durante la ejecución del proyecto.

A través de estos fondos que se autorizan podemos ejecutar el proyecto.

✓ SGR Fondos ciencia, tecnología e innovación:	\$ 206.150.000,00
✓ SGR Fondos de compensación regional:	\$ 206.150.000,00
✓ Gobernación de Cundinamarca:	\$ 100.130.000,00
✓ Alcaldía municipio de Girardot:	\$ 76.570.000,00
✓ <b>Total</b>	<b>\$ 589.000.000,00</b>

## 5.5 Cronograma de evaluación

Durante este proceso debemos verificar que las actividades de cada una de las etapas se hayan realizado conforme lo establece el proyecto, y tomar las medidas a que haya lugar para corregir las falencias que se estén presentando, así mismo, incentivar a los que estén haciendo las cosas bien, con gratificaciones monetarias.

### 5.5.1 Descripción de actividades.

A través de esta etapa vislumbramos las tareas y actividades a realizar con el fin de cumplir con los objetivos establecidos en el proyecto, utilizando estrategias que permitan realizar las actividades de manera que faciliten su finalización con éxito.

- ✓ Establecer requerimientos para el diseño del prototipo.
- ✓ Verificar las condiciones del clima.
- ✓ Examinar las condiciones de los sistemas instalados en el invernadero.
- ✓ Determinar la periodicidad de los riegos
- ✓ Hacer el diseño.
- ✓ Sacar a producción

### 5.5.2 Cronograma actividades.

Aquí podremos encontrar las diferentes actividades a realizar durante la ejecución del proyecto, determinando las fechas para que no se presenten inconvenientes durante su desarrollo.

Tabla 7. Cronograma de actividades.

ACTIVIDAD	MES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Establecer requerimientos para el diseño del prototipo.								
Verificar las condiciones del clima.								
Examinar las condiciones de los sistemas instalados en el invernadero.								
Determinar la periodicidad de los riegos								

ACTIVIDAD	MES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Hacer el diseño.								
Sacar a producción								

Fuente: autoría propia (2020).

## Conclusiones

Este tipo de proyecto, aporta a la necesidad de realizar una producción agrícola controlada con una excelente calidad y con productos de alta competencia.

En el manejo de invernaderos podemos controlar cualquier tipo de plaga que pueda afectar la producción de un cultivo específico y su crecimiento, como anuncia Bonilla (2018) haciendo controles de la humedad del suelo, temperatura y humedad del aire y las variables que se midan con los instrumentos requeridos para obtener los mejores resultados en los diferentes mercados.

Se controla las condiciones ambientales que en las condiciones de clima extremas que se presenta en la vereda Guabinal del municipio de Girardot, Cundinamarca, podemos seguir produciendo y siendo auto sostenibles con mayores ganancias debido a la protección que se ofrece a los cultivos.

Este tipo de proyecto nos permite evolucionar debido a que se incorporan tecnologías para el desarrollo de productivos todo el tiempo, a pesar de las inclemencias del clima y las condiciones medioambientales externas.

## **Recomendaciones**

Utilizar los instrumentos electrónicos de excelente calidad que nos permitan ser exitosos en la producción de alimentos de alta calidad.

Llevar la estadística correspondiente y la trazabilidad del dato para obtener el mejor rendimiento en el producto deseado.

Se recomienda concentrar el tiempo y dedicación diaria para revisar todos los aspectos correspondientes al cuidado y control de los cultivos

Contar con los recursos económicos necesarios para la tecnología y el equipamiento del invernadero.

En este punto se debe realizar el estudio de mercado para nuestro producto y valorar nuestra capacidad de producción ya sea para mercado local o producto tipo exportación.

## Referencias bibliográficas y webgrafía

### Bibliografía

Barón, A. y Pérez O. (2017). Invernadero de riego y temperatura controlado remotamente desde el web basado en tecnologías móviles. Bogotá, D. C., Colombia, Fundación universitaria los libertadores facultad de ingeniería y ciencias básicas programa de ingeniería de sistemas.

Holdridge, L. (1996). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: IICA

### Webgrafía

Abellán, E. (2020). *Metodología Scrum: qué es y cómo funciona*. Obtenido de

Metodología Scrum: qué es y cómo funciona:

<https://www.wearemarketing.com/es/blog/metodologia-scrum-que-es-y-como-funciona.html>

Agropinos. (2019). *Cultivos de invernaderos, cada vez más exitosos*. Obtenido de

Agropinos: <https://www.agropinos.com/beneficios-de-los-invernaderos>

Alpi, A., & Tognoni, F. (1999). *Cultivo en invernadero*. Obtenido de

<https://www.mundiprensa.com/catalogo/9788471143471/cultivo-en-invernadero>

Bonilla, Alvaro. (2018). *Control Biológico de Plagas en Invernadero*. Obtenido de

[https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-biologico-plagas-invernadero#:~:text=Manejo%20integrado%20de%20plagas%20\(MIP\)&text=El%20e%20stablecer%20un%20control%20de,enfermedades%2C%20malezas%20y%20vertebrados%20plaga](https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-biologico-plagas-invernadero#:~:text=Manejo%20integrado%20de%20plagas%20(MIP)&text=El%20e%20stablecer%20un%20control%20de,enfermedades%2C%20malezas%20y%20vertebrados%20plaga)

- Cama, A., Gil, F., Gómez, J., García, A., & Manzano, F. (2013). *Sistema inalámbrico de monitorización para cultivos en invernadero*. Obtenido de Revistas Unal: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/download/37034/53961>
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Programa de apoyo agricultura y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial*. Obtenido de Núcleo Ambiental S.A.S.: <http://hdl.handle.net/11520/14307>
- Cruz, M. (2012). *Comportamiento del tomate con distintos sustratos y frecuencias de riego bajo condiciones protegidas*. Obtenido de Universidad Autónoma agraria "Antonio Narro": <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/2220>
- DANE. (2014). *El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero*. Obtenido de El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero: [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos\\_factores\\_de\\_produccion\\_dic\\_2014.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_dic_2014.pdf)
- Enciso Camacho, E. (2018). *UTADEO*. Obtenido de Universidad Tadeo Lozano: <https://www.utadeo.edu.co/es/noticia/destacadas/home/1/utadeo-y-holanda-inauguraron-el-invernadero-inteligente-mas-moderno-de-colombia>
- FAO. (2012). *Guía para la construcción de invernaderos o fitotoldos*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-as968s.pdf>
- FAO. (2012). *Manual de buenas prácticas agrícolas para el productor hortofrutícola*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/a-as171s.pdf>
- FAO. (2017). *Control del ambiente*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/3/s8630s/s8630s06.htm>.

IDEAM. (2019). *Operación Estadística Monitoreo de la Superficie de Bosque Natural en Colombia*. Obtenido de Operación Estadística Monitoreo de la Superficie de Bosque Natural en Colombia:

[http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72065174/Doc\\_metodol%C3%B3gico\\_SMBYC\\_Consolidado\\_v12\\_26062019.pdf/1c576c67-d00c-4e2c-b3b1-5a260305f3d0](http://www.ideam.gov.co/documents/11769/72065174/Doc_metodol%C3%B3gico_SMBYC_Consolidado_v12_26062019.pdf/1c576c67-d00c-4e2c-b3b1-5a260305f3d0)

InfoAgro. (2020). *Control Climático en Invernaderos*. Obtenido de Infoagro:

[https://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/control\\_climatico4.htm](https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/control_climatico4.htm)

Instituto Colombiano Agropecuario - ICA. (31 de julio de 2019). *Comprar material en viveros registrados ante el ICA*. Obtenido de Comprar material en viveros registrados ante el ICA: <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-material-de-propagacion-compre-legal>

Intagri. (2017). *Importancia de la Radiación Solar en la Producción Bajo Invernadero*.

Obtenido de Importancia de la Radiación Solar en la Producción Bajo Invernadero: <https://www.intagri.com/articulos/horticultura-prottegida/importancia-de-la-radiacion-solar-en-la-produccion-bajo-invernadero#:~:text=Importancia%20de%20la%20Radiaci%C3%B3n%20Solar%20en%20la%20Producci%C3%B3n%20Bajo%20Invernadero,-La%20radiaci%C3%B3n%20sol>

Jojoa, M. (2017). *Tesis diseñar un sistema de riego por goteo bajo invernadero*. Obtenido de Unal:

<http://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13458/1/3708>

López Molina, Y. (2005). *Control climático en invernaderos*. Obtenido de

Interempresas: <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/77307-Control-climatico-en-invernaderos.html>

- Martinez, C. (2019). *Investigación descriptiva: definición, tipos y características*. Obtenido de Investigación descriptiva: definición, tipos y características:  
<https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- Marylin, M., Villalobos, M., & Herrera, R. (2017). *Sistema web de bajo costo para monitorear y controlar un invernadero agrícola*. Obtenido de Revista chilena de ingeniería:  
[https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-33052017000400599](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052017000400599)
- Mejia, T. (2020). *Investigación descriptiva: características, técnicas, ejemplos*. Obtenido de Lifeder: <https://www.lifeder.com/investigacion-descriptiva/>
- NOVAGRIC. (2016). *Materiales para Invernaderos*. Obtenido de Materiales para Invernaderos: <https://www.novagric.com/es/venta-invernaderos-novedades/materiales-y-estructuras/materiales-para-invernaderos>
- OTT. (2020). *Manual de instrucciones Registrador de datos OTT netDL500*. Obtenido de OTT Products: <https://www.ott.com/es-es/productos/download/manual-de-instrucciones-registrador-de-datos-ott-netdl-500-ott-netdl-1000-1/>
- Palacio Peláez, Álvaro Ernesto;. (2014). *Modelos productivos para la sostenibilidad y el desarrollo*. Obtenido de Modelos productivos para la sostenibilidad y el desarrollo: <http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Revista/Revista33.pdf>
- Paz, M. L. (2015). *Sistema de Riego por Goteo*. Obtenido de Sistema de Riego por Goteo: <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/sistema-de-riego-por-goteo>
- Proyectos Educativos CR. (2016). *Aspectos Administrativos*. Obtenido de Aspectos Administrativos: <https://proyectoseducativoscr.wordpress.com/elaboracion-del-ante-proyecto/capitulo-iii-marco-metodologico-de-la-investigacion/3-7-aspectos-administrativos/>

Sabino, C. (2017). *Aspectos Administrativos*. Obtenido de Aspectos Administrativos:

<https://proyectoseducativoscr.wordpress.com/elaboracion-del-ante-proyecto/capitulo-iii-marco-metodologico-de-la-investigacion/3-7-aspectos-administrativos/>

Salgado Sanchez, R. (2013). *Agricultura sustentable y sus posibilidades en relación con consumidores urbanos*. Obtenido de scielo:

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-45572015000100005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572015000100005)

UNGRD. (2020). *Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres*. Obtenido de

Sistema de Alerta Temprana: <http://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/SAT.aspx>

Vega, A. (2016). *Elementos administrativos en una propuesta de investigación*. Obtenido

de Prezi: [https://prezi.com/zow\\_gxgq\\_jd1/elementos-administrativos-en-una-propuesta-de-investigacion/](https://prezi.com/zow_gxgq_jd1/elementos-administrativos-en-una-propuesta-de-investigacion/)

Weather Spark. (2020). *El clima promedio en Girardot City*. Obtenido de Weather

Spark: <https://es.weatherspark.com/y/23366/Clima-promedio-en-Girardot-City-Colombia-durante-todo-el-a%C3%B1o>

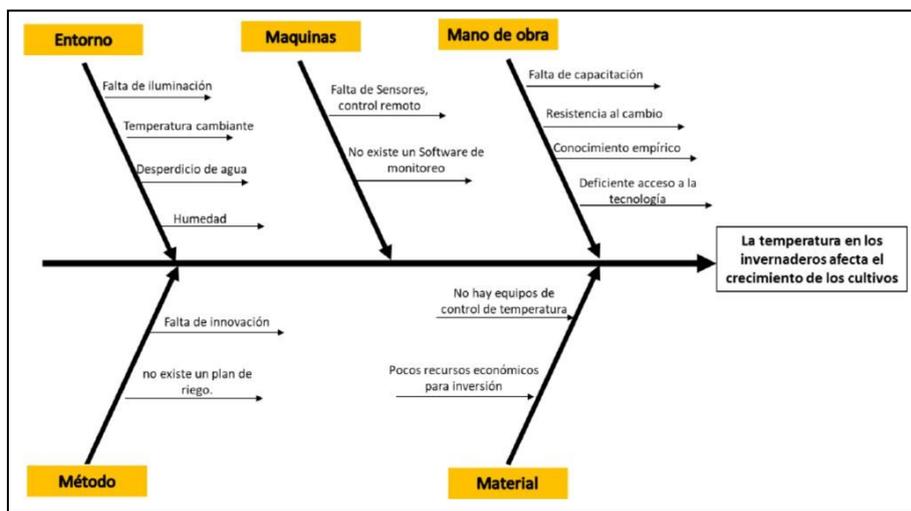
Yumpu. (s.f.). *Descripción del proyecto*. Obtenido de Descripción del proyecto:

<https://www.yumpu.com/es/document/read/14806215/descripcion-del-proyecto-sea-servicio-de-evaluacion-ambiental>

## Apéndice

### Formulación del problema a través del Diagrama Causa-Efecto de Ishikawa

Ilustración 21. Diagrama Causa-Efecto de Ishikawa.



Fuente: autoría propia (2020).

### Equipo del proyecto

Tabla 7. Equipo del proyecto

Persona 1							
Nombre del estudiante:	Carolina Carrillo Cortés						
Identificación	C.C	X	C.E		OTRO	Número:	52196389
Correo electrónico	Karollc3@gmail.com				Teléfono / Celular	3134634757	

Dirección residencia:	Diag. 77B no. 123 <sup>a</sup> - 85				Municipio / Departamento	Bogotá - Cundinamarca	
CENTRO:	CEAD JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ				ZONA:	CENTRO	
<b>Persona 2</b>							
Nombre del estudiante:	Wilmer Hernando Tavera						
Identificación	C.C	X	C.E		OTRO	Número:	1070594679
Correo electrónico	wilmertavera@hotmail.com				Teléfono / Celular	3103142710	
Dirección residencia:	Mz 13 casa13 barrio 1 de enero				Municipio / Departamento	Girardot- Cundinamarca	
CENTRO:	CEAD GIRARDOT				ZONA:		
<b>Persona 3</b>							
Nombre del estudiante:	Luis Alfredo Moreno Villadiego						
Identificación	C.C	X	C.E		OTRO	Número:	92538073 Sincelejo-Sucre
Correo electrónico	Luis.morenov1234@gmail.com				Teléfono / Celular	3143759823	
Dirección residencia:	Calle 6D Sur N° 8 – 18 Este				Municipio / Departamento	Bogotá - Cundinamarca	
CENTRO:	CEAD JOSE ACEVEDO Y GÓMEZ				ZONA:	CENTRO	

Fuente: autoría propia (2020).

## Vita

Carolina Carrillo Cortes nacida el 24 de noviembre de 1975 en la ciudad de Bogotá. Hija de Héctor Carrillo Peña y María Solina Cortes Prieto. Actualmente resido en Bogotá y laboró en El Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales-IDEAM en el área de Gestión Documental, soy Profesional en Sistemas de Información Documentación, Archivística y Bibliotecología, graduada de la universidad del Quindío.

Luis Alfredo Moreno Villadiego, nació el 07 de noviembre de 1980 en el Municipio de Sincelejo, Sucre. Actualmente reside en la ciudad de Bogotá. Hijo de Luis Francisco Moreno y Diocemira Villadiego. Ostenta los títulos de Ingeniero de Sistemas egresado de la Universidad Cooperativa de Colombia, Especialista en Gerencia de Telemática de la Escuela de Tecnología de la Información y las Comunicaciones de la Policía Nacional. Y en la actualidad labora en la Policía Nacional.

Wilmer Hernando Tavera Daza, nació el 30 de noviembre de 1988 en la ciudad de Bogotá. Hijo de Hernando Tavera rojas y Gloria Stela Daza Clavijo. Actualmente resido en el municipio de Girardot y laboro en el Municipio de Nilo Cundinamarca en la Secretaría de Infraestructura en la Dirección y Estructuración de Proyectos, Administrador de Empresas Egresado de la UNAD.