



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Orizaba

“2023, Año de Francisco Villa, El Revolucionario del Pueblo”

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

OPCIÓN I.- TESIS

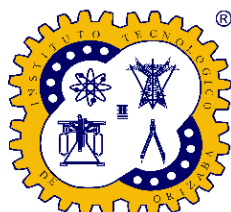
TRABAJO PROFESIONAL

“Aplicación de un Sistema de Monitoreo
que Brinde Viabilidad Económica
en la Reproducción de Flor de Nochebuena”

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
Maestra en Ingeniería Administrativa**

PRESENTA:
María Yonaina Rodríguez Aguirre

DIRECTOR DE TESIS:
Dra. Edna Araceli Romero Flores



ORIZABA, VERACRUZ, MÉXICO

JUNIO 2023



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Orizaba
División de Estudios de Posgrado e Investigación

Orizaba, Veracruz, 1/junio/2023

Dependencia: División de Estudios de
Posgrado e Investigación

Asunto: Autorización de Impresión
OPCION: I

C. María Yonaina Rodríguez Aguirre
Candidato a Grado de Maestra en:
INGENIERÍA ADMINISTRATIVA
P R E S E N T E.-

De acuerdo con el Reglamento de Titulación vigente de los Centros de Enseñanza Técnica Superior, dependiente de la Dirección General de Institutos Tecnológicos de la Secretaría de Educación Pública y habiendo cumplido con todas las indicaciones que la Comisión Revisora le hizo respecto a su Trabajo Profesional titulado:

“Aplicación de un Sistema de monitoreo que brinde viabilidad económica en la reproducción de flor de nochebuena ”

Comunico a Usted que este Departamento concede su autorización para que proceda a la impresión del mismo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA – TÉCNICA – CULTURA®

Cuahtémoc Sánchez R.

DR. CUAUHTÉMOC SÁNCHEZ RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



OG-13-F06



Av. Oriente 9 Núm.852, Colonia Emiliano Zapata. C.P. 94320 Orizaba, Veracruz.
Tel. 01 (272)1105360 e-mail: dir_orizaba@tecnm.mx tecnm.mx | orizaba.tecnm.mx



2023
AÑO DE
Francisco
VILLA
EL REVOLUCIONARIO DEL NOROCCIDENTE



Orizaba, Veracruz, 18/abril/2023
Asunto: **Revisión de trabajo escrito**

C. CUAUHTÉMOC SÁNCHEZ RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
PRESENTE.-

Los que suscriben, miembros del jurado, han realizado la revisión de la Tesis del (la) C.

María Yonaina Rodríguez Aguirre

La cual lleva el título de:

"Aplicación de un Sistema de monitoreo que brinde viabilidad económica en la reproducción de flor de nochebuena"

Y concluyen que se acepta.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA – TÉCNICA - CULTURA®

PRESIDENTE: DRA. EDNA ARACELI ROMERO FLORES

FIRMA

SECRETARIO: M.C. NURIA ORTEGA PETTERSON

FIRMA

VOCAL: M.C.. MANUEL PANZI UTRERA

FIRMA

VOCAL SUP.: DR. EDUARDO MAEL SÁNCHEZ CORONADO

FIRMA

TA-09-18



Declaración de originalidad y cesión de derechos

Orizaba, Veracruz, el día 1 del mes de junio del año 2023.

El(la) que suscribe

C. María Yonaina Rodríguez Aguirre

Declaro que esta tesis, que tiene una extensión de 72 cuartillas, ha sido escrita por mí y constituye el registro escrito del trabajo de la tesis titulada

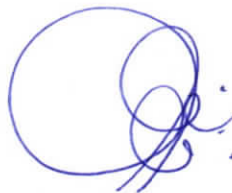
“Aplicación de un Sistema de monitoreo que brinde viabilidad económica en la reproducción de flor de nochebuena”

del programa: Maestría en Ingeniería Administrativa bajo la asesoría y dirección del(la) Dra. Edna Araceli Romero Flores y la M.C. Nuria Ortega Petterson y no ha sido sometida en ninguna otra institución previamente.

Todos los datos y las referencias a materiales ya publicados están debidamente identificados con su respectivo crédito e incluidos en las notas bibliográficas y en las citas que se destacan como tal y, en los casos que así lo requieran, cuento con las debidas autorizaciones de quienes poseen los derechos patrimoniales. Por lo tanto, me hago responsable de cualquier litigio o reclamación relacionada con derechos de propiedad intelectual, exonerando de toda responsabilidad al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba.

También declaro que, al presentar esta tesis, cedo los derechos del trabajo al Tecnológico Nacional de México campus Orizaba para su difusión, con fines académicos y de investigación, bajo las regulaciones propias de la institución y que si existe algún acuerdo de confidencialidad de la información lo haré saber en forma escrita para que se omitan las secciones correspondientes.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y del director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: depi_orizaba@tecnm.mx. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente de este.



María Yonaina Rodríguez Aguirre
Nombre y firma

Agradecimientos

Principalmente estoy agradecida con Dios, en él he depositado mi confianza, mis planes y mi camino, los deseos de mi corazón están en sus manos y con la culminación de este proyecto puedo ver su fidelidad.

A mi esposo Uriel Alejandro Hernández Sánchez, mi compañero de vida; me has demostrado el esfuerzo que se necesita para cumplir los objetivos profesionales, gracias por compartir tu conocimiento en este proyecto; mi hija Eunice Hernández Rodríguez, aunque eres muy pequeñita demuestras valentía y amor, todo lo que hago lo contemplo para tu bien, mi esfuerzo no es en vano, ya que, en un futuro me complacerá verte triunfar; mi pequeña familia los amo infinitamente.

A mis padres Eduardo Hernández Rodríguez † y Gabriela Aguirre Verga, su amor incondicional, esfuerzo y valores me formaron en la mujer que soy al día de hoy, sé que han tenido que hacer un gran esfuerzo para mi educación, los amo y siempre los honraré.

A mis hermanos Nadia, Yenice y Eduardo, ustedes están presentes para apoyarme y motivarme en los momentos difíciles, me han dejado enseñanzas de vida que guardaré por siempre los amo.

A mis amigas Clarita, Irene, Josefina y Marleny, en el recorrido de la maestría conté con su colaboración, parte del trabajo lo realizamos a distancia, sin embargo, lejos de ser compañeras formamos un lazo de amistad que espero perdure por siempre, las quiero.

Al comité del presente proyecto de investigación:

Dra. Edna Araceli Romero Flores, recuerdo muy bien la primera sesión que nos impartió en propedéutico, de inicio quería salir corriendo, pero sus palabras me hicieron poner los pies en la tierra y comprendí el reto que estaba por atravesar. Doy gracias a Dios por haberla conocido, su profesionalismo y orientación encaminaron el proyecto de investigación. Agradezco ampliamente sus consejos y la preocupación de

mi persona, tener su apoyo y confianza fueron el soporte que me mantuvieron resiliente en el programa.

Mtra. Nuria Ortega Petterson, desde el propedéutico me brindó su cálido apoyo en la búsqueda de tema; su aportación en la revisión del trabajo de investigación fue de gran ayuda. Le agradezco ampliamente sus observaciones y la atención a mis correos, sin mencionar la comprensión y apoyo por el nacimiento de mi hija.

Mtro. Manuel Panzi Utrera, agradezco ampliamente sus aportaciones a esta investigación, sus observaciones y comentarios reforzaron la investigación.

Dr. Eduardo Mael Sánchez Coronado, agradezco sus comentarios y observaciones, sin duda fueron un soporte importante para la obtención de los resultados de la investigación.

Mtra. Alma Gabriela Alcalde Pérez, desde el día de mi inscripción al propedéutico hasta el último trámite para la autorización de impresión, usted fue un apoyo importante en la gestión y orientación del programa, por lo cual estoy ampliamente agradecida.

Agradezco ampliamente al TecNM Campus Orizaba, por abrirme la oportunidad para fortalecer mis aptitudes y conocimiento. Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), por otorgar el apoyo económico para alcanzar este objetivo personal y profesional.

Contenido

Índice de figuras.....	ii
Índice de tablas.....	iv
Resumen.....	v
<i>Abstract</i>	vi
Capítulo 1. Generalidades.....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Posicionamiento de la tesis.....	1
1.3 Planteamiento del problema.....	2
1.4 Objetivo general.....	3
1.4.1 Objetivos específicos.....	3
1.5 Justificación.....	3
1.6 Propuesta de solución.....	5
1.7 Metodología.....	5
1.8 Organización de la tesis.....	6
Capítulo 2. Estudio e investigación de tecnologías aplicada reproducción de flor nochebuena.....	7
2.1 Antecedentes de tecnología en la reproducción flor nochebuena.....	7
2.2 Tecnología asociada en la reproducción de flor nochebuena.....	8
2.2.1 Monitoreo.....	9
2.2.2 Sensor.....	9
2.2.3 Controlador lógico programable (PLC).....	9
2.4.4 Actuador.....	10
2.4.5 Human Machine Interface (HMI ²).....	10
2.4.6 Tablero de control.....	10
2.4.5 Investigación de afinidad a la aplicación de monitoreo en invernaderos ornamentales.....	11
Capítulo 3. Acercamiento a la floricultura flor nochebuena.....	16
3.1. Antecedentes de la floricultura en flor nochebuena.....	16
3.2 Características de la flor nochebuena.....	18
3.3 Ciclo reproductivo de la flor nochebuena.....	18
3.5 Técnicas asociadas a la reproducción.....	19
3.5.1 Sistemas de riego.....	20
3.5.2 Control de plagas y enfermedades.....	20
3.5.3 Abono, composta o fertilizantes.....	20
3.5.4 Asociación y rotación de cultivos.....	21

3.5.5 Fertilización y nutrientes.....	21
Capítulo 4. Resultados conclusiones y recomendaciones.	23
4.1 Perfil del vivero municipal.	23
4.1.1 Reproducción de organismos vegetales.	24
4.1.2 Fumigación.....	25
4.1.3 Aprovechamiento de residuos orgánicos.	25
4.1.4 Riego.....	25
4.2 Determinación de variables.....	26
4.2.1 Entrevista a Expertos.	26
4.3 Variables que inciden en el crecimiento de la flor nochebuena.	31
4.3.1 Temperatura.....	31
4.3.2 Dióxido de carbono.....	32
4.3.3 Humedad relativa.	32
4.3.4 Intensidad luminosa.....	33
4.4 Programación del tablero de control.	33
4.4.1 <i>Front-end</i>	33
4.4.2 <i>Back-end</i>	36
4.5 Desarrollo de la implementación en Red por medio de AWS y LWE del sistema de monitoreo y control.	38
4.6. Retroalimentación del diseño de tablero de control.....	40
4.7 Experimentación (monitoreo de invernadero).....	44
4.8 Costo de oportunidad.....	55
Conclusiones.....	57
Anexos	60
Referencias.....	63

Índice de figuras

Figura 1.7.1 Metodología. Elaboración propia.	5
Figura 2.2.3.1 LOGO Siemens controlador lógico programable (PLC). (Siemens, 2022). 10	
Figura 3.1.1 Principales estados de México reproductores de flor nochebuena. Elaboración propia con información de(SAGARPA, 2020).	17
Figura 3.1.2 Principales países reproductores de flor nochebuena. Elaboración propia con información de (SAGARPA, 2020).....	17
Figura 3.1.3 Ramas de la agricultura. Elaboración propia con información de (SEDENA, 2022) (Zarate, 2022) (SAGARPA, 2020)(CONABIO, 2022).....	18

Figura 3.3.1 Ciclo reproductor de la flor nochebuena. Elaboración propia con información de (ICAMEX, 2022).	19
Figura 4.1.1 Vivero Municipal. Fotografía propia.	24
Figura 4.2.1 Entrevista a expertos. Fotografía propia.	31
Figura 4.3.2.1 Rangos ideales de CO ₂ en un invernadero. Elaboración propia.	32
Figura 4.4.1.1.1 Nombres de E/S. Elaboración propia.	34
Figura 4.4.1.2 Habilitar 4 AI. Elaboración propia.	34
Figura 4.4.1.1.3 Diagrama de bloques. Elaboración propia.	35
Figura 4.4.1.1.4 Conexión para subir el programa. Elaboración propia.	36
Figura 4.4.2.1.1 Variables HMI. Elaboración propia.	37
Figura 4.4.2.1.2 Imágenes e interfaz HMI. Elaboración propia.	37
Figura 4.4.2.1.3 Eventos y animaciones. Elaboración propia.	38
Figura 4.5.1 Creación de proyecto. Elaboración propia.	39
Figura 4.5.2 Elementos de IoT. Elaboración propia.	39
Figura 4.5.3 Subir la interfaz al servidor web. Elaboración propia.	40
Figura 4.5.4 Interfaz en LWE. Elaboración propia.	40
Figura 4.6.1 Monitoreo de variables climatológicas. Elaboración propia.	41
Figura 4.6.2 Control de actuadores. Elaboración propia.	41
Figura 4.6.3 Visualización de animación. Elaboración propia.	42
Figura 4.6.4 Colocación de sensor resistance temperature detector. Elaboración propia.	43
Figura 4.6.5 Colocación de sensor MQ135 Sensor de CO ₂	43
Figura 4.6.6 Colocación de sensor MQ135 Sensor de CO ₂ . Elaboración propia.	44
Figura 4.6.7 Colocación de sensor analógico de temperatura y humedad. Elaboración propia.	44
Figura 4.7.1 Invernadero vivero municipal. Elaboración propia.	45
Figura 4.7.2 Marco Geoestadístico 2010, versión 4.3. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de las Cartas de Climas, Precipitación Total Anual y Temperatura Media Anual 1:1 000 000, serie I. (INEGI, 2022).	46
Figura 4.7.3 Variabilidad dióxido de carbono Elaboración propia.	48
Figura 4.7.4 Variabilidad humedad relativa Elaboración propia.	49
Figura 4.7.5 Variabilidad luminosidad. Elaboración propia.	49
Figura 4.7.6 Variabilidad temperatura. Elaboración propia.	50

Índice de tablas

Tabla 2.4.5.1 Estado del arte. Elaboración propia.	11
Tabla 4.2.1.1 Cuestionario para entrevista. Elaboración propia.	27
Tabla 4.1.2.1.2 Recopilación de información entrevista. Elaboración propia	28
Tabla 4.7.1 Parámetros de medición. Elaboración propia.	47
Tabla 4.7.2 Concentración de información primer prueba de monitoreo. Elaboración propia con información del tablero de control.	47
Tabla 4.7.3 Monitoreo día 1; 12 de agosto de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.	51
Tabla 4.7.4 Monitoreo día 2; 19 de agosto de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.	51
Tabla 4.7.5 Monitoreo día 3; 26 de agosto de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.	52
Tabla 4.7.6 Monitoreo día 4; 02 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.	52
Tabla 4.7.7 Monitoreo día 5; 09 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.	53
Tabla 4.7.8 Monitoreo día 6; 16 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.	53
Tabla 4.7.9 Monitoreo día 7; 23 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.	54
Tabla 4.7.10 Monitoreo día 8; 30 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.	54
Tabla 4.7.11 Monitoreo día 8; 30 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.	55
Tabla 4.8.1 Costos variables. Elaboración propia con información de costos.	55
Tabla 4.8.2 Costos variables. Elaboración propia con información de municipio.	56
Tabla 4.8.3 Presupuesto de costo de producción y ventas. Elaboración propia.	56
Tabla 4.8.5 Cotización nochebuena. Elaboración propia con información del vivero certificado Floraplant.	57

Resumen.

La reproducción de flores de tipo ornamental está creciendo en un 6% por año esto de acuerdo con la secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien además declara que el cultivo de nochebuena, es uno de los más importantes en el sector de flores ornamentales en México. Sin embargo, la reproducción de esta flor ha presentado afectaciones debido al suministro inadecuado de los recursos naturales indispensables, para que la flor alcance el grado de crecimiento secundario, ocasionando mala calidad en el cultivo y pérdidas económicas afectando directamente el trabajo de los horticultores locales; tal es el caso en el H. Ayuntamiento de Orizaba, Veracruz, en el departamento de Ecología Parques y Jardines, a cargo del Vivero Municipal.

En tal sentido, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos; identificar las variables que inciden en el crecimiento de la flor, diseñar un prototipo de seguimiento que apoye la reproducción de la flor para apoyar el trabajo de los horticultores realizando una revisión periódica de las condiciones climatológicas para evitar repercusiones en el cultivo de flor nochebuena.

Palabras clave: Sistema de monitoreo, reproducción, nochebuena.

Abstract.

The reproduction of ornamental flowers is growing at a rate of 6% per year, according to the Ministry of the Environment and Natural Resources (SEMARNAT), which also declares that the poinsettia crop is one of the most important in the sector of ornamental plants in Mexico. However, the reproduction of this flower has been affected due to the inadequate supply of essential natural resources, so the plant reaches the degree of secondary growth, causing poor quality in the crop and economic losses produced directly by the work of local horticulturists; such is the case in the H. Ayuntamiento de Orizaba, Veracruz, in the Parks and Gardens Department of Ecology, in charge of the Municipal Nursery.

In this sense, the present work met the objectives of identifying the variables that affect the growth of the flower, designing a monitoring prototype that reinforces the reproduction of the plant, verifying the economic viability of the project, and obtaining a long-term benefit. Misspellings and grammatical errors can affect your credibility. The same goes for misused commas and other types of punctuation. Not only will Grammarly underline these issues in red, but it will also show you how to correctly write the sentence.

Keywords: Monitoring system, reproduction, poinsettia plant.

Capítulo 1. Generalidades.

En este capítulo se presentan las generalidades del proyecto de investigación como la introducción, el posicionamiento de la tesis, el planteamiento del problema, el objetivo general y los objetivos específicos. Al igual que la justificación, la metodología desarrollada para simplificar la propuesta de solución.

1.1 Introducción.

Ante los cambios climatológicos es necesaria la implementación de nuevas acciones que apoyen la mano de obra, por consiguiente, la aplicación de la tecnología se incorpora en diversas actividades del ser humano, y la floricultura no es la excepción.

La flor *euphorbia pulcherrima* nativa de México, que en tiempos prehispánicos fue llamada “la flor que se marchita”, hoy en día es mejor conocida como flor nochebuena, sus llamativos colores la han posicionado como un símbolo navideño alrededor del mundo; en medicina es utilizada para tratar afecciones respiratorias y aumentar la producción de leche durante el periodo de lactancia materna.

Aunque actualmente la flor nochebuena se reproduce en otros países, México representa uno de los principales en cultivarla teniendo 248 hectáreas destinadas a este proceso, gran parte de su reproducción funciona a base de invernaderos lo que resalta su importancia económica y cultural, ya que, esta actividad ha generado alrededor de 3, 000 empleos directos y una gran recuperación monetaria para los principales estados productores como Morelos, Michoacán, Ciudad de México, Puebla y Estado de México.

Con base en esta información y vigilancia directa se observó que los pequeños sectores de reproducción de la flor no cuentan con el equipo tecnológico necesario para la medición y regulación de variables que inciden en el crecimiento de la flor para mantener su distintiva apariencia; ante esta situación, en el presente proyecto se desarrolló un sistema de monitoreo de variables climatológicas (temperatura, humedad relativa, intensidad luminosa y presencia de dióxido de carbono), contribuyendo en el aprovechamiento responsable de los recursos naturales, y la disminución en el consumo de reguladores químicos y pesticidas apoyando la reproducción de la flor Nochebuena en viveros locales.

1.2 Posicionamiento de la tesis.

Con base en el tema de estudio de sistemas de monitoreo y el objetivo de la aplicación, el proyecto se encuentra en el marco de la línea de investigación y aplicación del conocimiento Innovación y Administración del Capital Intelectual de la Maestría en Ingeniería Administrativa.

1.3 Planteamiento del problema.

La producción de flores ornamentales a está creciendo a una tasa del 6% por año esto de acuerdo a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2016), quien además declara que el cultivo de Nochebuena silvestre (*euphorbia pulcherrima*), es uno de los más importantes en el sector de flor ornamentales en México.

Los horticultores han encontrado un alto beneficio al realizar el cultivo de la flor Nochebuena con apoyo de sistema de invernadero, dado que, impacta principalmente en la obtención de plantas de mejor calidad y con un fácil manejo y control del mantenimiento en cuanto al control de las variables que inciden es su reproducción.

El H. Ayuntamiento de Orizaba, Veracruz; cuenta con el departamento de Ecología Parques y Jardines a cargo del mantenimiento de áreas verdes, con el objetivo de promover y mantener el cuidado del medio ambiente, a la par del embellecimiento de los espacios públicos en la ciudad; una de las responsabilidades del departamento de ecología es el vivero municipal en donde se reproducen especies vegetales ornamentales, las cuales son utilizadas para la siembra en las jardineras, los parques, los camellones y las macetas que existen en la ciudad y edificios de jurisdicción municipal (Orizaba, 2022). Actualmente en el vivero municipal se reproduce el 80% de las flores ornamentales por medio de la técnica de esqueje¹, el 20% restante al ser flores de temporada se adquieren por compra anticipada en fechas programadas, lo que representa un gasto superior a diferencia de la labor de reproducción de las plantas, perjudicando directamente en el presupuesto anual del municipio; se puede agregar que la reproducción de flor nochebuena se ha visto afectada por factores externos como lluvia, viento o granizo, que hasta hace poco no se podían controlar sino empleando técnicas de riego, fertilización o cultivo bajo abrigo. Para manejar el clima dentro de un invernadero debemos tener en cuenta parámetros tan importantes como la temperatura, la humedad, la radiación y la concentración de CO₂.

Al realizar un análisis se identifican tres problemas actuales que impiden realizar la reproducción de la planta nochebuena en el vivero; la primera es la falta de personal, debido a que, cuenta con veinte trabajadores a cargo de las actividades dentro y fuera del vivero, la segunda es el control de temperatura, humedad relativa, dióxido de carbono y luminosidad (ICAMEX, 2021). La última problemática es la pérdida económica en calidad de cultivo.

¹ técnica de reproducción asexual en donde se cortan fragmentos vivos de los tallos tiernos de la planta progenitora los cuales después son enterrados en la tierra (Orizaba, 2022).

Al analizar el panorama que enfrenta el vivero municipal, el presente trabajo de investigación propone atender la reproducción de la planta de ornamento nochebuena por medio de un sistema de monitoreo de variables climatológicas que apoye el trabajo del personal al conocer de manera oportuna las etapas de la reproducción de la planta, de igual manera se podrá realizar un costo de oportunidad que muestre la viabilidad económica.

1.4 Objetivo general.

El desarrollo del presente trabajo de investigación, se contempla atender el siguiente objetivo general:

Diseñar un sistema de monitoreo que apoye la reproducción de flor nochebuena por medio de la aplicación de controlador lógico programable (PLC), brindando viabilidad económica al vivero municipal de Orizaba, Veracruz.

1.4.1 Objetivos específicos.

Para el cumplimiento del objetivo general se pretende atender los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar las variables climatológicas que inciden en el crecimiento de la flor nochebuena, para poder implementar un sistema de monitoreo que permita percibir, comprender y reaccionar ante los cambios del clima.
2. Analizar el estado de la técnica utilizada en controlador lógico programable (PLC) a gran escala para adaptarla a los requerimientos de un sistema de invernadero para flor nochebuena.
3. Diseñar un tablero de control que realice el monitoreo de las condiciones climatológicas dentro del invernadero; confirmando el costo de oportunidad para el vivero municipal de Orizaba, Veracruz.

1.5 Justificación.

Al aplicar la tecnología de monitoreo en el cultivo de la planta nochebuena, se obtendrá información sobre los principales factores climatológicos que inciden en el crecimiento de la planta lo que traerá diversos beneficios de manera general por lo que se mencionan los aspectos más relevantes:

En la perspectiva tecnológica se puede mencionar que, la aplicación de técnicas de automatización en el monitoreo de crecimiento de plantas ornamentales permite percibir, comprender y reaccionar ante los cambios del clima (Agroalimentado, 2018), como una de las técnicas más utilizadas para mejorar el crecimiento de las plantas ornamentales es posible la aplicación de dispositivos económicos por lo que se puede mencionar los micro

controladores Arduino, Circuitos Integrados Programables, Controladores Lógicos Programables y relés programables, lo que permite modificar el funcionamiento de invernaderos a gran escala para adaptarlo a los requerimientos de horticultores locales.

En la perspectiva social, al contar con el monitoreo del crecimiento de la planta nochebuena contribuirá en el trabajo de los horticultores del vivero municipal al poder estar capacitados para el cuidado y reproducción de plantas ornamentales, follaje y arboles las cuales sirven para el embellecimiento de la ciudad, manteniendo a la ciudad de Orizaba dentro del programa turístico desarrollado por la Secretaría de Turismo de México y diversas instancias gubernamentales que reconoce con ese apelativo a ciudades o poblados de ese país por el trabajo en proteger y guardar su riqueza cultural.

En la perspectiva ambiental, la creación de sistemas contribuirá al crecimiento de áreas verdes, reduciendo así la huella ecológica que ha dejado la demanda de recursos naturales. La administración de la tierra y los recursos naturales implica mantener o mejorar la calidad de estos y así utilizarlos de manera que permitan su regeneración para el futuro (AGROFOR, 2020). En este sentido el vivero podrá tener un conjunto de instalaciones que tienen como propósito fundamental la producción de plantas para abastecer las demandas de los programas de reforestación, tanto para plantas temporales o permanentes de acuerdo con su finalidad.

En la perspectiva económica, se puede mencionar que la flor nochebuena es reconocida a nivel internacional, debido a que, es una de las 10 especies de plantas más vendidas del mundo ocupando el primer lugar a nivel mundial por el valor de su producción. Actualmente la producción anual es de más de 500 millones de plantas en todo el mundo, lo que la convierte en la flor más vendida en la época decembrina (SADER, 2021); para este tipo de planta se han perfeccionado formas eficientes de cultivo, crecimiento y almacenamiento que permitan enviar estas flores a cualquier parte del mundo. Estos avances hortícolas se han logrado en los últimos veinte años. En particular, en el vivero municipal se podrán desarrollar técnicas avanzadas de cultivo para que las plantas crezcan rápidamente y produzcan flores, cambiando el fotoperíodo a días más cortos.

El presente proyecto de investigación contribuye en los Programas Nacionales Estratégicos para apoyar el sistema energía y cambio climático, con un beneficio directo a los horticultores en favor de un cultivo agroindustrial donde se unen los circuitos de reproducción, distribución y consumo (CONACYT, 2020).

1.6 Propuesta de solución.

La aplicación de un sistema de monitoreo de variables climatológicas podrá apoyar la reproducción de flor nochebuena, facilitando el cultivo a los horticultores del vivero municipal del H. Ayuntamiento de Orizaba, Veracruz.

1.7 Metodología.

Esquema de la metodología en el cual se especifica la estrategia a seguir en el proceso de la presente investigación.

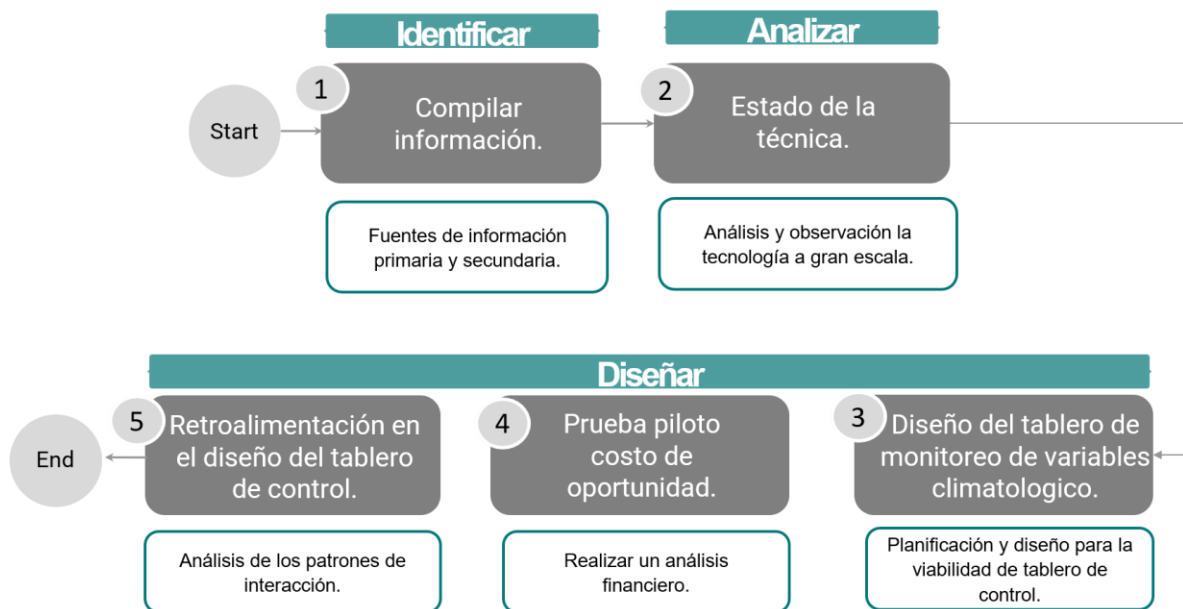


Figura 1.7.1 Metodología. Elaboración propia.

Etapas 1. Compilación de información.

En esta etapa se toma como base la información compilada de la revisión bibliográfica para construir y establecer las variables de estudio para efectos de la presente investigación.

Etapas 2. Estado de la técnica.

En esta etapa se establece la tecnología adecuada de acuerdo al análisis y observación de los sistemas utilizados en procesos a gran escala, los cuales deben reunir las características deseadas para ser adaptados a un sistema de naturación urbano.

Etapas 3. Diseño del tablero de control.

En esta etapa se realiza el modelo del tablero de control con base en las variables obtenidas, validando con testigos específicos su funcionamiento

Etapas 4. Costo de oportunidad.

En esta etapa se aplicará de forma cuantitativa la comparación de costos actuales contra

los costos de oportunidad alternativos con el sistema de naturación, el cual será de apoyo para los empresarios, en la toma de decisiones con base en la reproducción de la planta nochebuena.

1.8 Organización de la tesis.

El presente trabajo de investigación está estructurado en tres capítulos descritos a continuación:

Capítulo 1. Generalidades.

En el primer capítulo se mencionan apartados importantes como: la introducción, el posicionamiento de la tesis, planteamiento del problema, los objetivos, la justificación, una propuesta de solución y la metodología; con base en estos elementos se da a conocer el contenido del presente proyecto de investigación.

Capítulo 2. Investigación de tecnologías en la floricultura.

En el segundo capítulo se menciona la terminología, antecedentes y tendencias de la reproducción de flor nochebuena y su acercamiento a la tecnología; así mismo, se presenta el tipo de diseño del monitoreo de variables climatológicas para la elaboración de un tablero de control.

Capítulo 3. Acercamiento a la floricultura internacional.

En el tercer capítulo se presentan antecedentes de cultivo de la planta nochebuena y su clasificación, así como, el ciclo de cultivo y algunos fertilizantes y nutrientes necesarios para el crecimiento saludable de la flor.

Capítulo 4. Resultados, conclusiones y recomendaciones.

En este último capítulo se presenta el perfil del vivero municipal, el diseño del tablero de control y los resultados alcanzados del presente proyecto de investigación.

Capítulo 2. Estudio e investigación de tecnologías aplicada en flor nochebuena.

En este capítulo se menciona la terminología, antecedentes y tendencias de la reproducción de flor nochebuena y su acercamiento a la tecnología; así mismo, se presenta el tipo de diseño del monitoreo de variables climatológicas para la elaboración de un tablero de control.

2.1 Antecedentes de tecnología en la reproducción flor nochebuena.

Actualmente, México es uno de los países más ricos en especies ornamentales por tal motivo la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad está recopilando y sistematizando la información publicada sobre este tipo de uso en el país, lo cual genera el conocimiento necesario para la toma de decisiones en cuanto al uso sustentable y la conservación de los recursos biológicos asociados (CONABIO, 2022).

En el año 2015 se realizó el proyecto de "Uso de sensores no destructivos para evaluar el estado del nitrógeno en *poinsettia* en maceta (Basyouni, 2015). En este proyecto se añadieron sensores ópticos los cuales observaban la reflectancia o la absorbancia de las hojas verdes denotando si existía un exceso o déficit de Nitrógeno en las plantas de esta forma colocar el fertilizante requerido y analizar el progreso de la planta tomando como referencia los valores del índice vegetativo de diferencia normalizada (NDVI) calculados por *GreenSeekerTMsensor* enfocados para la planta en cuestión. Tomando como apoyo de este proyecto la utilización de sensores de diferentes tipos y marcas los cuales ayudan a la generación de resultados medibles y comparables para conocer el correcto crecimiento de la planta nochebuena.

En el año 2016 se realiza el proyecto de "Monitoreo de patógenos invasivos en viveros de plantas para la detección temprana y para minimizar la probabilidad de escape" (Alonso Chávez, 2016). Resolviendo la problemática de la introducción de patógenos vegetales invasivos capaces de la eliminación del roble en usa mediante el mercado de exportación de plantas. Desarrolló un modelo epidemiológico el cual ayuda a la supervisión y rastreo de estos patógenos tomando así medidas de eliminación, control y rastreo desde los viveros en los cuales detectó por primera vez las plantas infectadas hasta los puntos de venta vulnerables y conseguir erradicar una epidemia antes que comience. ayudando a este proyecto en tener el conocimiento necesario para realizar análisis y parámetros utilizables para la planta de noche buena.

En el año 2016 se presenta la investigación titulada "Crecimiento y desarrollo de *poinsettia* (*Euphorbia pulcherrima*) terminado bajo temperatura del aire reducida y calefacción en la zona

de la raíz de la mesa de trabajo" (Olberg & Lopez, 2016). La problemática analizada en esta investigación fue el cómo se desarrolla la planta *poinsettia* en un ambiente controlado y pensado para el bajo consumo de electricidad realizando el acabado a temperatura reducida (RTF) y el calentamiento de la zona de la raíz (RZH) que reduce aún más los costos de energía, con el objetivo de comparar el desarrollo y calidad de la planta con el método tradicional, dando un resultado a la par que el original concluyendo que se puede realizar un ahorro de energía en la etapa de desarrollo de la planta. De este proyecto se rescata la información estadística de los parámetros necesarios para el correcto desarrollo de la planta nochebuena.

Otro aporte se realizó en la investigación de "variabilidad extrema del oxígeno disuelto en humedales tropicales urbanizados: La necesidad de un seguimiento detallado para proteger los valores del suelo del vivero" (Dubuc, 2017). En este proyecto existe una problemática muy localizada que sería el mejorar el suelo que las plantas dentro de un vivero usan, analizando los diferentes entornos en donde crecen las plantas se desplegaron registradores de datos de alta frecuencia (OD, temperatura, profundidad) durante varios días en verano dando resultados muy variables dependiendo a mareas, el viento o las horas del día generando hipoxia y como principal causante se encuentra la expansión urbana llevando de la mano la degradación de calidad del agua y una posible pérdida del valor de los viveros. En este proyecto podemos utilizar los mismos parámetros para tener un correcto análisis de las variables climatológicas que se planean investigar en el proyecto presentado haciendo una labor mucho más exacta y centralizada para no tener un margen de error muy grande.

Posteriormente en el año 2018 se realiza la investigación titulada "Identificación de DFR como promotor de la acumulación de antocianinas en brácteas de nochebuena (*Euphorbia pulcherrima*) en condiciones de día corto" (Guzmán, 2018). En esta investigación el autor está buscando clarificar el cómo afecta el gel 4-reductasa (DFR) en el cambio de color de las hojas verdes a rojas, al término de la investigación se notó que la DFR es un gran promotor de acumulación de antocianina haciendo esto un cambio de color más fuerte y pronunciado en la planta. De esta investigación se pueden rescatar los datos de resultado y los parámetros en los cuales se investigó de manera más concentrada presentándonos una variable que se debe tomar en cuenta para un correcto desarrollo de la planta.

2.2 Tecnología asociada en la reproducción de flor nochebuena.

La utilización de la ciencia en temas agrícolas, es un aspecto que se ha desarrollado mucho en los últimos años lo cual aporta múltiples beneficios a nivel mundial ya que el uso de la

tecnología ha ampliado las técnicas agrícolas en el mundo (Pesquera, 2020).

La tecnología representa un proceso por el cual es posible transformar o cambiar el trabajo del ser humano con la aportación de proponer alternativas de mejora o proponer nuevas formas de aplicación; el cultivo de nochebuena es representativo a nivel mundial por tal motivo, se han implementado técnicas que ayudan en la reproducción de la misma sobre todo en la etapa de crecimiento hasta llegar al nivel secundario, por tal motivo, se describen las tecnologías más importantes:

2.2.1 Monitoreo.

Consiste en realizar una observación continua para evaluar y detectar irregularidades; por medio de esta técnica es posible recabar información en relación al clima, tal como, temperatura del aire, la presión atmosférica, el viento, la humedad o las precipitaciones. Cuando se realiza un monitoreo efectivo se anticipa a la aparición de posibles problemas, de esta manera se evitan gastos económicos y la toma de decisiones es más efectiva (Marylin Mamani, 2017).

2.2.2. Sensor.

Dispositivo que detecta cambios en el entorno y acciona una respuesta para enviarla a otro controlador; para efectos de un invernadero el sensor adquiere señales analógicas para monitoreo de las condiciones del clima y señales digitales para activación de actuadores. El empleo de sensores en el proceso de toma de decisiones es una opción viable para determinar cuándo y dónde regar, y cuánta agua emplear. (Doraiswamy PC, 2004).

2.2.3. Controlador lógico programable (PLC).

Un Controlador Lógico Programable, más conocido PLC (*Programmable Logic Controller*, debido a sus siglas en inglés) es básicamente una computadora que se utiliza en la ingeniería de automatización para las industrias, es decir, para el control de la maquinaria de una fábrica o de situaciones mecánicas (Autycom, 2022). Este sistema funciona de forma artificial en los trabajos industriales, ya que, se comporta de determinadas maneras relacionando comandos de entrada con estados del sistema, con el fin de obtener las salidas necesarias para solucionar tareas, se puede decir que, básicamente resuelve requerimientos del control.



Figura 2.2.3.1 LOGO Siemens controlador lógico programable (PLC). (Siemens, 2022).

2.4.4 Actuador.

Convierte la señal del controlador en una acción capaz de modificar la variable de salida. Es aquel que lleva a cabo la acción de control. En proyectos de control de variables climatológicas se utilizan con mayor frecuencia: electroválvulas, persianas eléctricas, lámparas, extractores de calor, aspersores entre otros.

2.4.5 Human Machine Interface (HMI²).

Conexión entre hombre y máquina a través de un panel de control, por el cual es posible mantener una comunicación para la interpretación de datos o gráficas con el objetivo de controlar las variables del proceso; en los sistemas modernos, los sistemas de HMI se han vuelto aún más omnipresentes, dado que, a medida que surge la necesidad de contar con más información y se incrementa el uso de datos analíticos y de monitoreo de las máquinas, los HMI² van adquiriendo un papel clave.

2.4.6 Tablero de control.

Conjunto de equipos de baja tensión dedicados a la activación de los actuadores. El tablero de control protege la interconexión de los equipos de entrada, el controlador y los transmisores. Su función se extiende en algunos casos a la señalización y observación de las variables de proceso. Es la superficie de contacto que tiene el operador con el proceso.

2.4.5 Investigación de afinidad a la aplicación de monitoreo en invernaderos ornamentales.

La compilación de resultados referente a otras investigaciones sobre monitoreo de variables climatológicas que inciden en el crecimiento de la planta nochebuena permite conocer el avance referente al tema de investigación para desarrollar nuevas perspectivas trascendentes a la aportación del conocimiento.

A continuación, se presenta la revisión e interpretación de los artículos:

Tabla 2.4.5.1 Estado del arte. Elaboración propia.

Nombre del artículo.	Autor (es).	Año.	País.	Problema.	Técnica utilizada.	Resultados obtenidos.	Aportaciones de los autores.
<i>I like to get my hands stuck in the soil": A pilot study in the acceptance of soil-less methods of cultivation.</i>	<i>Silvio Caputo, Heathe Rumble, Martin Schaefar.</i>	2020	Reino Unido	<i>In Europe, community projects with soilless methods for interiors have been implemented, which offer the alternative of greatly reducing the waste of natural resources and the use of green areas.</i>	<i>Study information in the small-scale pilot, based on interviews in a community garden in Portsmouth, UK, the experiment was conducted with a group of farmers the experiment was conducted in a hydroponic unit.</i>	<i>Based on the quantitative analysis, it was shown that 90% of the farmers have knowledge about soilless methods, so it is concluded that some test participants do not have sufficient knowledge of soilless systems related to the propagation of community gardens to implement new methods and techniques.</i>	<i>According to the information collected, the existence of the implementation of soilless methods is suggested, which is related to the propagation of community gardens for new arrangements and new techniques within the project.</i>
Sensores de monitoreo en la plantación ornamental como estrategia de transición urbana hacia la sostenibilidad.	Larrubia Vargas, R., Natera Rivas, J. J., & Carruana Herrera, D.	2020	España	En las últimas décadas y, especialmente, a partir de la última crisis económica de 2008 que tuvo su principal desencadenante con el estallido de la burbuja inmobiliaria, la ciudad representa un contexto privilegiado a la hora de intervenir y experimentar soluciones en momentos de grandes transformaciones cuando las respuestas clásicas y convencionales no parecen conseguir resultados.	El análisis de la información se ha enfocado en realizar una serie de entrevistas dirigidas a los promotores de invernaderos locales con el objetivo de identificar rasgos sobresalientes en cuanto a su funcionalidad, caracterización y estatus social	Los resultados de la investigación muestran la diversidad de proyectos con el interés de proporcionar beneficios para mejorar el desarrollo personal, contribuir a la economía familiar y al mejoramiento urbano.	El desarrollo de los invernaderos ornamentales se ha centrado en el mejoramiento de un amplio aspecto de iniciativa, asociaciones, proyección y organizaciones para apoyar la actividad en la dedicación de suelo para la instalación de invernaderos de ornamenta.
Manual técnico para la planificación, diseño, implementación manejo de plantas de ornamenta.	Edgar Aulestia Guerrero, Daniel Capa Mora.	2018	Ecuador	La problemática horticultores optar por este tipo de actividades, es bajo impulso de no utilizan innovación que permitan reducir las pérdidas agrícolas y que permitan extender el rendimiento en la reproducción de plantas.	Elaboración de encuestas para saber los conocimientos necesarios para iniciar con la implementación.	Se elaboró un manual orientado hacia horticultores, para ofrecer un beneficio en la reproducción de planta.	La Universidad Técnica Particular de Loja, pone a disposición este manual básico sobre implementación
Importancia de la preservación ornamental como estrategia de diversificación del ingreso económico.	Borbor Ponce, Miryam; Mercado, Waldemar; Soplín Villacorta, Hugo; Blas Sevillano, Raúl.	2016	Perú.	No se le da la importancia a la reproducción de plantas de ornato aun siendo que es uno de los más representativos del país.	Inicialmente se aplicó una encuesta piloto a cinco agricultores de El Moro y a cuatro de Yaután, se utilizó el método de observación Características de la población de lúcumo.	La diversificación de cultivos tuvo contribución	El huerto familiar ha tenido importancia en la conservación de áreas verdes.
Diseño e instalación de un sistema de control automático de malla sombra, en plantas de ornato.	Eugenio Romantchik Kriuchkova, Gilberto López Cañtens, Noel Chávez Aguilera y Diego E. Flores L.	2018	México	La problemática abordada es que el exceso de radiación solar perjudica a las plantas, el aumento de la temperatura causa una rápida maduración, deformación y daño en los frutos.	Se diseñó un SCA de malla sombra que puede controlar la un controlado por un PLC de acuerdo a la señal obtenida por un sensor de radiación.	Los resultados obtenidos fueron que el programa funciona como se pretendía, abre y cierra de acuerdo a la radiación que el sensor mide, además de que permite abrir o cerrar la malla de manera manual.	El desarrollo y aplicación de los sistemas de control automático permiten la adaptación de cultivos rentables y racionales y en zonas pequeñas.

Nombre del artículo.	Autor (es).	Año.	País.	Problema.	Técnica utilizada.	Resultados obtenidos.	Aportaciones de los autores.
Potencial de la nanotecnología en la agricultura. ISSN: 0188-6266	Lira Saldívar Ricardo Hugo, Méndez Argüello, Bulmaro, De los Santos Villarreal, Gladys, Vera Reyes Ileana.	2018	México	La problemática es que la creciente población mundial demanda alimentos y otros insumos, por lo cual es mayor el desafío que enfrentan los investigadores agrícolas.	Método de observación científica y cuantitativa.	Los resultados fueron que la nanotecnología abre oportunidades en diversos campos de la agricultura, los usos y beneficios son enormes para fabricar nano fertilizantes, nanopesticidas, nano herbicidas y nano sensores, en el contexto de la nueva revolución verde.	En el contexto de la agricultura moderna no convencional, el uso de la NT para formular nano insumos ofrece la posibilidad de mejorar el uso y eficiencia de los productos.
Sistema de riego automatizado con arduino.	Alfonso A. Guijarro-Rodríguez, Lorenzo J. Cevallos Torres, Debora K. Preciado-Maila, Bryan Nagib Zambrano Manzur.	2018	Venezuela.	La problemática que versa en este proyecto, se enfoca en la poca disponibilidad que tienen las personas para mantener hidratados los cultivos o jardines domésticos, es decir, evitar que sufran deterioro por falta de hidratación.	Esta investigación abordó una metodología tradicional con fundamentación teórica y el desarrollo de software para controlar el sistema automático de riego.	Se comprobaron las lecturas recogidas en el transcurso de tiempo no eran precisas, por lo que se procedió a calibrar los sensores de tal manera que el sistema, pueda obtener valores más exactos un mes después se observó que ya no había valores erróneos y no se producía la resequeidad, ni la sobre hidratación del sembrío, de esta forma se verificó que el sistema cumplía con el objetivo propuesto.	Los resultados obtenidos, dan por válida la hipótesis que define que, con la implementación de un sistema autónomo para riego, se minimiza el trabajo de las personas y se obtendrá un eficiente uso de agua.
<i>Evolutionary scenarios for agricultural business models.</i>	Marco Medici, Giacomo Carli, Maria Rita Tagliaveti, Mauricio Canavari.	2021	Reino Unido	<i>The combination of ongoing trends such as increased productivity, demand for capital-intensive technology, and urbanization will in all probability reshape the dimension of a number of business models in agriculture.</i>	<i>To parse out these constructs, several socioeconomic and technological factors, key facts, and figures about worldwide agriculture have been gathered and analyzed, taking into account global and local patterns affecting changes in farm structure and food chains.</i>	<i>To parse out these constructs, several socioeconomic and technological factors, key facts, and figures about worldwide agriculture have been gathered and analyzed, taking into account global and local patterns affecting changes in farm structure and food chains.</i>	<i>Yet, feedback gathered suggests that there is interest in soil-less methods, which appears to be linked to the propensity of community gardens to test new arrangements and techniques within their projects</i>
<i>Effects of a sensory garden on workplace wellbeing: A randomized control trial.</i>	Gayle Soute-Brown, Erica Hinckson, Scott Duncan.	2021	Nueva Zelanda	El estrés crónico afecta el bienestar laboral. Para contrarrestar esto, las teorías de recuperación del estrés y restauración de la atención afirman la necesidad de una conexión con la naturaleza.	Esta investigación buscó explorar el potencial del diseño salutogénico como una herramienta de promoción de la salud que reduce el estrés para las personas "aparentemente sanas" en un entorno laboral.	Todos los participantes fueron evaluados para detectar cortisol salival, bienestar percibido, productividad, estrés percibido, relación con la naturaleza antes y después de la intervención; Los datos se analizaron mediante modelos lineales generalizados.	Este estudio sugiere que un jardín sensorial reduce efectivamente el estrés, mejora el bienestar y mejora la productividad de las personas "aparentemente bien" en el lugar de trabajo. Las iniciativas de bienestar futuras deberían explorar oportunidades para la conexión con la naturaleza en su entorno.

Nombre del artículo.	Autor (es).	Año.	País.	Problema.	Técnica utilizada.	Resultados obtenidos.	Aportaciones de los autores.
Balanced scorecard equilibrado para emprendedores: desde el modelo Iona al cuadro de mando integral.	Sánchez Vázquez, José Manuel, & Vélez Elorza, María Luisa, & Araújo Pinzón, Pedro.	2016	España.	En España la actividad emprendedora ha aumentado en los últimos años, son necesarios más esfuerzos para consolidar las nuevas empresas. Se reconoce ampliamente que su desarrollo y supervivencia no depende tanto de tener una buena idea de negocio sino de su adecuada ejecución y gestión.	Cuadro de mando integral.	Una vez analizados los dos métodos se propone el BSC permite al emprendedor partir del modelo de negocio esbozado en el Canvas para, sin mucha complicación añadida, identificar y traducir el modelo de negocio en una estrategia trazada a través de un conjunto coherente e integrado de objetivos e indicadores.	Se recomienda que, al igual que el Canvas, el BSC pueda evolucionar, adaptarse y modificarse añadiendo, eliminando o actualizando indicadores clave de rendimiento según el negocio vaya evolucionando.
Automatización de bajo costo utilizado en la producción agrícola en invernaderos.	Acosta, Ashley Aguilar, Aliana Pinzón Trejos, Cristian.	2015	Panamá.	América Latina es una de las regiones del mundo que mayor cantidad de alimentos produce. Sin embargo, gran parte de su población padece de hambre.	La tecnologías y herramientas utilizadas se basan en una plataforma arduino que puede tomar información del entorno a través de los pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores.	Los resultados fueron que se obtuvo un incremento en las cosechas y la posibilidad de cosechar en cualquier periodo del año, garantizando que la propia población obtenga sus alimentos con ayuda de las nuevas tecnologías y la innovación.	La plataforma está en etapa de desarrollo programando los módulos de monitoreo de humedad en suelo de las plantas, así como la intensidad de luz en el interior de la estructura.
Sistema automatizado para la determinación de las condiciones de ensayo en los conjuntos ornamentales.	De las Cuevas Milán Héctor R, Gómez Ravelo Idaris, Díaz Álvarez, Maximino, De Castro Fabre Fernández y P. Rondón Pedro.	2015	Cuba.	Se dirige a que el uso de sistemas conservacionistas en la agricultura mecanizada puede minimizar los daños al suelo, aire, plantas y daños causados por el hombre.	El método utilizado es cuantitativo, así como, el tiempo de secado y precisión de los instrumentos empleados.	El sistema de automatización muestra resultados de los indicadores de tipo de suelo, relieve, humedad, vegetación indeseable, piedras y residuos de cosecha, así como, las condiciones meteorológicas.	Se accede al cálculo de los indicadores de temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento y precipitaciones en el área experimental. Como las demás hojas posee un botón para el regreso al Panel de Control.
Aplicación del internet de las cosas al monitoreo del requerimiento hídrico en invernaderos ornamentales.	PALMA, Oscar, MENA, Helbert, Pool, Lilia y Ceballos, Martha.	2017	México.	La problemática es que el aumento de la población en las ciudades, reduce la posibilidad de contar con espacios destinados a jardines y prácticas agrícolas.	Análisis experimental, para determinar el control del cuidado de un huerto urbano.	Durante la fase de experimentación y al final del ciclo de ambos cultivos se pudo observar que el sistema funciona adecuadamente, proporcionando los recursos hídricos necesarios al huerto.	Como trabajo futuro se ha considerado llevar el cultivo de huerto urbano sin suelo, es decir, considerando la problemática de que existe espacio limitado para el desarrollo de cultivos en las ciudades, y proponer el desarrollo de cultivos en contenedores para espacios de dimensiones aún más reducidas.

Con base en el análisis bibliográfico del estado del arte, se puede mencionar que el antecedente referente al monitoreo de variables en la reproducción de la plantas de tipo ornamental aborda aspectos diferentes a los mencionados en este proyecto; la propuesta de valor al presente trabajo de investigación radica en la implementación de un tablero que monitore y regule la reproducción de la planta nochebuena en el invernadero local, adicional se tiene planeado presentar el costo de oportunidad como apoyo al vivero municipal Orizaba, Veracruz.

Capítulo 3. Acercamiento a la floricultura flor nochebuena.

3.1. Antecedentes de la floricultura en flor nochebuena.

El cultivo de nochebuena es una rama de la agricultura más importante de México; el sector de floricultura se emplea para el cultivo de plantas con fines alimenticios o medicinales, así como también, plantas con fines ornamentales para decoración; México cuenta con una gran riqueza florística representativa a nivel mundial, ya que, está catalogada más grande que la de Estados Unidos y Canadá, por esta razón en particular, su región tropical se considera en la categoría de las zonas florísticas más abundantes. La nochebuena se propaga por esquejes suaves que son tomados de la planta madre, debido a que la propagación con semilla, es utilizada para realizar cruzamiento con el objetivo de obtener nuevas variantes; actualmente existe tres reproductores autorizados en México para la comercialización del esqueje: Viveros Plantec, en Puente de Ixtla Morelos, Vivero Internacional en Tepetzotlán Morelos y Floraplant en Cuernavaca, Morelos; los esquejes comprados constituyen se pueden comprar desde el mes de marzo hasta el mes de junio para iniciar de manera oportuna su reproducción.

Desde la antigüedad las plantas ornamentales se han utilizado para la decoración o adorno de su entorno como parques, jardines, glorietas y decoración del hogar; algunas plantas ornamentales han sido utilizadas con fines religiosos, medicinales y para conmemorar tradiciones (Encarta Microsoft Co, 2003).

México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial en superficie cultivada, con alrededor de 300 hectáreas de planta de nochebuena en maceta. A continuación, se presente el mapeo de los principales estados productores de planta nochebuena y el porcentaje de su producción:

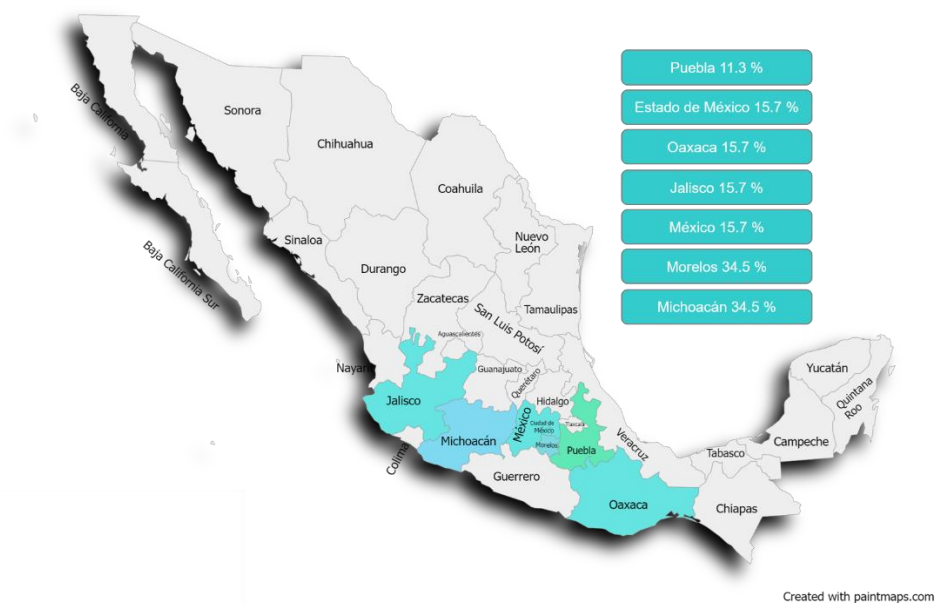


Figura 3.1.1 Principales estados de México reproductores de planta nochebuena. Elaboración propia con información de(SAGARPA, 2020).



Figura 3.1.2 Principales países reproductores de planta nochebuena. Elaboración propia con información de (SAGARPA, 2020).

A continuación, se muestra las ramas de la agricultura hasta llegar a la disciplina

ornamental:

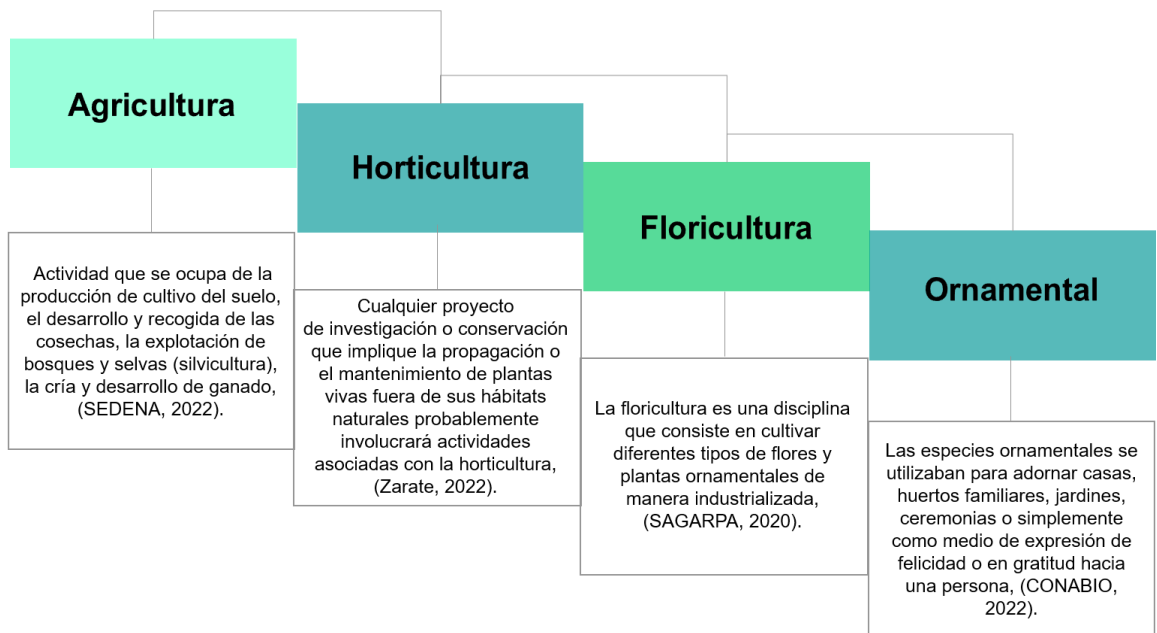


Figura 3.1.3 Ramas de la agricultura. Elaboración propia con información de (SEDENA, 2022) (Zarate, 2022) (SAGARPA, 2020)(CONABIO, 2022).

3.2 Características de la flor nochebuena.

Las características óptimas de la planta son: altura, número de flores, sin plagas ni enfermedades, así como presentar una pigmentación mayor a 50%; al contar con estas características cuando se llega al punto de comercialización se pueden obtener mayores ganancias.

3.3 Ciclo reproductivo de la flor nochebuena.

La reproducción y cultivo de las plantas estilo ornamentales se debe considerar con especial cuidado, debido a que, cuenta con diferentes tipos de propagación. De acuerdo al tipo de especie es necesario identificar la técnica adecuada de reproducción, ya sea por medio de semillas, esquejes o división de raíces. De acuerdo al Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Foresta, (INCAMEX, 2022), la nochebuena se propaga por esquejes¹ suaves tomados de la planta madre, la propagación con semilla, la utilizan los mejoradores para el cruzamiento y obtención de nuevas variedades.

A continuación, se enlistan algunos algunas considerar en la reproducción de la planta nochebuena:

1. Sistema de compra de esquejes enraizados.
2. Desinfección del piso, que se acondicionado con tezontle o forrado con plástico negro.

3. Sombreo 55% al 65%.
4. Aclimatación de esquejes dentro de invernaderos, mínimo 3 días.
5. Se prevé la preparación de sustrato y llenado de macetas (al término de la labor se riegan).
6. Se inicia labor de trasplante.
7. Poda suave 1cm (8 a 10 días posteriores al trasplante).
8. Temperatura mínima 16°C Temperatura máxima 30°C. (ICAMEX, 2022)



Figura 3.3.1 Ciclo reproductor de la planta nochebuena. Elaboración propia con información de (ICAMEX, 2022).

3.5 Técnicas asociadas a la reproducción.

La agricultura se distingue del crecimiento de los vegetales en la naturaleza en el uso, por parte del hombre, de un conjunto de técnicas y conocimientos que se aplican sobre el suelo y los cultivos para, por un lado, propiciar el crecimiento y la producción de las plantas y, por otro, acomodarlo a una dimensión humana. El tratamiento del suelo, la disposición de las plantas, el apoyo al crecimiento, el riego y las rotaciones de cultivos se encuentran entre el conjunto de acciones humanas que nos convierte en hortelanos.

3.5.1 Sistemas de riego.

El sistema de riego en un cultivo es necesario ya que permite que, al estar la tierra mojada la cosecha absorba los nutrientes de la misma, es necesaria contar con un control en el riego debido a que un exceso de agua puede matar las plantas. Existen sistemas de riego automático, semiautomático y el método tradicional como son la regadera y la manguera. Sin embargo, estos últimos producen un goteo grande que arrastra el fertilizante y las semillas.

El sistema de riego automático, está desarrollado para aplicarse en invernaderos y se podría aplicar en cualquier tipo de cultivo, los costos de automatización, son realmente accesibles, utilizando una plataforma arduino. (Adolfo A. Guijarro, 2018).

El agua es un recurso vital en la vida de las plantas, ya que, representa el 90% de su composición; el agua fluye por toda la planta de manera continua para mantener sus procesos vitales funcionando. La mayor parte del agua absorbida por las raíces es transportada por la parte aérea y evaporada por la superficie de las hojas aproximadamente un 97% (Cortés, 2013). En este sentido, los floricultores toman a consideración las siguientes recomendaciones: La falta de agua en la planta nochebuena provoca retardo en la fotosíntesis y en el crecimiento de las plantas, dando como resultado hojas pequeñas y entrenudos cortos, la caída de hojas es otro de los problemas y en algunas ocasiones se produce quemadura de la raíz y hojas. Por otra parte, el exceso de agua tiene repercusiones en los nuevos brotes, ya que, estos se alargan demasiado y tienen un crecimiento débil debido al alto contenido de agua. En general las plantas serán más altas lo que impide la respiración de la raíz. Por lo tanto, se debe considerar que una planta de aproximadamente 20 centímetros requiere de 400 a 500 ml de agua por cada riego.

3.5.2 Control de plagas y enfermedades.

Las plagas y enfermedades se refieren a plantas, animales, insectos, microbios u otros organismos no deseados, ya que, estos pueden destruir cultivos (NPIC 2016). Para combatir una enfermedad o plaga se deben llevar a cabo tres pasos. El primero Identificar, qué tipo de plaga o enfermedad tiene el cultivo. Segundo es aprender sobre la plaga. Y el tercero aplicar una medida de control o exterminación total, aplicando los conocimientos antes adquiridos.

3.5.3 Abono, composta o fertilizantes.

Los abonos orgánicos aportan materia orgánica, nutrientes y microorganismos, lo cual favorece la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas (Eghball, 2004). Sin embargo, su

capacidad como fuente de nutrientes es baja, respecto a los fertilizantes.

3.5.4 Asociación y rotación de cultivos.

La asociación de cultivos promueve una mayor diversidad biológica, disminuye el riesgo de pérdida total de la planta y mejora el uso de los recursos naturales, de igual manera, proporciona protección contra daños de plagas y enfermedades. (Erica Araujo 2014). Por medio de esta técnica es posible que cada especie de cultivo lleve una línea permitiendo efectos estimulantes para el crecimiento y floración de las plantas.

3.5.5 Fertilización y nutrientes.

Algunos nutrientes necesarios para producir plantas sanas son: calcio, magnesio, molibdeno, fierro, magnesio y zinc; estos son aplicados en el sustrato la porosidad adecuada debe estar entre 50% a 70% total (AGROFOR, 2020); la tercera parte debe estar constituido por macro poros que permitan drenar después del riego. Por otra parte, el pH óptimo para tener un buen desarrollo de las plantas en un sustrato con tierra es de 6.3 a 6.8 para un sustrato libre de tierra el pH óptimo es de 5.5 a 6.5, al tener valores menores de pH se reducen nutrientes, fertilizantes y pesticidas. Con el monitoreo adecuado de las variables climatológicas que inciden en la reproducción de la planta nochebuena, es posible reducir los altos niveles de nitrógeno, potasio, fósforo, calcio y magnesio y un suplemento adicional de molibdeno y una dosis media de microelementos. La aplicación de fertilizantes y nutrientes va de la mano, dado que, cuando se realiza una fertilización intermitente la planta necesitará el doble de nutrientes.

Fertilizantes de apoyo en la reproducción de la planta nochebuena:

- En la mezcla, para suministrar fósforo, se puede incorporar súper fosfato de calcio simple (1 a 3 Kg/m³), que además aporta 26% de óxido de calcio.
- Súper fosfato de Calcio Triple (0.5 a 1kg/m³), que además aporta 20% de óxido de calcio.
- Fosfato monoamónico (0.5 a 1 kg/m³), que además aporta 15% de Nitrógeno.
- Fosfato di amónico (0.5 a 1 kg/m³), que además aporta 18% de Nitrógeno.
- Para suministro de Calcio, se puede incorporar Súper simple o triple de Calcio, Cal agrícola (32% de óxido de calcio) o Arcilla dolomita (22% de óxido de calcio y 10% de magnesio) (ICAMEX, 2022).

Nutrientes de apoyo en la reproducción de flor nochebuena:

- 200 a 300 ppm de Nitrógeno (N).
- 50 a 100 ppm de Fósforo (P).
- 200 a 300 ppm de Potasio (K).

- 80 a 120 ppm de Calcio (Ca).
- 40 a 60 ppm de Magnesio (Mg).
- 0.10 a 0.20 ppm de Molibdeno (Mo). (ICAMEX, 2022).

Capítulo 4. Resultados conclusiones y recomendaciones.

En este capítulo se describe el perfil del vivero que fue motivo de estudio para el presente proyecto de investigación, de igual manera, se describen las variables que inciden en la reproducción de la planta nochebuena y el instrumento que se realizó para definirlas con apoyo de información primaria y secundaria; otra parte importante que se menciona es la estructura del proyecto y su división en dos niveles de interacción (*Front-end* y *Back-end*), el *Back-end* comprende el desarrollo de la lógica de funcionamiento del sistema monitoreo y el *Front-end* el despliegue de la información en un HMI (*Interfaz Hombre Máquina*) y la habilitación de IoT.

4.1 Perfil del vivero municipal.

El vivero municipal cuenta con personal capacitado para el cuidado y reproducción de plantas ornamentales (follaje y árboles), también, cuenta con un área de triturado para el aprovechamiento de la madera, convirtiéndola en aserrín utilizado para el embellecimiento y reforestación de las áreas y espacios públicos en la ciudad.

La ciudad de Orizaba, Veracruz., se está dividida en 4 zonas (norte, centro, sur y río) en las cuales, se realizan las actividades de mantenimiento, la zona norte cuenta con un total de 37 áreas, la zona centro con 27 áreas, la zona sur con 66 áreas y la zona río con 13, dando un total de 143 áreas verdes, otras áreas que se consideran dentro de la labor son el Poliforum Mier y Pesado, el Coliseo, la Concordia, los 500 Escalones y el Cerro del Borrego. Las actividades del vivero municipal se realizan por cuadrilla; una cuadrilla tiene a su cargo el sembrado de plantas, la limpieza de hojas y el riego, así como, la poda y desorillado de setos, arbustos y pasto. Por otra parte, dos cuadrillas realizan el mantenimiento de las áreas verdes, camellones, plazoletas, parques, banquetas y orillas de guarniciones. En estas actividades está considerada la colocación de nochebuena en fechas decembrinas.

La ubicación del vivero municipal se encuentra en el siguiente enlace:
<https://www.google.com.mx/maps/@18.8508187,97.1141353,3a,75y,180.62h,87.31t/data=!3m6!1e1!3m4!1sioMVD20UeAef9L2KvSDkRw!2e0!7i13312!8i6656>

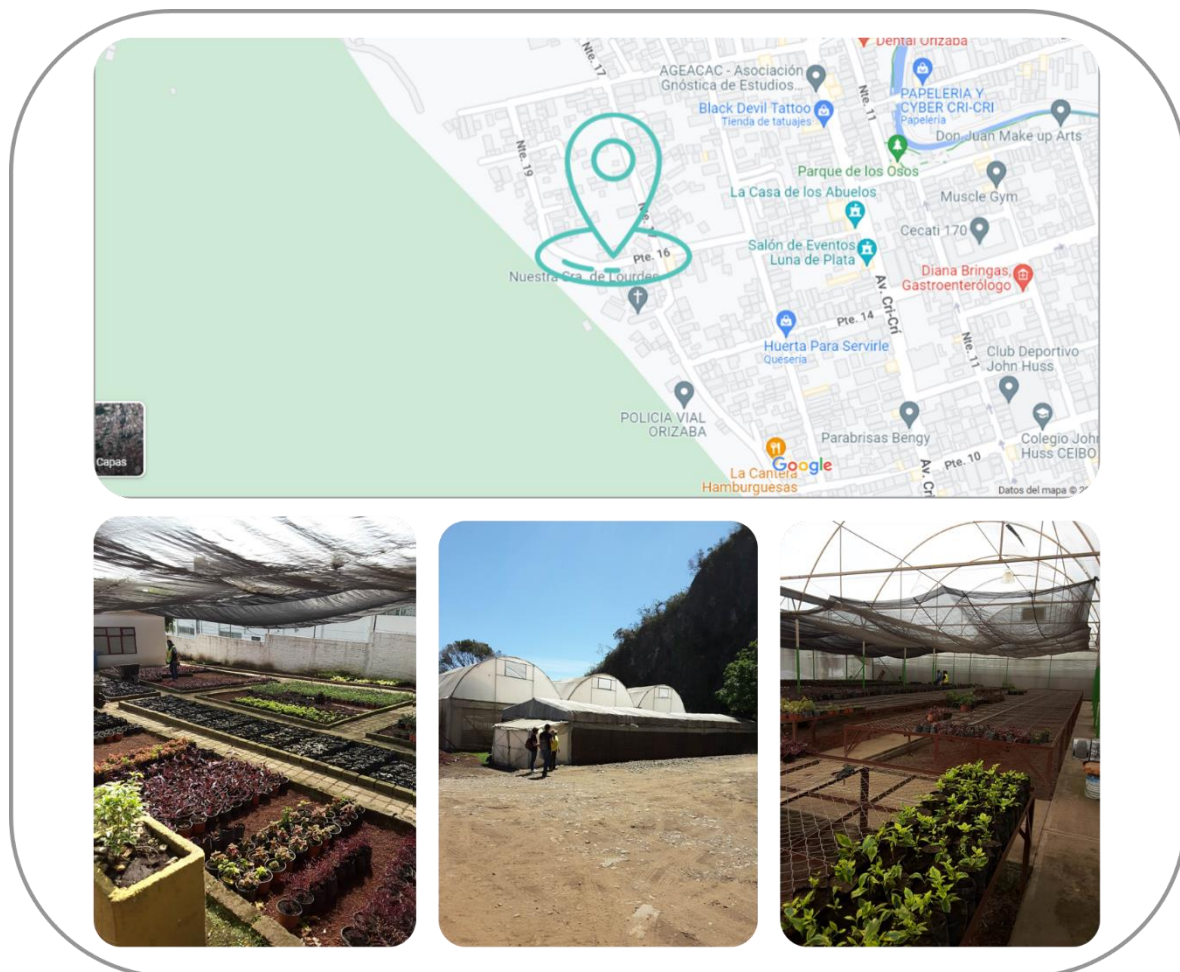


Figura 4.1.1 Vivero Municipal. Fotografía propia.

4.1.1 Reproducción de organismos vegetales.

Para llevar a cabo la reproducción primero es necesario preparar el sustrato donde se van a plantar los organismos, para ello el personal del vivero se encarga de:

1. Harnear tierra: Con el fin de que esta tenga una buena aireación, un buen drenaje, una buena retención de agua, se realiza esta actividad. Al mismo tiempo, se agregan fertilizantes para darle las mejores condiciones posibles a la tierra y las raíces crezcan adecuadamente.
2. Llenado de bolsa-maceta: Con la tierra preparada son llenados los recipientes donde se sembrarán las plantas y estas son acomodadas en las camas donde permanecerán el tiempo que requiera para crecer y estar listas para embellecer la ciudad.
3. Reproducción: los métodos que se utilizan en el vivero para la reproducción son:
 - a. Esquejes: técnica de reproducción asexual en donde se cortan fragmentos vivos de los tallos tiernos de la planta progenitora los cuales después son enterrados en la tierra y se

riega diariamente hasta que estos saquen raíces, en este proceso se pueden utilizar productos enraizadores para estimular el desarrollo de raíces y se produzca una planta nueva la cual es un clon de la planta madre, mediante este método se obtienen plantas desarrolladas en menor tiempo.

- b. Por hijuelos: método para generar brotes en la base del tronco o en algunos casos en el escapo floral como es el caso en los agaves, se efectúa separando los brotes o hijuelos de la planta madre y se siembran en una maceta aparte para que se desarrolle como una nueva planta, siendo igual que el caso anterior una planta con características genéticamente idénticas a la planta de la cual se separó.
- c. Sembrado de semilla: es un método que requiere de mucha atención y es más tardado, se coloca el sustrato en los semilleros en donde después son colocadas las semillas, se realiza un riego diario hasta que la semilla germina y cuando tiene un tamaño adecuado para su trasplante se retiran del semillero y son puestos en macetas para que continúe su desarrollo, este método es de origen sexual ya que la semilla trae consigo genes de la planta progenitora.

4.1.2 Fumigación.

Como parte del mantenimiento de las áreas municipales también se lleva a cabo trabajos de fumigación para controlar plagas en las plantas pudiendo ser ocasionadas por insectos, hongos, arácnidos, nematodos entre otros; el personal cuenta con equipo especial para ello (overol, máscara, bombas de aspersión, guantes, etc.) acudiendo al lugar donde exista algún reporte de plaga, aplicando herbicidas o fungicidas. Una vez que se realice la aplicación de algún producto se tiene que verificar si se ha controlado la plaga o la enfermedad, si no fuera así se continúa con más aplicaciones.

4.1.3 Aprovechamiento de residuos orgánicos.

A consecuencia del mantenimiento de los organismos vegetales que existe en la ciudad se generan residuos orgánicos (ramas, troncos, hojarasca, etc.) los cuales son llevados al vivero municipal para triturarlos y colocarlos en los setos de los parques de la ciudad, dando un aspecto atractivo y contribuyendo a la conservación del suelo, ya que posteriormente se convierten en composta.

4.1.4 Riego.

Para asegurar que el pasto, árboles y plantas se conserven en buenas condiciones es de gran importancia el regado de las mismas, por esa razón se cuenta con una pipa para realizar el riego, diariamente se realizan recorridos en donde dos empleados van de un

punto a otro llevando a cabo esta actividad, de igual manera las cuadrillas a cargo de los supervisores cuentan con regaderas para realizar el riego en lugares donde no logra entrar la pipa.

Cabe señalar que, el Departamento de Ecología Parques y Jardines tiene un amplio interés en la vinculación de proyectos dentro de la ciudad, para la implementación de técnicas de mejora en el aprovechamiento de los recursos naturales y así evitar un impacto negativo en el medio ambiente.

4.2 Determinación de variables.

Para obtener las variables climatológicas que inciden en el crecimiento de la planta nochebuena se realizó, una compilación de información de antecedentes de información, teniendo un alcance preciso acerca de los hallazgos en relación a la orientación del presente proyecto de investigación; del mismo modo se realizó entrevista para obtener información objetiva de expertos con el acercamiento a este tipo de cultivo.

4.2.1 Entrevista a Expertos.

Preparatorio

Nombre de la entrevista: “Acercamiento a la reproducción de la planta nochebuena”.

Asunto: Variables.

Tema: Identificar las principales variables que inciden en la reproducción de la planta nochebuena.

Introducción:

La planta nochebuena es de origen mexicano, sin embargo, es representativa a nivel mundial, los horticultores dedicados a esta actividad dedican cuidados necesarios para no solo reproducirla, también, producen nuevas variantes por medio de la semilla. Sin embargo, se debe conocer los problemas que se presenta en el proceso de la reproducción; por tal motivo, la entrevista permitirá tener un acercamiento a este tipo de cultivo de la mano de expertos que día a día se dedican a esta labor.

Apertura

La estructura de la entrevista es de tipo dirigida y estandarizada respecto a las preguntas, debido a que, las preguntas fueron previamente elaboradas permitiendo al entrevistado responder de una forma libre, sin embargo, algunas preguntas proporcionarán respuestas esperadas, sin perder el orden lógico.

El siguiente cuestionario cuenta con 15 preguntas, las cuales son de ayuda para obtener información objetiva sobre las variables que inciden en la reproducción de la planta

nochebuena.

Tabla 4.2.1.1 Cuestionario para entrevista. Elaboración propia.

No.	Pregunta.
1	¿Cómo representa a México la planta nochebuena?
2	¿Cuál es el principal interés por realizar la reproducción de la planta nochebuena?
3	¿Cuál es el tiempo de reproducción de este tipo de planta?
4	¿Cuántas variantes hay de la flor nochebuena y cuál es la que mayor se reproduce?
5	¿Cuál es el motivo por el cual se realiza la reproducción por esqueje y no por semilla?
6	¿Cuántos esquejes se pueden obtener de la planta madre?
7	¿Cuáles son las principales variables que influyen en la reproducción de la planta nochebuena?
8	Con base en la respuesta anterior, ¿Qué factores pueden ser susceptibles de evitar o solucionar anticipadamente?
9	¿Qué elementos o recursos naturales son indispensables para la reproducción de la planta?
10	¿Cuál es el beneficio de contar con un sistema de apoyo en la reproducción?
11	¿Después de reproducir y llegar al punto de floración cuanto tiempo se puede mantener una flor nochebuena?
12	¿Qué tipo de nutrientes son necesarios en la reproducción de la planta nochebuena?
13	¿Cuál es la diferencia en costo de adquirir una flor nochebuena a realizar la reproducción desde esqueje?
14	¿La implementación de tecnología puede ser de ayuda para el proceso de reproducción?
15	¿Es recomendable realizar la inversión de equipo tecnológico para el control y monitoreo de este tipo de plantas?

Al finalizar la entrevista se procedió a analizar los resultados obtenidos concentrando la siguiente información:

Tabla 4.1.2.1.2 Recopilación de información entrevista. Elaboración propia

No.	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Observaciones
1	Desde la antigüedad la planta ha representado a México y actualmente este tipo de planta se reproducirá en otros países siendo Estados Unidos el principal.	La planta nochebuena al igual que otro tipo de plantas de ornato, es un icono mexicano del cual debemos estar orgullosos por toda la cultura que viene detrás.	La planta nochebuena desde hace años y hasta ahora es representativa en México, por tres razones: la primera es culturalmente es representativa, la segunda, es que tiene diversos usos medicinales y la tercera es que la venta y comercialización de la planta representa economía en el país además de aportaciones de empleos.	La planta nochebuena es un icono de México por la cultura, usos medicinales, y aportación de empleos y economía en el país, además, de tener reconocimiento a nivel mundial.
2	Principalmente porque es mexicana, en otros países al igual que en México existen diversas variantes, sin embargo, considero que la flor ropa de estrella es porque los horticultores dedican su tiempo y dedicación.	Existe otro tipo de plantas, me imagino que, de igual importancia, pero la planta nochebuena también es representativa de las fechas de diciembre y es algo que va a quedar marco como en noviembre la flor de cempasúchil.	Para las personas que nos dedicamos a esto es un orgullo preservar en nuestros días este tipo de planta, se han perdido muchas tradiciones por las nuevas generaciones, es importante preservar.	La reproducción de la planta nochebuena es importante, porque es reconocida en fechas decembrinas y para preservar las tradiciones hasta las nuevas generaciones.
3	Originalmente de una forma muy tradicional se puede tardar de 5 a 6 meses.	El tiempo de reproducción es de 6 meses aproximadamente.	Depende de las condiciones de clima y el proceso que se sigue, pero no debe tardar más de 8 meses.	El tiempo de reproducción de la planta nochebuena en condiciones óptimas, oscila entre 6 y 8 meses.
4	Aproximadamente hay de 15 a 20 variantes, pero la que más se reproduce es la Valeriana.	Existen al menos 15 variantes que se producen en México, la que se reproduce en mayor cantidad es la roja de estrella.	Al menos 15 variantes la que se reproducen con más frecuencia es la roja, amarilla y blanca.	México cuenta con al menos 20 variantes de las cuales, la planta valeriana es la que se produce en mayor cantidad por su tradicional color rojo.
5	Realizar la reproducción es un proceso más largo y costoso, es por eso que la opción de realizarla por esquejes tomados de la planta madre es factible hablando económicamente.	El esqueje es usado para realizar reproducción del mismo tipo de planta, la semilla se usa para crear nuevas variantes.	El costo de reproducción es menor cuando se realiza por esqueje.	La reproducción de la planta nochebuena se realiza por esquejes tomados de la planta madre, ya que, el proceso es corto y representa un ahorro económico para los floricultores.
6	Depende del tamaño de la planta, pero es posible tomar de 2 a 4 esquejes para no dañar el tallo natural de la planta.	Cuando es una planta de tamaño mediano se pueden tomar de 2 a 3 esquejes, cuando son plantas más grandes de 20 cm, se puede llegar a tomar hasta 6 esquejes.	Lo recomendable es que si la planta es pequeña se pueden tomar de 2 a 3 esquejes, cuando la planta es grande de 6 a 8 esquejes.	La recomendación es verificar que la planta madre se encuentre en óptimas condiciones para poder tomar de 2 a 3 esquejes en plantas medianas y de 6 a 8 esquejes en plantas grandes.

No.	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Observaciones
7	El clima es un factor importante dado que la planta no puede estar bajo mucho calor bajo mucho frío; se puede considerar la temperatura, la humedad que provoca hongo en la planta, el riego, también, la aportación de nutrientes es importante.	La planta se reproduce en invernaderos, por tal motivo, el espacio se debe tener en condiciones adecuadas para evitar pérdida de cultivo, las variables que más afectan la reproducción son el clima, la humedad, la radiación solar y la oxigenación de la planta.	Las variables que intervienen en el proceso son las necesarias para que la planta realice la fotosíntesis, sol, agua, temperatura, humedad y oxigenación.	Con base en la opinión del experto se determinó que la temperatura, la humedad, el dióxido de carbono y la luminosidad son las variables que más intervienen en este tipo de cultivo.
8	El mejor manejo y control de las variables evita el uso en exceso de nutrientes y pesticidas, en ocasiones llegan a ser innecesarios y la planta crece más saludable.	En un invernadero lo que se trata de evitar son las plagas y hongos que son los que afectan en mayor cantidad al cultivo, porque se propaga a más plantas.	Al tener en mejores condiciones el crecimiento de la planta se evita el desperdicio de cultivo, lo cual representa una conservación en la economía.	De acuerdo a la opinión de los expertos los invernaderos tratan de evitar que las plantas adquieran plagas o hongos que se propagan y da como resultado la pérdida de cultivo y pérdida económica.
9	Los necesarios son el sol, agua, tierra, viento.	La cantidad de sol, el agua debe ser de buena calidad y no contaminada, la tierra debe estar en condiciones óptimas de humedad y el viento ayuda a que la planta tenga una mejor oxigenación.	Los indispensables para cualquier planta son agua, tierra, aire, sol, dióxido de carbono.	La planta necesita de recursos naturales que son indispensables tales como agua, sol, dióxido de carbono.
10	Los sistemas de apoyo ayudan a tener un mejor control de los cambios en las condiciones de la planta, sin embargo, no sustituyen la mano de obra.	Existen sistemas como el riego, que es de apoyo para tener un mejor control de la humedad y algunos otros como los paneles solares para el calor.	Para los horticultores es un factor de apoyo dado que permite controlar los tiempos de proceso, ya que, la reproducción de algunas plantas llega a ser de 6 meses hasta más de un año.	Los sistemas de apoyo y control apoyan el trabajo de los horticultores para tener un mejor control de los tiempos en el proceso de reproducción, así como la intervención de cambios que la planta requiera con base en las condiciones climatológicas.
11	El mantenimiento de la planta debe ser controlado la cantidad de agua y nutrientes necesarios, por consiguiente, se puede mantenerla hasta un año sin embargo puede llegar a tener otros inconvenientes como enfermedades o insectos invasores.	Es probable que la planta no soporte mucho tiempo los cambios de temperatura, lo recomendable es que en el momento adecuado tomar esquejes para realizar la reproducción.	Puede permanecer hasta un año en maceta con las condiciones adecuadas, necesita las aportaciones de nutrientes y riego precavido para evitar ahogar la planta.	La planta nochebuena puede permanecer viva hasta un año, sin embargo, requiere de un especial cuidado para mantenerla en óptimas condiciones.

No.	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3	Observaciones
12	Al igual que el ser humano las plantas requieren de nutrientes algunos de ellos son: nitrógeno, fósforo, potasio y calcio; estos se combinan junto con los otros factores, sin embargo, es importante mencionar que la planta no requiere estos nutrientes todo el tiempo se debe conocer el momento exacto para hacer su aplicación.	Algunos nutrientes importantes son calcio, calcio de magnesio, fósforo, potasio.	Normalmente se realiza la aplicación durante el riego de manera intermitente los nutrientes que se aplican son calcio, calcio de magnesio, fósforo y potasio.	Las plantas de nochebuena requieren los nutrientes de nitrógeno, calcio, fósforo, potasio; estos son aplicados en cada riego de manera intermitente.
13	Aproximadamente una flor de 15 cm, en el mercado tiene un costo de 25 a 30 pesos, cuando se realiza el enraizamiento es de al menos 8 a 10 pesos.	La venta de la planta en un tamaño mediana está entre 20 a 30 pesos, cuando son plantas más grande puede llegar hasta 120 pesos.	La comercialización de la planta nochebuena es de 20 a 35 pesos en plantas medianas; el costo de reproducción aproximado es de 10 pesos.	La adquisición de una planta nochebuena es de entre 20 a 35 pesos de acuerdo al tamaño en las más grandes puede llegar a ser de hasta 120 pesos; la comparativa de costo de reproducción desde el esqueje es de 8 a 10 pesos.
14	Siempre la tecnología mantiene un paso adelante los procesos productivos, por supuesto que es de apoyo siempre que se ocupan en términos adecuados.	Si, siempre que se utiliza para este tipo de proceso es de ayuda para los encargados de las plantas, sin embargo, la tecnología nunca va a sustituir el intelecto humano.	La tecnología es de ayuda para mejorar las técnicas en la reproducción.	El apoyo tecnológico en el tipo de cultivo ornamental aporta beneficios como: el control del proceso, mejorar técnicas de cultivo y optimizar tiempos de mano de obra.
15	En ocasiones los invernaderos realizan el cultivo de forma muy tradicional, ya que no cuentan con el recurso económico para la inversión.	Si es importante considerar una inversión de esta magnitud, existen programas de apoyo por parte del gobierno que incitan a mejorar este tipo de cultivo.	Los grandes invernaderos cuentan con este tipo de tecnologías, sin embargo, para los pequeños horticultores alcanzar esto representa una gran inversión por la que no siempre se puede optar.	Para los horticultores a menor escala, realizar la inversión de equipo tecnológico es un gran reto, dado que representa un desembolso económico del que no fácilmente se puede disponer.



Figura 4.2.1 Entrevista a expertos. Fotografía propia.

4.3 Variables que inciden en el crecimiento de la flor nochebuena.

Teniendo en cuenta las variables climáticas interiores y exteriores, se puede apoyar la reproducción de la planta gracias a la monitorización del cultivo a través de sensores y equipos de control climático. En los estudios de Flora de Veracruz iniciados en 1967, se plantean los diversos parámetros climáticos que se registran en las estaciones meteorológicas, ello permitiría tener un conocimiento más detallado de las condiciones climáticas adecuadas para el cultivo y reproducción de plantas ornamentales (Veracruzana, 2001.). El cultivo de flores de nochebuena puede ser un desafío, considerando que son sensibles al ambiente, a enfermedades, a insectos y al riego (Buechel, 2022)., por tal motivo, la reproducción de este tipo de planta requiere de ciertos cuidados que permiten a la flor alcanzar su grado de crecimiento secundario; este tipo de planta es mexicana, por tal motivo, no le es difícil adaptarse a las condiciones climatológicas de México, sin embargo, requiere un cuidado variado dado que no soporta los extremos del clima. El monitoreo y control de algunas variables que inciden en el crecimiento de la flor nochebuena son: la temperatura, el dióxido de carbono, la humedad relativa y la intensidad luminosa; el buen manejo de estas variables, dará como resultado plantas sanas y con una vida duradera, incluso disminuir el uso de pesticidas y fertilizantes.

4.3.1 Temperatura.

Un factor que influye en la floración de la planta nochebuena es la temperatura, dado que, al momento de la iniciación floral, la temperatura adecuada en el día debe estar entre 16°C

y 30°C; durante la noche deberá bajar entre 20 y 21.1°C (Cantin, 2016) , y después de la floración la temperatura adecuada debe estar entre 18 °C; un clima controlado permitirá que la planta esté en óptimas condiciones para no perder su pigmentación. De igual modo, con el control de temperatura se evitará la propagación de microorganismos patógenos o fitopatógenos los principales invasores y causante de enfermedades en el interior de la flor son los hongos fusarium y trichoderma (De Jesús, 2017).

4.3.2 Dióxido de carbono.

El dióxido de carbono es necesario para que las plantas produzcan la fotosíntesis; la buena asimilación del CO² se relaciona con el aumento de radiación solar para que la planta se encuentre en condiciones óptimas evitando pérdidas de producción. La planta nochebuena es representativa por sus tonalidades y la forma característica de sus hojas; en la etapa de floración la planta necesita una concentración adecuada de 600-700µmol/mol.

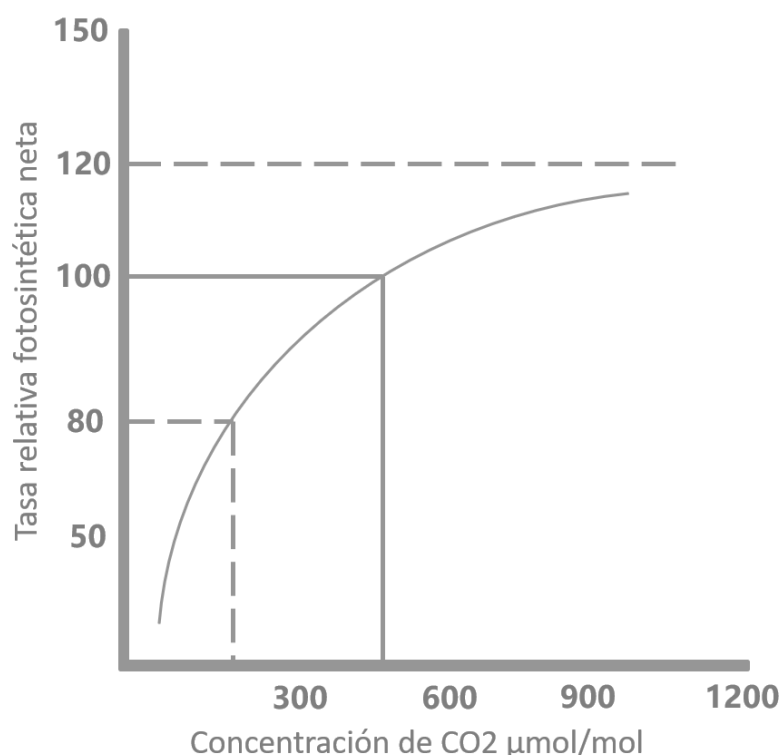


Figura 4.3.2.1 Rangos ideales de CO₂ en un invernadero. Elaboración propia.

4.3.3 Humedad relativa.

La temperatura y la humedad relativa son dos importantes variables que son complicadas

de controlar debido a que dependen una de la otra. La alta temperatura y la alta humedad durante los meses de verano, causa efectos negativos en la producción de cultivos en regiones tropicales. Por lo tanto, en dichas regiones, la reducción o la regulación de la temperatura durante el verano son necesarias para una producción de cultivos exitosa (Flores, 2017.), se debe agregar que, el estrés de humedad reduce la altura de planta hasta en 50%, pero además disminuye el diámetro de las inflorescencias, lo que tiene un efecto negativo en la etapa de floración (Pérez, López, 2005). Debido a que los esquejes no tienen raíces, las condiciones de humedad relativa y disponibilidad de agua en el ambiente deben ser elevadas, de lo contrario, el esqueje comenzará a producir enraizamientos débiles.

4.3.4 Intensidad luminosa.

Una de las magnitudes fotométricas más significativas es la intensidad luminosa por ser considerada, una de las siete unidades básicas del Sistema Internacional de Unidades (SI), y que en términos simples es la brillantez percibida de una fuente luminosa. El Centro Nacional Meteorológico cuenta con el Patrón Nacional de Intensidad luminosa y otros sistemas de medición y calibración para dar confiabilidad a las mediciones que se realizan en diversos ámbitos como la salud e higiene laboral, la eficiencia energética, entre otros (CENAM, 2018), tal como, en la reproducción plantas ornamentales.

4.4 Programación del tablero de control.

Con base en la información compilada de las fuentes de información primarias y secundarias, se realiza el diseño del tablero de control dividido en dos niveles de interacción (*front-end* y *back-end*), el *Back-end* comprende el desarrollo de la lógica de funcionamiento del sistema monitoreo y el *front-end* el despliegue de la información en un HMI (*Interfaz Hombre Máquina*) y la habilitación del IOT (*Internet of things*).

4.4.1 Front-end.

El *front-end* es una interfaz de usuario, que permite la interacción con el sistema; se encarga de la parte visual de la haciendo que el diseño sea evidente y atractivo.

4.4.1.1 Creación del código en Logo Soft Comfort V8.

Primero se realizó un listado de las entradas y salidas de acuerdo a las necesidades del proyecto. Este se declaró en el programa en el apartado de “Nombres de E/S” para así poder llevar un debido orden de los sensores y actuadores como se puede apreciar en la Figura 1.

Nombres de E/S			
Nombres de E/S			
Bornes de entrada:	Nombre	Bornes de salida:	Nombre
I1		Q1	EXTRACTOR
I2		Q2	ASPERSORES
I3	PARO DE EMERGENCIA	Q3	PERSIANA ABRIR
I4		Q4	PERSIANA CERRAR
I5	F.C.A.	Q5	
I6	F.C.C.	Q6	

Figura 4.4.1.1.1 Nombres de E/S. Elaboración propia.

Debido a que se usarán 4 entradas analógicas se habilitó la opción de “4 AI” como se puede apreciar en la figura 2, posteriormente se colocaron entradas analógicas, así como entradas digitales. Para las 4 entradas analógicas se declaran conmutadores analógicos y bloques de operaciones aritméticas para acondicionar los valores. Las dos entradas digitales se colocan en bloques de relé auto enclavador. Por último, las entradas virtuales se activan mediante relé de impulso como se puede apreciar en la figura 2.

Ajuste AI integr.

Si se admiten 4 AI en LOGO!, ¿desea habilitar 2 AI o 4 AI?
Para garantizar la compatibilidad con dispositivos anteriores= habilite 2 AI.

☐ Habilitar 0 AI
No hay AI disponibles para su programa de circuito.

☐ Habilitar 2 AI
Solo pueden utilizarse AI1 y AI2, correspondientes a los bornes de entrada I7 e I8= en el programa de circuito.

☒ Habilitar 4 AI
AI1 y AI2, correspondientes a los bornes de entrada I7 e I8, están disponibles para su uso en su programa de circuito.
Además, AI3 y AI4, correspondientes a los bornes de entrada I1 e I2, están disponibles para su uso.

Figura 4.4.1.2 Habilitar 4 AI. Elaboración propia.

Para la observación de todas nuestras señales digitales se colocaron salidas virtuales para habilitar la conexión con las interfaces. Al término se añadieron marcas analógicas para poder hacer de igual manera la vinculación con los demás equipos conectados en red como se puede apreciar en la Figura 3.

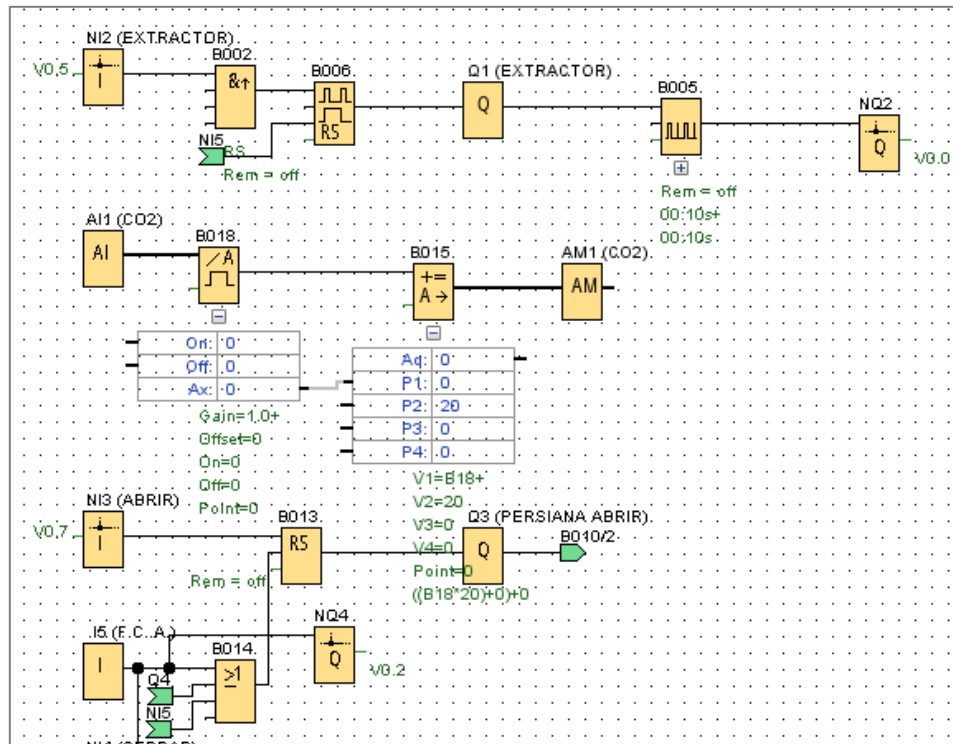


Figura 4.4.1.1.3 Diagrama de bloques. Elaboración propia.

Posteriormente se revisó que los sensores registren valores coherentes, para después colocarlos en el bloque de texto de aviso junto con los bloques de instrucción aritmética ya que ahí se encuentran los valores de magnitud medida de las variables de proceso. Por último, solo haremos la conexión con el PLC y subiremos el programa para verificar que todo esté funcionando de manera correcta como se presenta en la Figura 4.

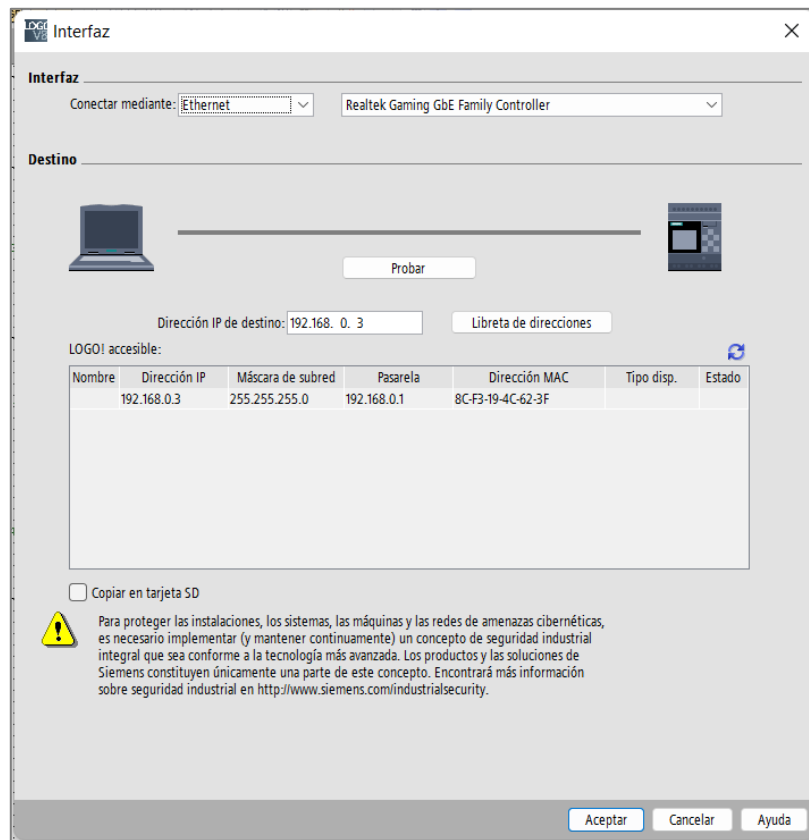


Figura 4.4.1.1.4 Conexión para subir el programa. Elaboración propia.

4.4.2 Back-end.

El *back-end* es la parte del desarrollo web que se encarga de toda la lógica del tablero. Es un conjunto de acciones que pasa por una web que no se ve como, por ejemplo, la comunicación al servidor.

4.4.2.1 Creación de la HMI en TIA Portal.

Primero se estableció una lista de variables, donde se encuentran las variables que se quieren mostrar en la HMI y se establece; nombre, dirección, tipo de dato y ciclo de adquisición a 100ms para poder tener una lectura rápida como se aprecia en la Tabla 2.

Nombre	Nombre del PLC	Variable PLC	Dirección	Modo de acceso	Ciclo de adquisi..
ASPERORES		<No definido>	V 0.1	<Acceso absoluto>	100 ms
B_ABRIR		<No definido>	V 0.7	<Acceso absoluto>	100 ms
B_ASPERORES		<No definido>	V 0.6	<Acceso absoluto>	100 ms
B_CERRAR		<No definido>	V 9.0	<Acceso absoluto>	100 ms
B_EXTRACTOR		<No definido>	V 0.5	<Acceso absoluto>	100 ms
CO2		<No definido>	VW 1	<Acceso absoluto>	100 ms
EXTRACTOR		<No definido>	V 0.0	<Acceso absoluto>	100 ms
FCA		<No definido>	V 0.2	<Acceso absoluto>	100 ms
FCC		<No definido>	V 0.3	<Acceso absoluto>	100 ms
HUMEDAD		<No definido>	VW 3	<Acceso absoluto>	100 ms
LUMINOSIDAD		<No definido>	VW 7	<Acceso absoluto>	100 ms
NFC		<No definido>	V 0.4	<Acceso absoluto>	100 ms
Paro		<No definido>	V 9.1	<Acceso absoluto>	100 ms
TEMPERATURA		<No definido>	VW 5	<Acceso absoluto>	100 ms

Figura 4.4.2.1.1 Variables HMI. Elaboración propia.

Después se configuran las imágenes necesarias para la interfaz de la HMI. Se colocan los elementos que se han considerado de interés para tener una comprensión rápida y que sea fácil de usar para el operador en cuestión. En este caso se ocuparon 3 imágenes para tener un menú, monitoreo de variables y actuadores. Dentro de ellas se utilizaron barras, botones, campos de texto y visores gráficos como se observa en la Figura 5.

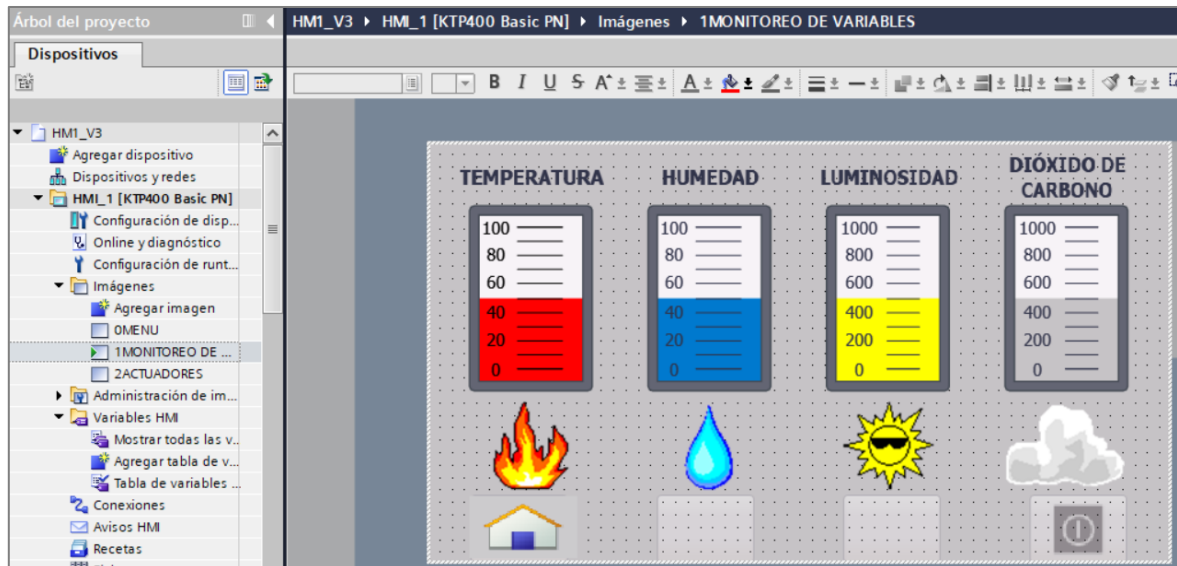


Figura 4.4.2.1.2 Imágenes e interfaz HMI. Elaboración propia.

Una vez ubicados los elementos en su lugar, se establecen las direcciones respectivas de cada uno. Para poder hacer que estas realicen las tareas designadas. También se crearon eventos o animaciones como se puede observar en la figura 6. Cuando todos los elementos tienen dirección, evento y animación se procede a la conexión del PLC con la HMI.

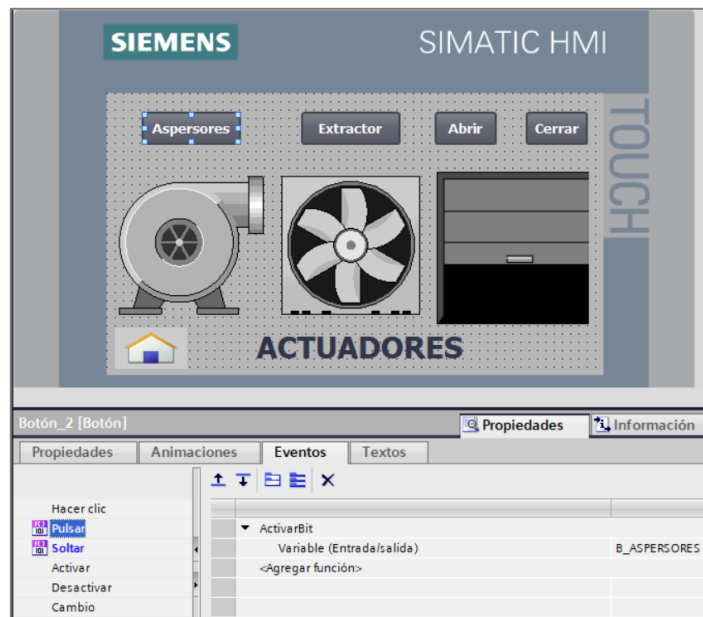


Figura 4.4.2.1.3 Eventos y animaciones. Elaboración propia.

4.5 Desarrollo de la implementación en Red por medio de AWS y LWE del sistema de monitoreo y control.

Para esta etapa, se hizo necesario crear un nuevo proyecto en el programa Logo Web Editor como se observa en la figura 7, en el cual se van a agregar los elementos pasivos y activos que van a mostrarse en la interfaz. Seguido de esto es necesario asignar un nombre a cada elemento y agregar el nombre de la etiqueta con la que se encuentra identificado dicho elemento, proveniente de la lista de etiquetas asignada desde el programa en el PLC Logo.

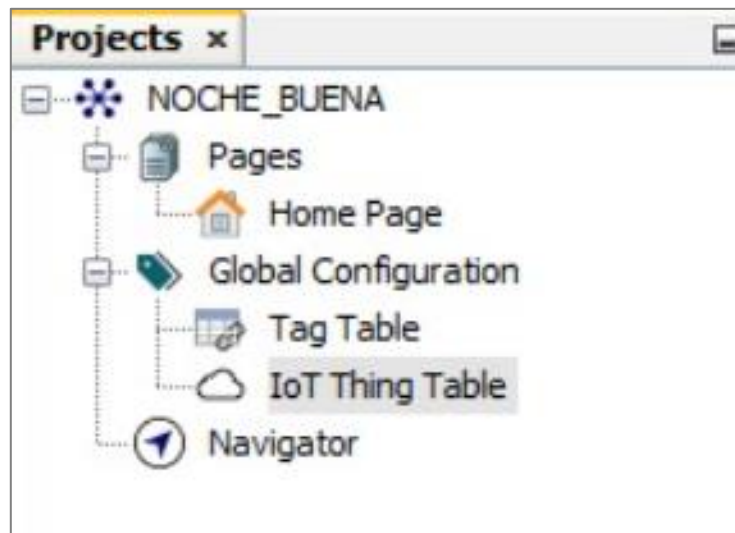


Figura 4.5.1 Creación de proyecto. Elaboración propia.

Una vez que se asignan los nombres y etiquetas a los elementos, se verifica que estén bien referenciados, para evitar problemas a la hora de ejecutar el programa. Así mismo una vez realizado el paso anterior, es necesario agregar en el apartado de *IOT Think Table* (Tabla de Elementos de IOT) el objeto desde el cual se va a estar vinculando la conexión entre PLC – PC – Nube como se observa en la Tabla 3. En este caso el nombre del objeto tiene que coincidir con el objeto declarado tanto en el Software de programación del PLC (Logo Soft Confort), como en la tabla de objetos declarados en la Cuenta de Amazon Web Services (AWS) “Servicio Web de Amazon”.

Index	IoT Thing Name	Description
0	NOCHE	
1	INVERNADERO	

Figura 4.5.2 Elementos de IoT. Elaboración propia.

Cuando se cumple con todos los pasos anteriormente señalados, se requiere subir el programa a la Nube, solo presionando el botón *Deploy to AWS* (Implementar en AWS) como se muestra en la figura 8, y se iniciará a subir la interfaz al servidor web. En este punto se solicitará ingresar los datos de la cuenta Amazon, como son el ID de Usuario y la Clave secreta de acceso las cuales se generan al crear un nuevo entorno en AWS.



Figura 4.5.3 Subir la interfaz al servidor web. Elaboración propia.

Posterior a esto se deben esperar unos cuantos minutos hasta que genere un Link el cual permitirá entrar a la interfaz ya ubicada en la nube que se visualiza como en la figura 9, desde la cual se podrá monitorear y controlar el sistema en cuestión.

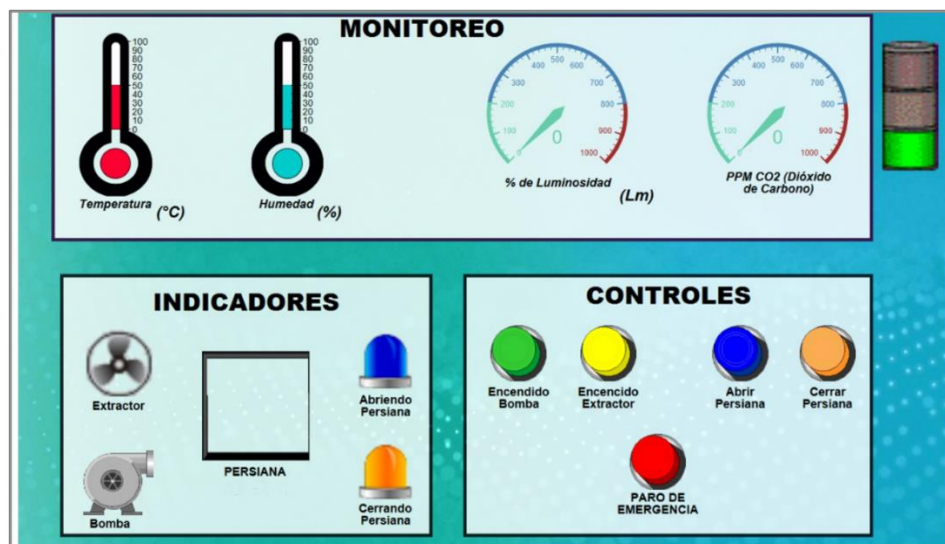


Figura 4.5.4 Interfaz en LWE. Elaboración propia.

4.6. Retroalimentación del diseño de tablero de control.

Se desarrolló un sistema de apoyo a la reproducción de flor nochebuena, mediante la utilización de herramientas de monitoreo y control de variables climatológicas (temperatura, humedad, dióxido de Carbono y luminosidad), brindando información oportuna a horticultores del vivero municipal de Orizaba. El monitoreo de las variables climatológicas se encuentra en la HMI y el LOGO Web Editor que se encuentran habilitados a la red, lo cual nos permite visualizar desde cualquier punto en el que tengamos acceso a internet. En ambos casos podremos apreciar en tiempo real la temperatura, humedad, luminosidad y niveles de dióxido de carbono del invernadero como se puede ver en la figura 10.

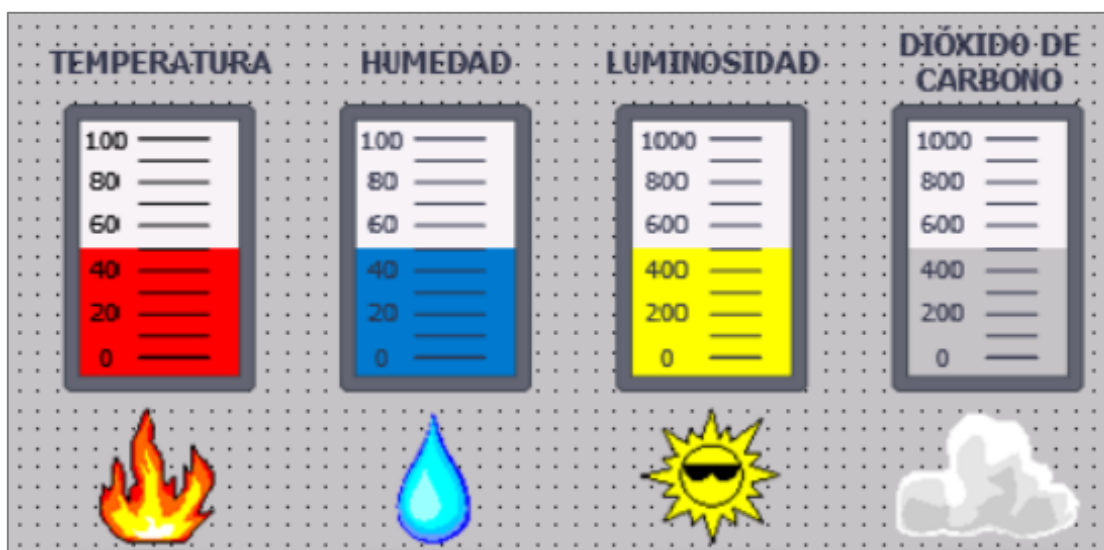


Figura 4.6.1 Monitoreo de variables climatológicas. Elaboración propia.

Se realizó un acondicionamiento de señal para poder apreciar el valor suministrado por los sensores. Tanto en la HMI como en LOGO Web editor se tiene una sección para el accionamiento de los actuadores. Estos funcionan de manera simultánea y se ve representado en tiempo real la situación en la que se encuentran los actuadores (ON/OFF) como se observa en la figura 11, se puede manipular desde la HMI o el *LOGO Web Editor* el accionamiento de los mismos y se podrá visualizar cuando esté encendido y apagado.



Figura 4.6.2 Control de actuadores. Elaboración propia.

La visualización y control se realizan de manera dual, esto significa que desde cualquiera de los 2 puntos la acción de activar/desactivar algún actuador se verá reflejado en la animación de dicho elemento y como el funcionamiento de los botones virtuales es por

flanco de subida se podrá activar y/o desactivar de cualquiera de los 2 puntos. La visualización de la situación de los actuadores se podrá ver tanto en la HMI como en el LOGO Web Editor, con una animación la cual es la misma en ambas herramientas visuales. Se colocaron animaciones para ver la situación de los extractores, bombas de agua y la persiana.

Para los extractores se logró la apariencia de estar girando cuando se encuentran activados y parado cuando están apagados. Para la bomba cuando se encuentra prendida se ilumina de un color verde y cuando se encuentra apagada de un color gris, y para la persiana se tienen 3 estados los cuales se activan y desactivan con 2 finales de carrera, estos para saber cuándo se encuentra abierta en su totalidad o por lo contrario cerrada en su totalidad y como tercer estado es un punto medio el cual nosotros tomamos cuando ninguno de los finales de carrera se encuentra con una señal de valor “true” como se observa en la figura 12.



Figura 4.6.3 Visualización de animación. Elaboración propia.

Con base en la información reunida, se realizó la selección y colocación de sensores en el invernadero:

El *resistance temperature detector* es un sensor de temperatura que detecta la variación de la resistencia en un conductor con la temperatura; al calentarse se genera una mayor agitación térmica, que es dispersada en los electrones y reduciendo su velocidad media, aumentando la resistencia. Dicho de otro modo, cuando se genera mayor temperatura, se produce mayor agitación aumentando la resistencia. Para utilizarlo en áreas con mayor sensibilidad a bajo costos como es el caso del invernadero de estudio, se emplea el material platino.

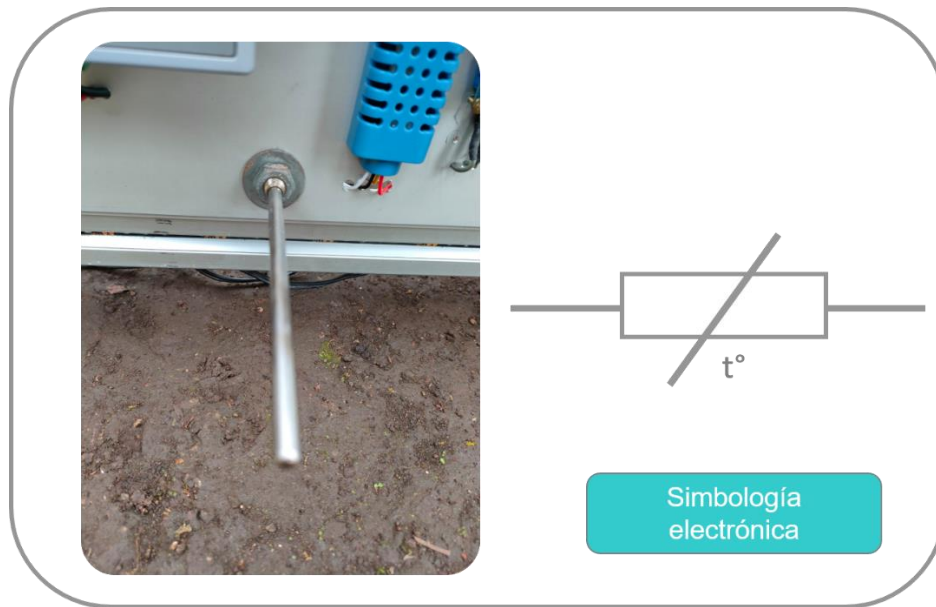


Figura 4.6.4 Colocación de sensor *resistance temperature detector*. Elaboración propia.

El MQ135 Sensor de CO₂ es un analizador de gases que proporciona tiempos de respuesta rápidos para la detección de gases en el aire. Para el caso de estudio del invernadero en la reproducción de la planta nochebuena el sensor apoya en la detección de partículas de gas o vapor de dióxido de carbono en el aire, para controlar la humedad.

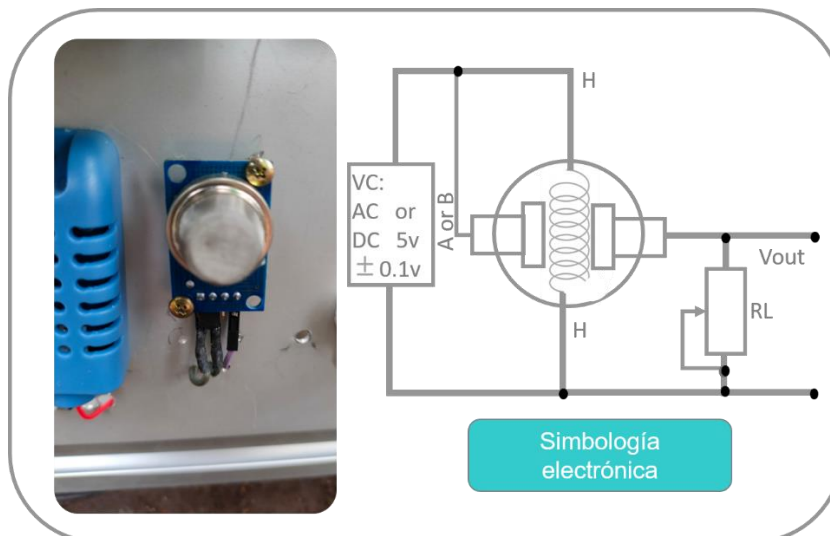


Figura 4.6.5 Colocación de sensor MQ135 Sensor de CO₂.

Un *light dependent resistor* con siglas LDR, es un componente electrónico con una resistencia que se modifica; al presentarse mayor intensidad luminosa la resistencia se disminuye; el cuerpo de la resistencia está formado por una célula fotorreceptora y dos patillas. En la siguiente imagen se muestra su símbolo eléctrico.

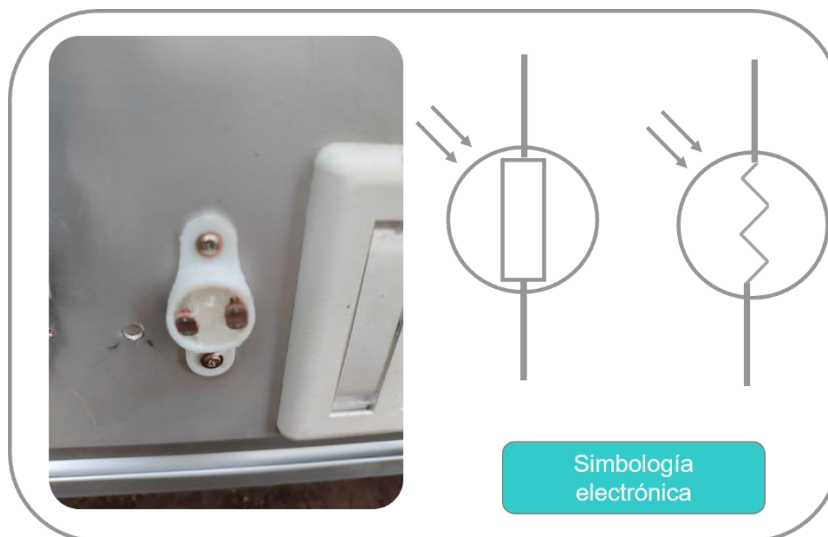


Figura 4.6.6 Colocación de sensor MQ135 Sensor de CO2. Elaboración propia.

El sensor analógico de temperatura y humedad cuenta con dos microsensors calibrados tomando en consideración la humedad relativa del ambiente; cuando el sensor entra en contacto produce una señal al sistema.

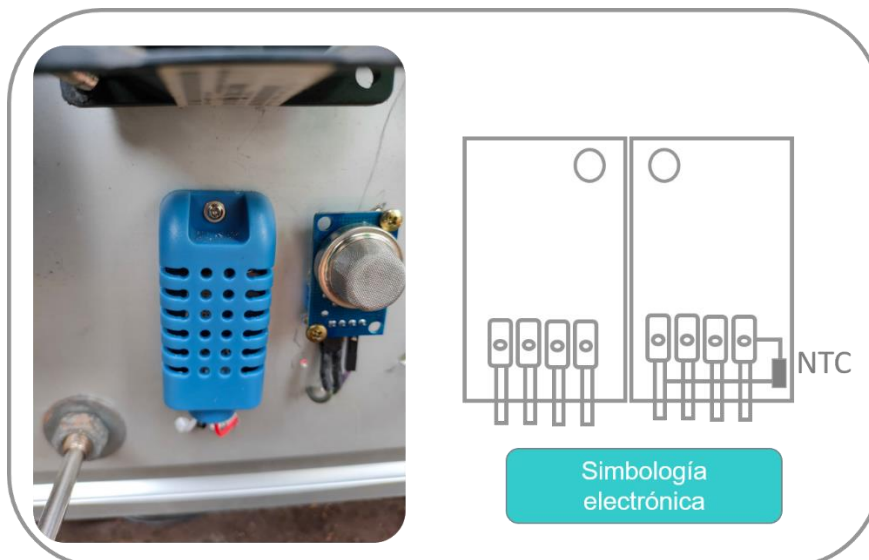


Figura 4.6.7 Colocación de sensor analógico de temperatura y humedad. Elaboración propia.

4.7 Experimentación (monitoreo de invernadero).

Con base en la información compilada y de acuerdo al ciclo de reproducción de la planta nochebuena, se realizó, el acondicionamiento del invernadero; para esta primera etapa fue necesario identificar y definir tres criterios: el primero es conocer las características del invernadero, el segundo criterio es definir los parámetros de medición y por último identificar las condiciones climatológicas de la ciudad de Orizaba, Veracruz.

El invernadero considerado para el caso de estudio, cuenta con las siguientes características; dimensiones 3 por 2 metros de superficie plana y 3 metros de alto, contando con una superficie total de 18 metros²; semicubierto por malla de sombra y plástico en color blanco para la parte inferior, cuenta con mesas de cultivo en material de erraría. Las limitantes que se presentaron son las siguientes: actualmente el vivero funciona de una forma tradicional no cuenta con tecnología, tampoco cuenta con red inalámbrica de internet y el acceso a la corriente eléctrica es limitado, por tal motivo, para realizar el monitoreo fue necesario trasladar la línea de electricidad por medio de una extensión.



Figura 4.7.1 Invernadero vivero municipal. Elaboración propia.

De acuerdo, al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la ciudad de Orizaba, Veracruz., presenta un clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (92.06%) y templado húmedo con abundantes lluvias en verano (7.94%). Cabe señalar que, en la ciudad, los veranos son de periodos cortos y cálidos; por otra parte, los inviernos son de periodos cortos y fríos. Cabe señalar que el clima es seco y parcialmente nublado la mayor parte del año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 1 °C a 31 °C y rara vez baja a menos de -4 °C o sube a más de 34 °C.

estableció menor a 75% dentro de este parámetro se evitará que la planta sea invadida por hongo o microorganismos indeseables, de igual manera, se evitará la senescencia en el proceso de crecimiento. Los parámetros de intensidad luminosa se controlarán en dos etapas; el primer control se realizará desde la fase del enraizamiento hasta el crecimiento secundario para esta etapa la planta deberá estar expuesta a una mayor concentración de luz entre 55-66nm, por otra parte, a partir de la etapa de floración la nochebuena no se deben exponer directamente a la luz del sol, dentro del invernadero debe tener un filtro para evitar que las hojas sufran despigmentación, la concentración de luz de estar debajo de los 20nm.

A continuación, se presentan los parámetros asignados para medir las variables en el vivero:

Tabla 4.7.1 Parámetros de medición. Elaboración propia.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C

Las primeras pruebas de monitoreo se realizaron en 5 días, con una constante de 6 horas; obteniendo 22 datos; la adquisición de datos permitió realizar la aclimatación dentro del vivero, con el objetivo de poner en óptimas condiciones el ambiente climatológico, para dar inicio al ciclo reproductivo de la planta nochebuena, a continuación, se muestran los datos obtenidos:

Tabla 4.7.2 Concentración de información primer prueba de monitoreo. Elaboración propia con información del tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
29/07/2022 06:00	680	73	70	20°
29/07/2022 12:00	650	73	70	18°
29/07/2022 18:00	657	81	65	19°
30/07/2022 00:00	695	73	55	19°
30/07/2022 06:00	635	81	50	19°
30/07/2022 12:00	641	80	50	19°
30/07/2022 18:00	650	73	50	20°
31/07/2022 00:00	613	73	53	20°
31/07/2022 06:00	502	80	50	20°
31/07/2022 12:00	505	83	50	23°
31/07/2022 18:00	509	73	50	24°

01/08/2022 00:00	497	77	51	26°
01/08/2022 06:00	480	76	50	27°
01/08/2022 12:00	480	76	50	27°
01/08/2022 18:00	480	76	50	26°
02/08/2022 00:00	472	76	51	26°
02/08/2022 06:00	461	76	55	25°
02/08/2022 12:00	448	75	59	22°
02/08/2022 18:00	430	75	59	21°
03/08/2022 00:00	402	72	60	21°
03/08/2022 06:00	402	70	58	20°

A continuación, se muestra la concentración de datos expresada en gráficas de tipo lineal, con el objetivo de poner en evidencias la tendencia de cada una de las variables, a través del tiempo:

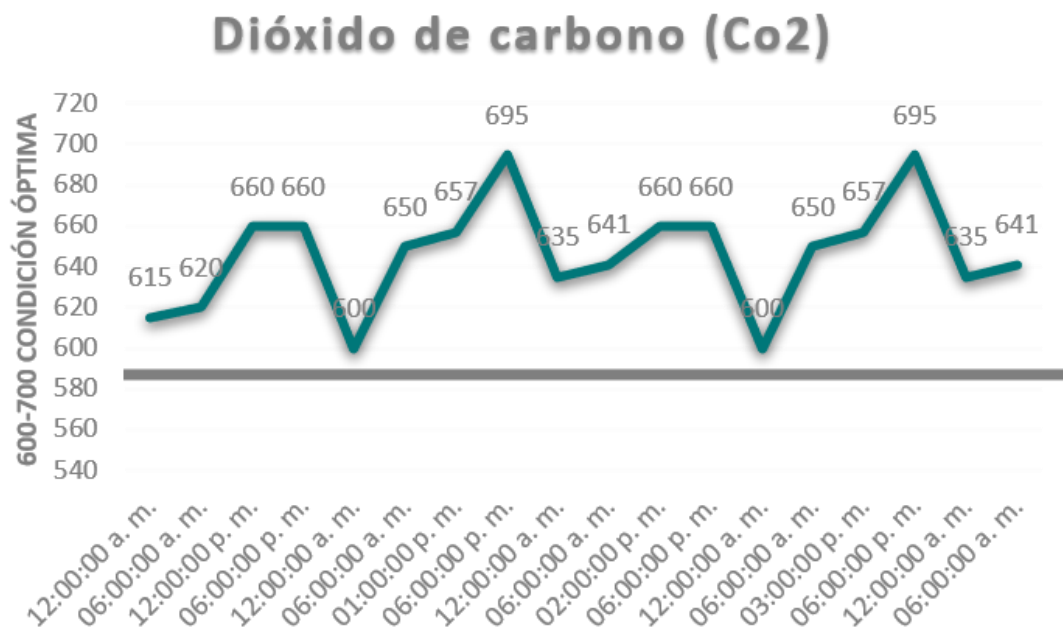


Figura 4.7.3 Variabilidad dióxido de carbono Elaboración propia.

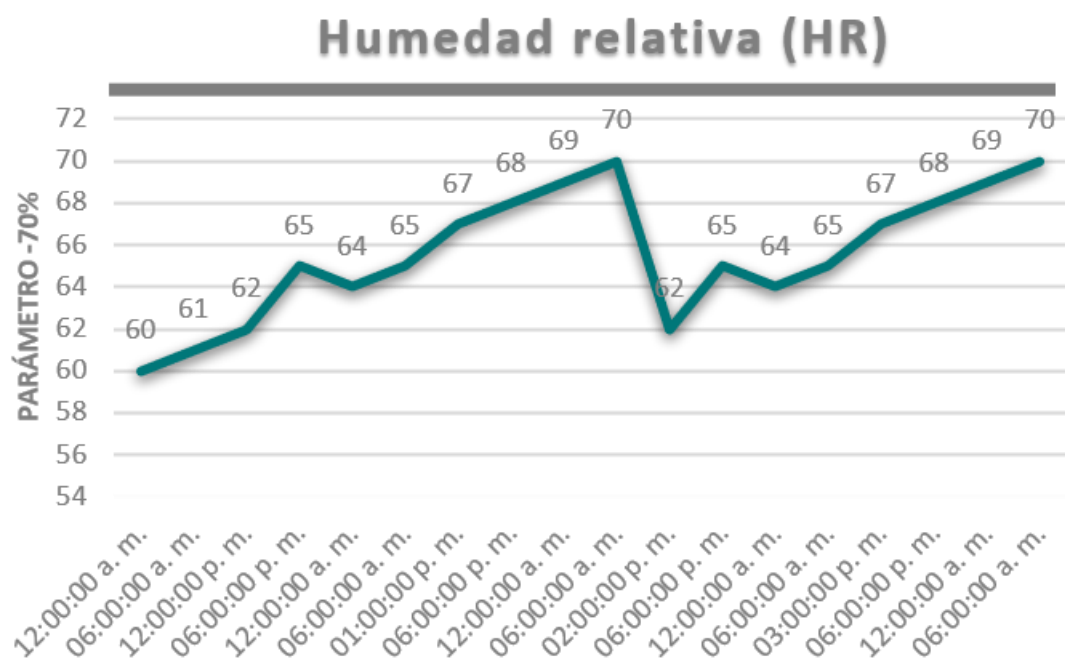


Figura 4.7.4 Variabilidad humedad relativa Elaboración propia.

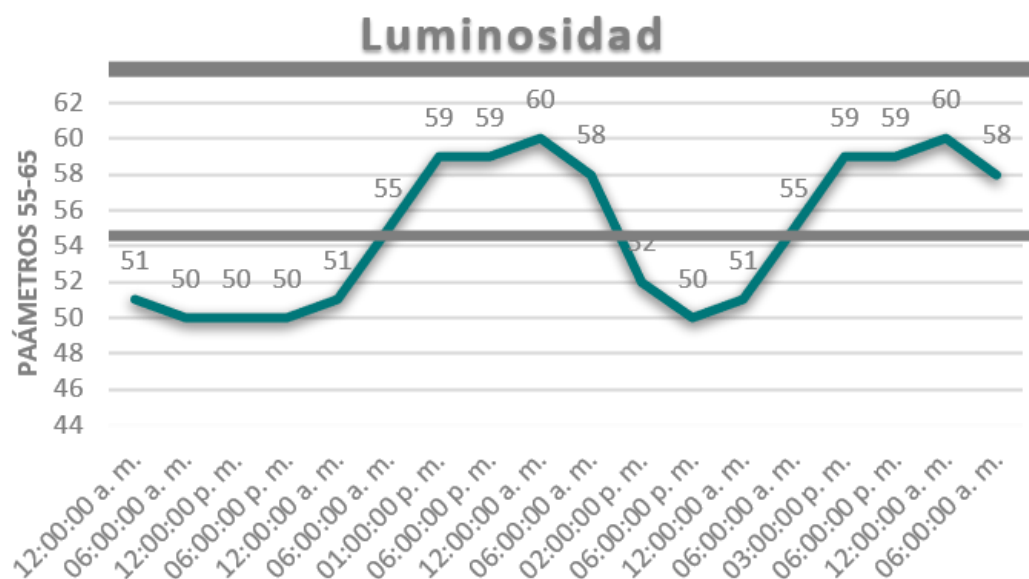


Figura 4.7.5 Variabilidad luminosidad. Elaboración propia.

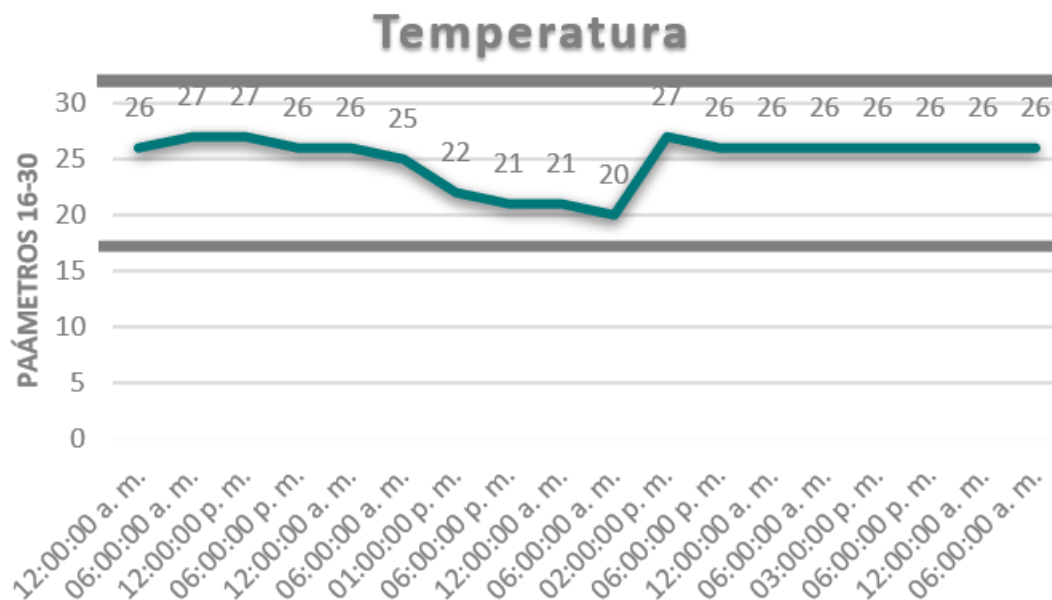


Figura 4.7.6 Variabilidad temperatura. Elaboración propia.

Durante el día 29 de julio (primer día de monitoreo), la concentración de datos mostró que el vivero no se encuentra en las condiciones climatológicas adecuadas; la intervención del personal de invernadero fue necesaria: en primera instancia, adaptar mejor ventilación y realizar la colocación de maya de sombra para reducir la entrada de luminosidad.

En el monitoreo realizado el día 30 de julio (segundo día de monitoreo), los datos muestran que la concentración de CO₂ no presentó cambios del día anterior, por tal motivo, fue necesario realizar mejor ventilación para recircular la concentración de gases, la temperatura por otra parte, se encontró dentro de los parámetros.

Para el día 31 de julio (tercer día de monitoreo), se observó, una variación en los datos, dado que, las condiciones del clima externo afectaron las condiciones del clima interno.

Durante el día 31 de julio (cuarto día de monitoreo), se aprecia una mejor condición en la medición de las variables, sin embargo, se realizan algunas modificaciones dentro del entorno del invernadero para realizar mejoras, con el objetivo de tener una aclimatación más precisa.

En el día 1 de agosto (quinto día de monitoreo), se aprecia una mejor precisión en las condiciones climatológicas de vivero; para esta parte, es posible apreciar los cambios climatológicos del ambiente externo, por tal motivo, se espera poder precisar o predecir durante el periodo de reproducción las necesidades primarias para el ciclo de reproducción de la planta nochebuena.

En el último día del 2 al 3 de agosto (sexto día de monitoreo), el vivero se encuentra en condiciones adecuadas, para dar paso al inicio de la reproducción planta nochebuena, sin embargo, aún se pueden realizar ajustes para realizar la aclimatación más precisa.

Se realizó un seguimiento de monitoreo, programado en 9 días, con un almacenamiento de datos por hora.

A continuación, se muestran los datos obtenidos:

Tabla 4.7.3 Monitoreo día 1; 12 de agosto de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
12/08/2022 07:14	365	71	50	28
12/08/2022 08:14	365	71	52	28
12/08/2022 09:14	365	71	56	27
12/08/2022 10:14	344	71	57	27
12/08/2022 11:14	344	71	58	27
12/08/2022 12:14	344	63	60	27
12/08/2022 13:14	344	63	60	27
12/08/2022 14:14	344	63	60	27
12/08/2022 15:14	344	63	58	27
12/08/2022 16:14	344	63	55	27
12/08/2022 17:14	344	61	52	27
12/08/2022 18:14	344	61	50	27

Tabla 4.7.4 Monitoreo día 2; 19 de agosto de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
19/08/2022 07:08	364	71	50	22
19/08/2022 08:08	365	71	50	22
19/08/2022 09:08	365	71	50	22
19/08/2022 10:08	365	71	51	23
19/08/2022 11:08	344	60	51	23
19/08/2022 12:08	365	61	55	24
19/08/2022 13:08	365	62	55	23
19/08/2022 14:08	344	61	57	23
19/08/2022 15:08	365	63	57	23
19/08/2022 16:08	365	63	56	23
19/08/2022 17:08	365	63	55	23
19/08/2022 18:08	365	61	50	23

Tabla 4.7.5 Monitoreo día 3; 26 de agosto de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
26/08/2022 07:11	491	71	51	24
26/08/2022 08:11	449	71	51	24
26/08/2022 09:11	428	71	55	24
26/08/2022 10:11	407	71	56	24
26/08/2022 11:11	386	60	58	25
26/08/2022 12:11	386	61	57	25
26/08/2022 13:11	386	62	58	26
26/08/2022 14:11	365	61	57	26
26/08/2022 15:11	365	63	57	26
26/08/2022 16:11	365	63	57	26
26/08/2022 17:11	365	63	55	24
26/08/2022 18:11	365	61	55	24

Tabla 4.7.6 Monitoreo día 4; 02 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
02/09/2022 07:05	389	74	50	18
02/09/2022 08:05	389	74	50	18
02/09/2022 09:05	370	73	51	20
02/09/2022 10:05	387	72	53	20
02/09/2022 11:05	387	70	53	20
02/09/2022 12:05	385	71	54	22
02/09/2022 13:05	385	72	55	21
02/09/2022 14:05	365	71	56	22
02/09/2022 15:05	364	73	54	23
02/09/2022 16:05	364	73	54	24
02/09/2022 17:05	364	73	52	20
02/09/2022 18:05	364	71	51	20

Tabla 4.7.7 Monitoreo día 5; 09 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
09/09/2022 07:13	380	76	51	20
09/09/2022 08:13	380	76	51	20
09/09/2022 09:13	378	75	53	20
09/09/2022 10:13	387	73	53	20
09/09/2022 11:13	387	72	53	21
09/09/2022 12:13	388	69	55	21
09/09/2022 13:13	389	68	55	21
09/09/2022 14:13	389	69	55	22
09/09/2022 15:13	387	70	56	24
09/09/2022 16:13	388	71	53	24
09/09/2022 17:13	387	71	54	22
09/09/2022 18:13	387	71	52	22

Tabla 4.7.8 Monitoreo día 6; 16 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
16/09/2022 07:07	428	70	52	21
16/09/2022 08:07	428	70	52	21
16/09/2022 09:07	428	71	54	21
16/09/2022 10:07	425	71	54	21
16/09/2022 11:07	424	73	55	22
16/09/2022 12:07	423	68	55	23
16/09/2022 13:07	423	67	55	22
16/09/2022 14:07	421	64	56	22
16/09/2022 15:07	422	65	56	23
16/09/2022 16:07	422	66	57	23
16/09/2022 17:07	422	67	57	22
16/09/2022 18:07	422	67	57	22

Tabla 4.7.9 Monitoreo día 7; 23 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
23/09/2022 07:15	398	70	50	20
23/09/2022 08:15	398	70	50	20
23/09/2022 09:15	397	71	50	20
23/09/2022 10:15	398	71	50	21
23/09/2022 11:15	398	73	50	21
23/09/2022 12:15	397	68	52	23
23/09/2022 13:15	397	67	52	23
23/09/2022 14:15	396	64	53	24
23/09/2022 15:15	397	65	53	22
23/09/2022 16:15	397	66	53	22
23/09/2022 17:15	397	67	53	21
23/09/2022 18:15	397	67	53	20

Tabla 4.7.10 Monitoreo día 8; 30 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
30/09/2022 07:06	397	71	50	20
30/09/2022 08:06	397	71	50	20
30/09/2022 09:06	397	71	50	20
30/09/2022 10:06	397	71	50	21
30/09/2022 11:06	398	69	50	21
30/09/2022 12:06	398	68	52	23
30/09/2022 13:06	398	67	52	23
30/09/2022 14:06	396	67	53	24
30/09/2022 15:06	396	67	53	22
30/09/2022 16:06	396	66	53	22
30/09/2022 17:06	396	67	53	21
30/09/2022 18:06	396	67	53	20

Tabla 4.7.11 Monitoreo día 8; 30 de septiembre de 2022. Elaboración propia con base en el concentrado de datos proporcionados por el tablero de control.

Variables	Dióxido de carbono (CO ²)	Humedad	Luminosidad	Temperatura
Dirección de memoria	AM1	AM3	AM7	AM30
Parámetros de medición	-400 ppm	-75% Hr	55-65nm	16°-30°C
30/09/2022 07:06	397	71	50	20
30/09/2022 08:06	397	71	50	20
30/09/2022 09:06	397	71	50	20
30/09/2022 10:06	397	71	50	21
30/09/2022 11:06	398	69	50	21
30/09/2022 12:06	398	68	52	23
30/09/2022 13:06	398	67	52	23
30/09/2022 14:06	396	67	53	24
30/09/2022 15:06	396	67	53	22
30/09/2022 16:06	396	66	53	22
30/09/2022 17:06	396	67	53	21
30/09/2022 18:06	396	67	53	20

Con base en la información proporcionada por el tablero de control, fue posible identificar las variables que presentan mayor variación de acuerdo a las condiciones climatológicas de la ciudad de Orizaba, Veracruz. Ante todo, esto fue posible verificar el funcionamiento y apoyo para los horticultores en la reproducción de la planta nochebuena; los datos mostraron que la variable que presenta mayor alteración durante el ciclo reproductivo de la planta es la humedad siendo esta un problema dado que puede provocar la propagación de hongo en la planta generando un cultivo de mala calidad; durante la reproducción fue posible controlar la humedad, acondicionando mejor ventilación dentro de vivero.

4.8 Costo de oportunidad.

El costo de oportunidad permite tener un acercamiento a la alternativa viable en cuestión de optimización de costo en la reproducción de la planta nochebuena, a continuación, se presente el análisis financiero realizado para efecto del presente proyecto de investigación:

Tabla 4.8.1 Costos variables. Elaboración propia con información de costos.

Costos variables			
Gastos de operación			
Unidad		Costo unitario	Costo total
1	Temperatura (Sensor de temperatura y acondicionador)	750	750
2	Contactores (LC1D09 BD 24V/CD Schneider Electric)	437	874
2	Reles (RUMC31BD 24V/CD)	225	449

4	Botones	165	660
4	Indicadores	133	532
1	Sensor de humedad (AMT1001)	129	129
1	CO2(MQ135)	80	80
2	Fotorresistencias	5	10
1	Fuente de 12	60	60
1	Fuente de 5	50	50
1	Interruptor termomagnético (WEBER UNLCLIC 10A 220)	555	555
1	Bastidor	3,088	3,088
1	D-link DG5-1008A	500	500
3	Cables de ethernet(2m)	129	387
2	Finales de carrera	60	120
1	Gabinete metálico (50x50x21)	2,227	2,227
	Total		\$ 10,471
Gastos indirectos de fabricación			
3	Amazon Web Services	25	75
1	Reta de internet	390	390
	Energía eléctrica	\$ 285	285
	Total		\$ 465
Total, costos variables			\$ 10,936

Tabla 4.8.2 Costos variables. Elaboración propia con información de municipio.

Costos variables			
Gastos de mano de obra			
	Sueldos y salarios	\$ 13,500	\$ 13,500
50	Hora		
3	hora de mano de obra diarias		
90	Horas capacidad normal de mano de obra		
3	Mano de obra		
	Total, costos variables		\$ 13,500

Tabla 4.8.3 Presupuesto de costo de producción y ventas. Elaboración propia.

Presupuesto de costo de producción y ventas		
	Inventario inicial de materia prima	-
+	Compras	10,471
=	Materia prima disponible	10,471
-	Inventario final de materia prima	-
=	Materia prima utilizada	10,471
	Mano de obra directa	13,500
+	Gastos indirectos de fabricación	465

=	Costo de producción	24,436
+	Inventarios iniciales de producción	-
-	Inventarios finales de producción	-
=	Costo artículos terminados	24,436
+	Inventarios finales de producción	-
=	Costo artículos terminados	24,436
-	Inventario final de productos terminados	
=	Costo de venta	\$ 24,436

Tabla 4.8.5 Cotización nochebuena. Elaboración propia con información del vivero certificado Floraplant.

Cotización			
Floraplant			
Nombre común	Nochebuena	Genero	Euphorbia
Familia botánica	Euforbiáceas	Origen	México
Presentación	Maseta 5"	Peso aproximado	7 KG
Numero de flores por maceta	3 a 5	Esqueje por caja	40
Dimensiones de caja en centímetros	54x38x21		
Es adecuada para cultivar en presentación en maceta de 5,6,7 y 8 pulgadas; además de macetas colgantes de 10" y macetones.			
Unidades		Costo unitario	Costo mayoreo
1500	Nochebuena	90	60
			Total
			\$ 90,000

Con base en la información proporcionada se concluye que con el apoyo del presente proyecto de investigación fue posible obtener un ahorro del 72.73%.

Conclusiones

Al finalizar el presente proyecto de investigación se concluye, de acuerdo al objetivo uno, identificar las variables climatológicas que inciden en el crecimiento de la flor nochebuena, para poder implementar un sistema de monitoreo que permita percibir, comprender y reaccionar ante los cambios del clima. Fue necesario tomar recurso de fuentes primarias y secundarias. En primer parte, se aplicó de una entrevista de tipo dirigida y estandarizada respecto a las preguntas, debido a que, las preguntas fueron previamente elaboradas permitiendo al entrevistado responder de una forma libre sin perder el orden lógico; las respuestas de los expertos en invernaderos aportan a la investigación una perspectiva objetiva frente a la problemática. Por otra parte, se realizó una compilación de información de antecedentes de información de fuentes secundarias, para obtener un alcance preciso acerca de los hallazgos en relación a la orientación de la problemática que afecta la

reproducción de la planta nochebuena; con la aplicación de los recursos antes mencionados, fue posible identificar las principales variables climatológicas que inciden en la reproducción de la planta nochebuena por lo que se puede mencionar los hallazgos más relevantes: en el proceso reproductivo de la planta nochebuena al no tener un control adecuado de temperatura e intensidad luminosa puede ocasionar retraso en la floración causando efectos negativos en el debilitamiento de las hojas, además de que el exceso de luminosidad después de la floración provoca despigmentación en las hojas; por otra parte la alta concentración de dióxido de carbono (CO₂), provoca un crecimiento irregular en la planta; por último el aumento de humedad dentro del invernadero provoca la propagación de hongo y bacterias causando senescencia y enfermedad en la planta nochebuena.

De acuerdo con el objetivo dos, analizar el estado de la técnica utilizada en controlador lógico programable (PLC) a gran escala para adaptarla a los requerimientos de un sistema de invernadero para flor nochebuena. Se pudo identificar los principales países reproductores de este tipo de flor en los que se encuentra México, Estados Unidos, Japón, España y Holanda en donde se destaca el uso de sensores para una mejor dispersión de nutrientes en la planta nochebuena, además de un proyecto de monitoreo de bacterias y patógenos en la flor; tomando como base, estos proyectos en donde se hace uso de sensores que ayudan a la generación de resultados medibles y comparables para conocer el correcto crecimiento de la planta nochebuena; se toma la decisión de utilizar un controlador lógico programable (PLC), semi compacto con protocolos industriales de interacción y con interfaz de comunicación abierta y local.

De acuerdo con el objetivo tres, diseñar un tablero de control que realice el monitoreo de las condiciones climatológicas dentro del invernadero; confirmando el costo de oportunidad para el vivero municipal de Orizaba, Veracruz. Con base en la información antes mencionada, se realiza el diseño del tablero de control dividido en dos niveles de interacción (*front-end* y *back-end*), el *Back-end* comprende el desarrollo de la lógica de funcionamiento del sistema monitoreo y el *front-end* el despliegue de la información en un HMI (*Interfaz Hombre Máquina*) y la habilitación del IOT (*Internet of things*).

Como aportación se puede mencionar que el monitoreo oportuno con el equipo diseñado de bajo costo apoya la actividad de los horticultores locales; en este sentido el monitoreo se desarrolló en dos etapas; primero se realizó el acondicionamiento del invernadero para adaptarlo a los parámetros adecuados, para este paso se estableció un monitoreo de 5 días, con una constante de 6 horas; en donde se obtienen 22 datos; la adquisición de

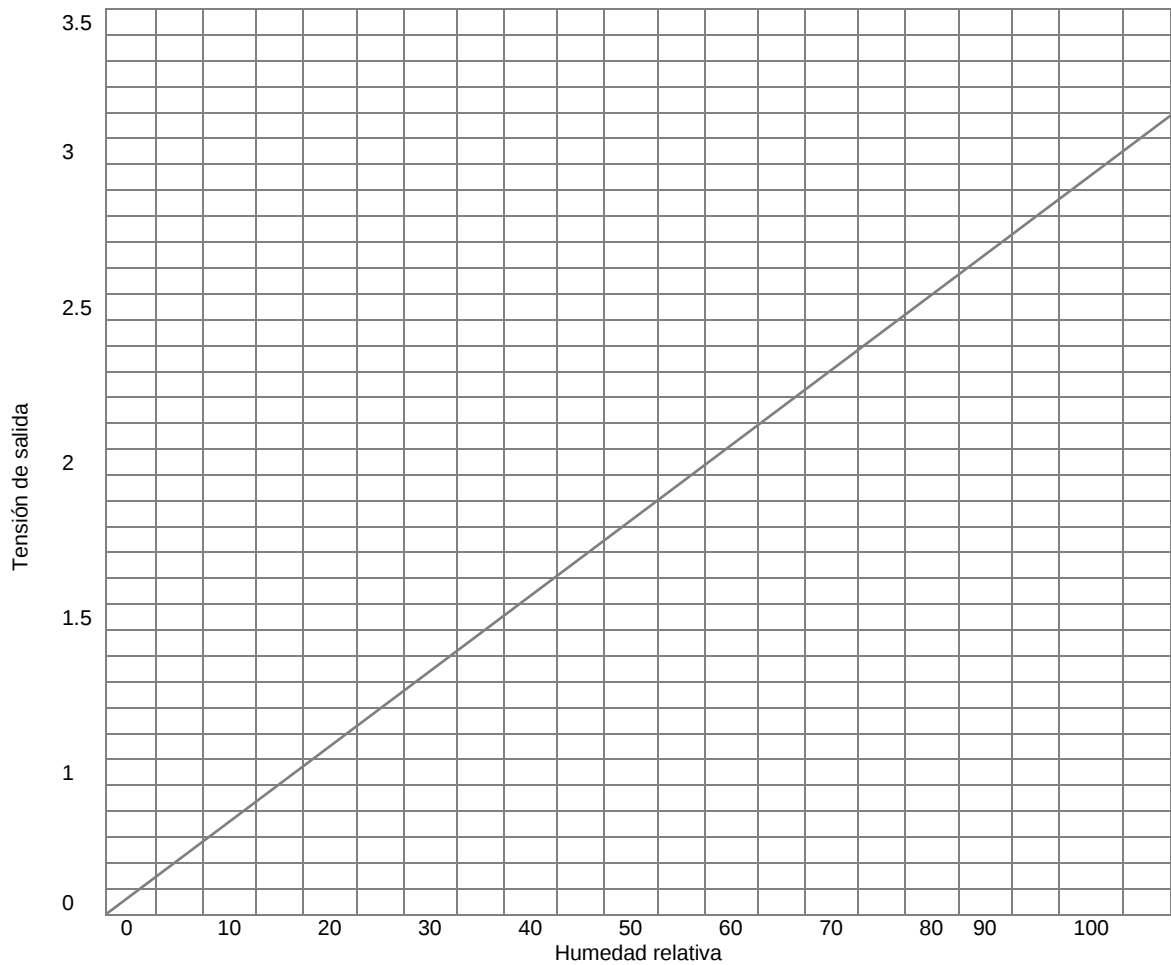
datos permitió realizar la aclimatación dentro del vivero, con el objetivo de poner en óptimas condiciones el ambiente climatológico, para dar inicio al ciclo reproductivo de la planta nochebuena. La segunda etapa se estableció para dar un seguimiento de monitoreo, programado en 9 días, con un almacenamiento de datos por hora. En este punto se pudo identificar que la humedad relativa y la concentración de dióxido de carbono son las variables que presentan mayor alteración a diferencia de las variables de temperatura e intensidad luminosa; sin embargo, el tablero de control apoya a reacción en el momento que estas las variables tienen alteraciones fuera de los parámetros para accionar los cambios dentro del invernadero.

Como recomendación para futuros trabajos, se puede tomar a consideración la implementación un panel solar, con el objetivo de alimentar el tablero de control con energía renovable; por otra parte, también es posibles identificar variables de otro tipo de flores ornamentales cargando la información en el tablero y de esta forma realizar el monitoreo en su proceso reproductor. De modo similar, con la información de *data loge* se puede aplicar minería de datos, para identificar los patrones de interacción en los efectos de las plantas ornamentales de acuerdo a las condiciones climatológicas de la ciudad de Orizaba, Veracruz.

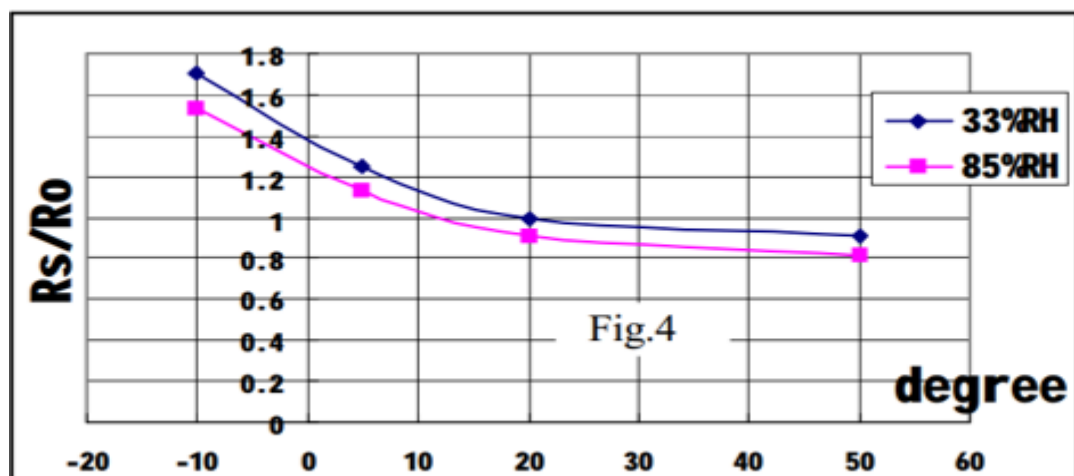
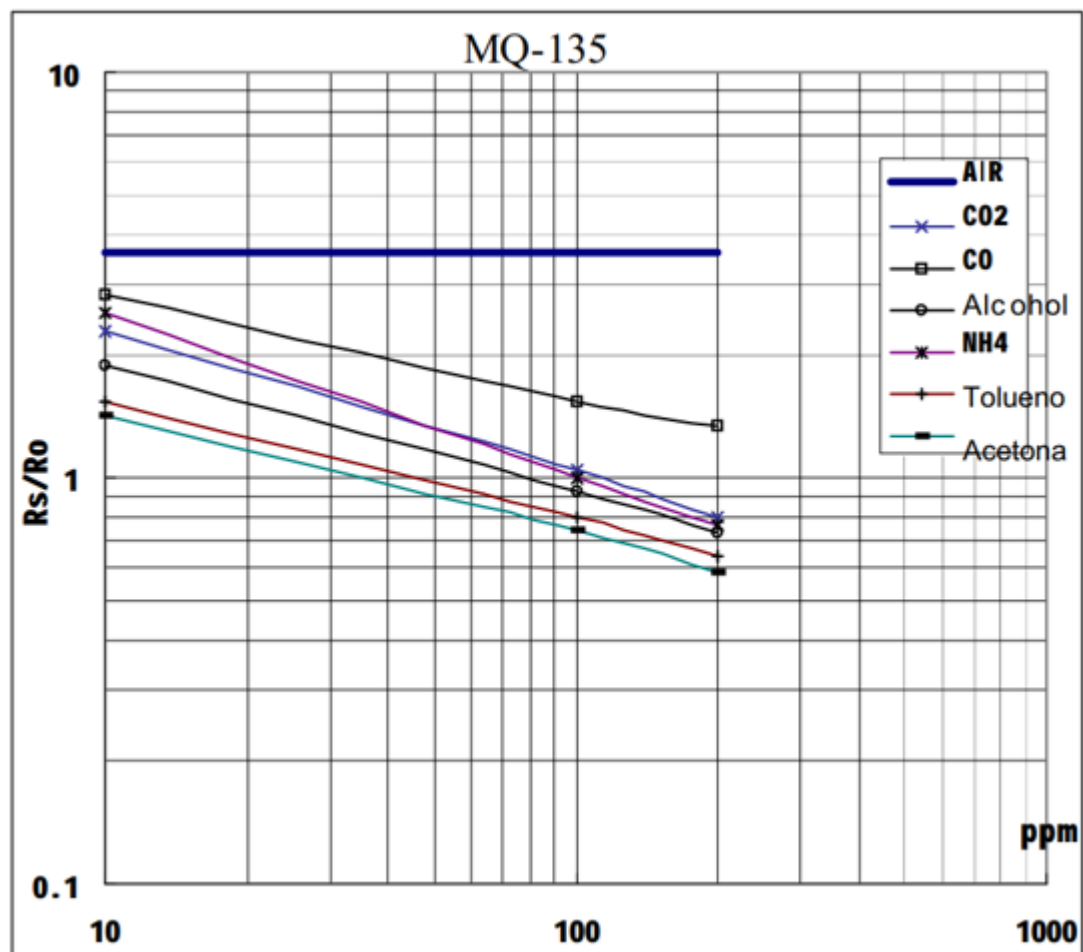
Anexos

Curvas de caracterización de los sensores.

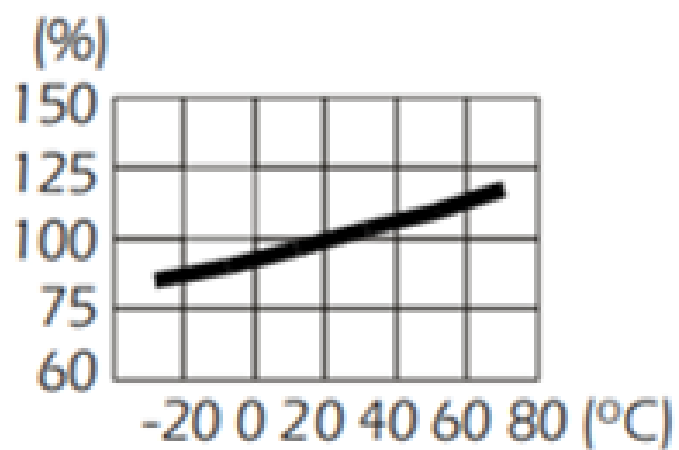
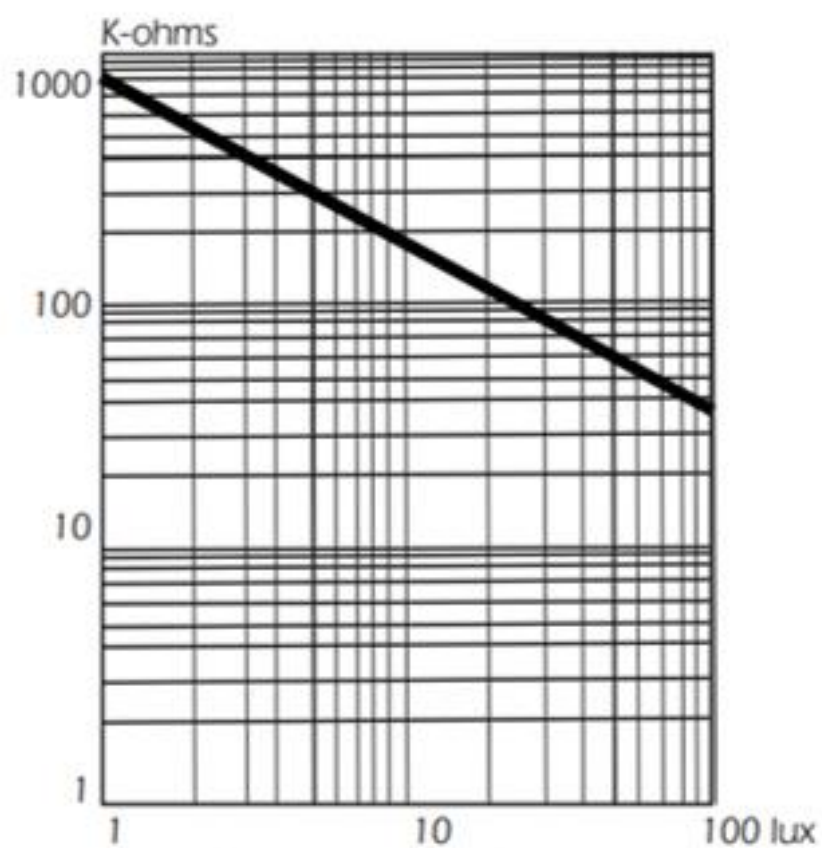
Curva de caracterización AMT1001 sensor analógico de temperatura y humedad.



Curva de caracterización MQ135 sensor DE CO2.



Curva de caracterización C-2795 fotorresistencia.



Referencias

- Agroalimentado. (2018). *Huerta automatizada facilita cultivos caseros*. Obtenido de https://agroalimentando.com/nota.php?id_nota=10013
- AGROFOR. (2020). *La relación de la agricultura con cuidado el ambiente*. Obtenido de <http://www.agrofor.es/la-relacion-de-la-agricultura-con-cuidado-el-ambiente/>
- Alonso Chavez, V., Parnell, S., & van den BOSCH, F. (2016). *Monitoring invasive pathogens in plant nurseries for early-detection and to minimise the probability of escape*. *Journal of Theoretical Biology*, 407. <https://doi.org/10.1016/j.jtbi.2016.07.041>
- Autycom (3 de marzo de 2022). *Autycom innovación inteligente*. Obtenido de <https://www.autycom.com/para-que-sirve-un-plc/>
- Basyouni, R., Dunn, B. L., & Goad, C. (2015). Use of nondestructive sensors to assess nitrogen status in potted poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* L. (Willd. ex Klotzsch)) production. *Scientia Horticulturae*, 192. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.05.011>
- Buechel, T. (22 de marzo de 2022). *PROMIX*. Obtenido de <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/consejos-para-el-cultivo-flores-de-nochebuena/>
- Cantin, B. (2016). *Producir las Mejores Flores de Nochebuena*. Texas: Berger.
- CENAM. (30 de julio de 2018). *Centro Nacional de Metrología*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.gob.mx/cenam/articulos/como-se-mide-la-luz>
- CONABIO. (22 de mayo de 2022). *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. Obtenido de Biodiversidad Mexicana: <https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/ornamental>
- CONACYT. (2020). *Programas Nacionales Estratégicos*. Obtenido de <https://conacyt.mx/pronaces/pronaces-energia-y-cambio-climatico/>
- Cortés, J. H. (2013). *Importancia del agua en las plantas*. España: CEBAS-CSIC.
- De Jesús Osuna-Canizalez, F., Félix Moreno-López, M., García-Pérez, F., Ramírez-Rojas, S., & Canul-Ku, J. (n.d.). *Biocontrol de la pudrición de raíz de nochebuena de interior con Trichoderma spp.* Root rot biocontrol for indoor poinsettia with Trichoderma spp.*
- Doraiswamy PC, H. J. (2004). Crop condition and yield simulations using Landsat and MODIS. *Remote Sensing Environ*, 548-559.
- Dubuc, A., Waltham, N., Malerba, M., & Sheaves, M. (2017). Extreme dissolved oxygen variability in urbanised tropical wetlands: The need for detailed monitoring to protect nursery ground values. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 198.

- <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.09.014>
- Flores-Gallegos, Farías-Mendoza, N., B , García-Díaz, H., & -González, V. (n.d.).
Modelado de un Sistema Difuso de Temperatura y Humedad para Macro Túneles de Plantas Ornamentales Modelling of a Temperature and Humidity Fuzzy System for Ornamental Plants Macro Tunnels Innovación tecnológica: Sistema Difuso para Macro Túneles de Plantas de Ornato. www.riiit.com.mx
- Gu, Z., Chen, H., Yang, R., & Ran, M. (2018). Identification of DFR as a promoter of anthocyanin accumulation in poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*, willd. ex Klotzsch) bracts under short-day conditions. *Scientia Horticulturae*, 236.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.032>
- ICAMEX. (2021). *Cultivo de nochebuena*. México: Gobierno del Estado de México.
- ICAMEX. (13 de mayo de 2022). Obtenido de <https://icamex.edomex.gob.mx/>
- INCAMEX. (14 de mayo de 2022). *Florícola nochebuena*. Obtenido de <https://icamex.edomex.gob.mx/floricola>
- INEGI. (2022 de agosto de 2022). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=30118#collapse-Resumen>
- Marylin Mamani, M. V. (2017). Sistema web de bajo costo para monitorear y controlar un invernadero agrícola. *Scielo*, <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052017000400599>.
- Nava Rosillón, M. A. (2009). *Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente*. SCIELO.
- Olberg, M. W., & Lopez, R. G. (2016). Growth and development of poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) finished under reduced air temperature and bench-top root-zone heating. *Scientia Horticulturae*, 210. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.07.017>
- Orizaba, H. A. (2022). *Manual de Procedimiento de Ecología, Parques y Jardines*. Orizaba, Veracruz.
- Pesquera, S. d. (02 de julio de 2020). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/articulos/tecnicas-agricolas-y-el-desarrollo-de-la-tecnologia-del-campo>
- Pérez-López, A., Carrillo-Salazar, J. A., Colinas-León, M. T., & Sandoval-Villa, M. (n.d.).
Regulación del Crecimiento de Nochebuena (Euphorbia pulcherrima Willd ex. Klotzsch) Con Etefón Growth Regulation ff Poinsettia (Euphorbia pulcherrima Willd ex. Klotzsch) WITH ETHEPHON.
- Veracruzana, U. (n.d.). *Foresta Veracruzana*.

Rural, S. d. (22 de 12 de 2020). *Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/comercializaran-productores-de-nochebuena-20-5-millones-de-plantas-con-un-valor-de-720-mdp#:~:text=Del%20total%20de%20siete%20entidades,que%20registra%2C%20alrededor%20del%2050>

SADER. (23 de 12 de 2021). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/nochebuena-flor-identitaria-de-mexico>

SAGARPA. (22 de 12 de 2020). *Gobierno de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/comercializaran-productores-de-nochebuena-20-5-millones-de-plantas-con-un-valor-de-720-mdp#:~:text=Del%20total%20de%20siete%20entidades,que%20registra%2C%20alrededor%20del%2050>

SEDENA. (17 de junio de 2022). *Gobierno de la Ciudad de México*. Obtenido de <http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/glosario-definicion/Agricultura#:~:text=La%20agricultura%20se%20define%20como,cr%C3%ADa%20y%20desarrollo%20de%20ganado>.

SEMARNAT. (2016). *Producción de flor noche buena bajo invernadero*. México: Gobierno de México.

Siemens. (17 de mayo de 2022). *Products & Services*. Obtenido de https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-basic-modules.html#BasicModuleswithdisplay?ste_sid=cd53ebd65f37c4014722072c0bcc9be8

TecReview. (8 de Diciembre de 2021). *TecReview*. Obtenido de <https://tecreview.tec.mx/2021/12/08/ciencia/nochebuena-mexicana-historia-y-reconquista/>

Zarate, C. (18 de mayo de 2022). *Intituto de Ecología*. Obtenido de Gobierno de México: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1559-horticultura-y-conservacion-vegetal>

 TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	Nombre del documento: Carta de No Inconveniencia	
	Referencia a la Norma ISO9001:2015: 8.1, 8.2.2, 8.5.1, 8.6	
	Página 1 de 1	
	Código: ITO-VI-PO-016-02 Revisión: 01	

Orizaba, Ver. a 01 de JUNIO de 2023

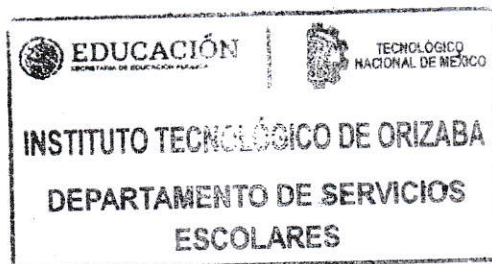
C. RODRIGUEZ AGUIRRE MARIA YONAINA
EGRESADO/A

Me permito informarle de acuerdo a su solicitud, que **NO EXISTE INCONVENIENTE** para que pueda Ud. presentar su Acto de Recepción Profesional, ya que su expediente quedó integrado para tal efecto.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
CIENCIA – TÉCNICA – CULTURA®


ALMA IVONNE SÁNCHEZ GARCÍA
JEFE/A DEL DEPARTAMENTO DE SERVICIOS ESCOLARES



c.c.p. Archivo
c.c.p. División de Estudios Profesionales