

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO



DISEÑO DE INSTALACIONES DE UN INVERNADERO PARA EL DESARROLLO Y PRODUCCION DE PLANTULAS HORTICOLAS Y FORESTALES

Opción 2: Titulación Integral – Tesis Profesional

Elaborada por:

Luis Antonio Castillo Jiménez

Que presenta para obtener el título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Asesor:

MDO. Jesús Amparo Morales Guzmán

Uriangato, Gto.

Noviembre 2023

“DISEÑO DE INSTALACIONES DE UN INVERNADERO PARA EL DESARROLLO Y PRODUCCION DE PLANTULAS HORTICOLAS Y FORESTALES”

Elaborada por:

Luis Antonio Castillo Jiménez

Aprobado por.

Nombre del Asesor MDO. Jesús Amparo Morales Guzmán
Docente de la carrera de Ingeniería industrial
Asesor de la opción 2: de titulación integral – Tesis Profesional

Revisado por.

Nombre del Revisor ING. MA. De Lourdes Ramírez Alcantar
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial
Revisor de la opción 2: de titulación integral – Tesis Profesional

Revisado por.

Nombre del Revisor MANF. Jorge Avalos Carrillo
Docente de la carrera de Ingeniería Industrial
Revisor de la opción 2: de titulación integral – Tesis Profesional

3.- LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL



LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Uriangato, Gto., 04/OCT/2023

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral

M.C. José Gabriel Aguilera González
 Director Académico
 ITSUR
 PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre de estudiante y/o egresado(a): Luis Antonio Castillo Jimenez	
Carrera: Ingeniería Industrial	Núm. de control: DI7120317
Nombre del proyecto: Diseño de Instalaciones de un Invernadero para el Desarrollo de Plántulas Hortícolas y Forestales	
Producto: Opción 2: Titulación Integral - Tesis Profesional	

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestras y nuestros egresados.

ATENTAMENTE

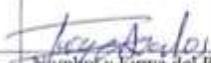
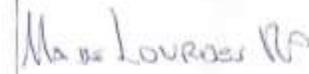

 M.C. Gabriel Magaña Guzmán
 Jefe de División de Ingeniería Industrial
 ITSUR

Instituto Tecnológico Superior
 del Sur de Guanajuato



COORDINACIÓN INGENIERÍA
 INDUSTRIAL

La comisión revisora ha tenido a bien aprobar la reproducción de este trabajo

		
Nombre y Firma de Asesor(a) MDO. Jesús Amparo Morales Guzmán	Nombre y Firma del Revisor(a)* 1 MANF. Jorge Avalos Carrillo	Nombre y Firma del Revisor(a)* 2 ING Ma de Lourdes Ramirez Alcantar

Resumen y abstract:

RESUMEN:

La plántula es la fase inicial de crecimiento de todas las plantas vegetales, durante esta fase se controlan factores como; el germoplasma vegetal, plagas, enfermedades, control nutritivo, reducción de tiempo de producción y se asegura la producción constante de especies.

La producción de plántulas permitirá al vivero municipal sustentar una fuente de insumo continúa, logrando de esta manera metas de producción y funcionamiento dentro del invernadero. Más sin embargo, al no contar con un área especializada para esta actividad este proyecto se llevara a cabo desde la planeación estructural requerida para un invernadero que cumplan con los parámetros básicos necesarios para la realización de esta labor, lo que permitirá trazar en etapas este proyecto, por ende, la primera etapa será la evaluación, selección, diseño y optimización del espacio, segunda etapa la obtención de insumo que permita el funcionamiento del invernadero, así mismo, como la implementación de un sistema de riego, tercera etapa con base en la plantación basado en las necesidades de cada una de las plántulas consideradas con el fin de aprovechar el espacio total de las instalaciones y sus requerimiento de cada una de las especies seccionadas, y como cuarta etapa la y maximización de producción empleado un sistema estandarizado, capacitación del personal e implementación de un control de calidad.

ABSTRACT:

The seedling is the initial phase of growth of all vegetable plants, during this phase factors such as; plant germplasm, pests, diseases, nutritional control, reduction of production time and the constant production of species is ensured.

The production of seedlings will allow the municipal nursery to sustain a continuous source of input, thus achieving production and operation goals within the greenhouse. However, by not having a specialized area for this activity, this project

will be carried out from the structural planning required for a greenhouse that meets the basic parameters necessary to carry out this work, which will allow this project to be traced in stages. , therefore, the first stage will be the evaluation, selection, design and optimization of the space, second stage the obtaining of input that allows the operation of the greenhouse, as well as the implementation of an irrigation system, third stage based on the planting based on the needs of each of the seedlings considered in order to take advantage of the total space of the facilities and their requirements of each of the sectioned species, and as a fourth stage the maximization of production using a standardized system, training of the personnel and implementation of quality control.

Palabras claves (*keywords*)

- 1. Invernadero**
- 2. Plántula**
- 3. Sistema de riego**
- 4. Sustrato**
- 5. Diseño de experimentos**

Agradecimientos

Primeramente, quiero agradecer a la institución por estos 5 años de carrera, de preparación y todo para llegar hasta este momento, la escuela no solo me ayudo para tener una carrera, como yo lo veo también me preparo para la vida para saber sobresalir, luchar y lograr un estilo de vida diferente, la escuela me dio a personas que hicieron una gran marca en mi vida tanto compañeros de clases como los mismos maestros, quiero agradecer a todos y cada uno de mis maestros por enseñarme a resolver problemas a siempre encontrar una solución, especialmente

a mi asesor por tenerme la paciencia del mundo apoyarme y resolver mis dudas aunque no fuera en horarios laborales siempre estaba disponible para apoyarme, también quiero agradecer a mi novia por su tiempo por refrescarme el conocimiento ya obtenido durante los primeros semestres de la carrera , por siempre estar disponible para mí, por otra parte quiero agradecer al H ayuntamiento del municipio de Moroleón a la alcaldesa Alma Denisse Sánchez Barragán por el apoyo y facilitarme las instalaciones del vivero municipal para poder llevar este proyecto a cabo, en especial a la dirección de medio ambiente al director ING. Rolando Martínez por todo su apoyo, por siempre estar al pendiente de lo que necesitaba en el proceso de la elaboración del proyecto y siempre ser accesible así como también a mi asesor externo el P.ING. Jonathan Josué Alcantar por su tiempo sus consejos y apoyo siempre resolviendo mis dudas, regañándome, corrigiéndome, pero todo esto por un resultado mejor, y sobre todo a mis padres por darme siempre el apoyo, por darme la oportunidad de estudiar, de prepararme, de formar una carrera y por siempre llevarme por un buen camino.

DEDICATORIAS

Principalmente este trabajo va con dedicación a mis padres ya que ellos son la base principal de todo esto gracias a su apoyo a sus regaños gritos y lecciones me he formado de una manera correcta, sana, y enfocado en lo que quiero sin distracciones, sin vicios, gracias a sus consejos y sobre todo al tiempo que me han brindado, que no me han dejado salirme del camino que ellos formaron para mí que me han sabido llevar recto y sobre todo siempre guiándome, en ciertas ocasiones sentía que su apoyo no era el suficiente, pero si lo veía por otro lado ellos me estaban preparando para otras cosas, sus palabras eran “no te lo voy a hacer, mejor te enseño a hacerlo”, y bueno gracias a eso aprendí muchas cosas durante este proyecto a realizar muchos trabajos a pensar de forma diferente .

Contenido

.....	1
Capítulo 1	1
Introducción.....	1
Capítulo 2	2
Marco teórico (Antecedentes).....	2
2.1 ANTECEDENTES	2
2.2 ¿QUE SON LAS PLANTULAS?	2
2.3 PLÁNTULAS FORESTALES.....	2
2.4 SEMILLAS FORESTALES	3
2.5 ¿QUE SON LAS PLANTULAS HORTICOLAS U HORTALIZAS?	3
2.6 ¿QUE ES UN INVERNADERO?	5
2.7 RIEGO POR ASPERSION.....	11
2.8 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO.....	13
2.9 SUSTRATO.....	13
2.10 ORIENTACION SOLAR	16
2.11 AGRICULTURA DE HORTALIZAS EN EL BAJIO.....	16
2.12 DISEÑO DE EXPERIMENTOS.....	18
2.13 PRUEBAS DE HIPÓTESIS.....	20
2.14 ANOVA.....	21
2.15 PRUEBA DE HIPÓTESIS 2T.....	22
2.16 DISEÑO FACTORIAL 2K	23
MARCO LEGAL	24
MARCO FISICO.....	24
LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	24
.....	24
V.1.2. EXTENSIÓN TERRITORIAL	25
V.1.3. FISIOGRAFÍA	26
V.1.4. OROGRAFÍA	27
V.1.5. HIDROGRAFÍA.....	28
V.1.6. GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA	28

V.1.7. CLIMA.....	29
V.2. MEDIO AMBIENTE DEL MUNICIPIO.....	30
V.2.1. PRINCIPALES ECOSISTEMAS.....	30
V.2.2. FLORA.....	31
V.2.3. ZONA URBANA.....	31
V.2.4. USO DE SUELOS.....	31
Capítulo 3.....	33
3 Planteamiento del problema.....	33
3.1 IDENTIFICACIÓN.....	33
3.2 JUSTIFICACIÓN.....	34
3.3. ALCANCE.....	34
Hipótesis.....	34
Capítulo 4.....	35
Objetivos.....	35
4.1 OBJETIVOS GENERALES.....	35
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
Capítulo 5.....	38
Metodología.....	38
5.1 DISEÑO FACTORIAL 2k	38
5.2 TOMA DE TIEMPOS Y ANÁLISIS DE CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA.....	41
5.3 PRUEBA DE 2t.....	45
Capítulo 6.....	67
Resultados.....	67
Capítulo 7.....	74
Análisis de Resultados.....	74
Capítulo 8.....	77
Conclusiones y trabajo a futuro.....	77
Conclusión de las hipótesis.....	78
Referencias bibliográficas.....	80
Referencias.....	80
.....	82

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 proceso de un diseño de experimentos	19
Ilustración 2 algunas pruebas de hipótesis utilizadas	21
<i>Ilustración 3. Localización Moroleón. Fuente: IMPLAN con datos INEGI.</i>	24
<i>Ilustración 4 fisiografía de Moroleón. Fuente: IMPLAN con datos INEGI.</i>	27
<i>Ilustración 5 Clima de Moroleón. Fuente: IMPLAN con datos INEGI.</i>	30
<i>Ilustración 6 Uso de Suelo en Moroleón. Fuente: IMPLAN con datos INEGI.</i>	31
Ilustración 7 CAPACIDAD DE MACETAS SEGUN SU SEMILLA	37
Ilustración 8 riego realizado con regadera manual dicha acción elaborada por el trabajador	42
Ilustración 9 riego automático por aspersión	43
Ilustración 10 se muestra la excavación para la cimentación de nuestro invernadero con una medida de cada zapata de 1m x 1m x 1m.....	47
Ilustración 11 se muestra la fabricación de planchas para el armado de nuestros castillo los cuales serán la base de nuestro invernadero.....	48
Ilustración 12 llenado de zapatas con concreto.....	49
Ilustración 13 nivelación de los castillos	50
Ilustración 14 armado de los castillos para su rellene de concreto y dejar lista la cimentación y base del invernadero	51
Ilustración 15 antes de rellenar de concreto por completo los castillos se le coloca un PTR de 90 cm el cual va enterrado en el concreto 50cm y por fuera los restantes 40cm estos tendrán la función de sostener la estructura superior de metal del invernadero.	52
Ilustración 16 en los castillo de en medio se rellenó de concreto a la mitad y se procedió a ponerle un fierro tipo monten para el sostén de la estructura superior esto con el fin de poder atornillar la estructura donde ira la manguera conectada a los micro aspersores y que funcione de manera óptima el sistema de riego.....	54
Ilustración 17 se comienza el armado de la estructura superior, la será de acero los mismos se están colocando para ver su mejor posición de una manera firma y posteriormente fijarlas con soldadura	55
Ilustración 18 se procede al ensamblado de la estructura superior esto con material de acero el cual se cortaron tramos de 6,50m los cuales se soldaron a los PTR enterrados en el concreto de los castillos.....	56
Ilustración 19 ensamble de la estructura superior soldando los tramos de acero	57

Ilustración 20 armado estructura superior en forma de cuadrado para un mejor maneja y utilidad sobre la cobertura del invernadero	58
Ilustración 21 se hace colocación alambre en cada uno de los cuadrados de la estructura superior estos en forma de x y otro en medio cruzando y sosteniendo la x para un mejor sostén de la malla sombra que cubrirá todo el invernadero.....	59
Ilustración 22 se realizan las mesas de trabajo de acero específicamente de varilla de media pulgada y unos tramos de monten los cales van enterrados y llenados de concreto para darle un mejor soporte a las mesas de trabajo los cuales están ubicados justamente en medio.	60
Ilustración 23 colocación de plástico en el interior del invernadero justamente en el piso el cual se colocara con el objetivo de evitar que crezca hierba mala dentro del invernadero y tener una mejor calidad de plántulas.	61
Ilustración 24 colocación de malla sombra cubriendo totalmente el invernadero esto para mantener la zona de trabajo a una temperatura estable y así tener una producción mejor y a su vez controlada, también evitamos que la semilla tenga luz solar directa provocando que la semilla no germine.	62
Ilustración 25 colocación de polvo de grava sobre el plástico ya en el piso del invernadero esto con el objetivo de darle una mejor estética al interior del invernadero y dándole un suelo libre de hierba mala y firme para poder realizar las actividades necesarias dentro del área de trabajo así como también evitar encharcamiento en tiempos de lluvia.....	63
Ilustración 26 mejorado en las mesas de trabajo se hizo la colocación de malla sobre la varilla de media para darle una mayor estabilidad a los contenedores y evitar que se trocen o se caigan entre los espacios que quedan entre una varilla y otra.	64
Ilustración 27 instalación de sistema de riego el cual consta de una llave tipo V la cual consta con dos salidas y cada una de ellas tiene su llave de paso utilizando manguera de media pulgada y 34 aspersores.	65
Ilustración 28 elaboración de charca para el almacenamiento de la plántula ya en su segunda fase y cubrimiento total del invernadero con polvo de grava	65
Ilustración 29 se muestra el funcionamiento del sistema de riego y como los aspersores cubren el total de la charola de germinación.	66
Ilustración 30 se muestra el proceso de germinacion de semilla,se germinaron cerca de 1200 semillas entre ellas lechuga, chile anaheim, chile habanero, chile serrano, chile jalapeño, rábano.....	67
Ilustración 31 germinación de semilla forestal total de 450 semillas, entre ellas, fraile, patol, junco, tabachin, pirul, pata de mula, se utilizó maceta para la germinación de esta semilla ya que da un mayor espacio para la expansión de las raíces.....	69
Ilustración 32 germinación de rábano y lechuga se muestra la plántula ya de un tamaño de 4cm aprox.	70
Ilustración 33 LECUHA EN SUS ULTIMAS FASES YA PARA SU ULTIMO PROCESO, LLEGAR AL CONSUMIDOR	71
Ilustración 34 LECHUGA EN SU PRIMER FASE DESPUES DEL TRASPLANTE	71
Ilustración 35 RABANO YA EN SU ULTIMA FASE LISTO PARA LLEGAR A SU CONSUMIDOR.....	72

Ilustración 36 PLANTULA DE RABANOS EN SU PRIMER FASE DESPUES DE SU TRASPLANTE.....	72
Ilustración 37 ENCINO ARBOL ENDEMICO DEL MUNICIPIO DE MOROLEON EL CUAL ESTA UBICADO EN EL CERRO DE AMOLES, DEL MISMO SE GERMINO CERCA DE 600 SEMILLAS EL CUAL TIENE COMO OBJETIVO REFORESTAR LAS ZONAS DEL ANP UBICADA EN AMOLES.....	73
Ilustración 38 SE REALIZARON CURSOS Y CAPACITACIONES PARA LO CIUDADANOS REFERENTE A LA GERMINACION DE SEMILLAS Y HUERTOS CASEROS UTILIZANDO ASI LAS INSTALACIONES DEL INVERNADERO.....	82

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 hortalizas del bajo	17
<i>Tabla 2 Localidades de Moroleón FUENTE: implan con datos inegi.....</i>	26
<i>Tabla 3 Geología y Edafología de Moroleón datos INEGI.....</i>	29
Tabla 4 tiempos de riego.....	44
Tabla 5 cantidad de agua utilizada.....	44
Tabla 6 semilla germinadas.....	45
Tabla 7 diagrama de Pareto en el cual nos muestra que la vermiculita con simbología B tiene mayor influencia en nuestra germinación	75

Capítulo 1

Introducción.

Un invernadero es una estructura diseñada para la germinación y producción de plántulas o plantas de especies diferentes, tanto forestales y comestibles como lo son las hortalizas y los frutales, después de una larga investigación y practica en el campo de trabajo se observaban las carencias de especies de plantas así como también un buen manejo de ellos, normalmente la demanda solicitada por los ciudadanos se cumplía hasta por un 35% - 40% lo cual fue lo principal para iniciar este proyecto, como también se pudo observar que con un buen control de la producción se puede ayudar al municipio económicamente germinando planta nativa planta de temporada como lo son (cempasúchil, noche buena,etc) y así mismo apoyar y capacitar al municipio y sus comunidades acerca de huertos caseros y como estos generan un impacto en el sustento económico de las familias

Capítulo 2

Marco teórico (Antecedentes).

2.1 ANTECEDENTES

Dada la información encontrada en la documentación de archivo en los últimos 15 años del departamento de medio ambiente se observó la escases de distintas especies de plantas en cuestión al ámbito alimenticio como lo son: las hortalizas y frutales. En consecuencia, de la demanda solicitada por los ciudadanos y de los nuevos programas de apoyo hacia los mismos generados por el mismo proyecto planteado se hace el llamado a la inclusión de este tipo de especies en nuestro municipio, lo que le permita a la ciudadanía experimentar con este tipo de especies en su hogar y promover el autoconsumo lo que da como consecuencia un gran ahorro en el sustento económico refiriéndonos a los alimentos obtenidos por el cuidado de nuestras especies.

2.2 ¿QUE SON LAS PLANTULAS?

Fase inicial del crecimiento de una planta ya sea de origen forestal o comestible en el cual es factible su manipulación para fines de trasplante, sin efectos significativos o negativos en su desarrollo y productividad.

2.3 PLÁNTULAS FORESTALES

“

Las plántulas forestales se definen como arboles forestales los cuales son aquellos encontrados en bosques, cerros, selvas, entre algunos otros ecosistemas, estos son los únicos productores del oxígeno, los arboles forestales tienen un periodo de tira de semilla que es el cual debemos aprovechar para hacer la recolección y selección de semilla para germinar y producir estas especies. (GONZALEZ)

2.4 SEMILLAS FORESTALES

Recolección v selección

Para que los viveros de las agrupaciones de explotaciones agrarias sean autosuficientes en semillas forestales es preciso enseñar a los miembros cuándo y cómo recolectar sus propias semillas.

La selección y preparación de buenas semillas es la base para producir buenas plantas; ésta se logra básicamente realizando los pasos siguientes:

- a) Seleccionar buenos árboles para semilla, que sean sanos, de buen crecimiento, rectos, de buena forma, que den buenos frutos.
- b) No se deben dañar los árboles al cortar las semillas, deben usarse tijeras, cuchillos, sierras o machetes. Nunca deben desgajarse las ramitas, sino cortarlas.
- c) Transportar los frutos, vaina o conos en costales o canastos, y poner etiquetas que digan: especie, sitio de recolección, fecha. (PERIS, 1995)

2.5 ¿QUE SON LAS PLANTULAS HORTICOLAS U HORTALIZAS?

Las hortalizas se definen como plantas herbáceas cultivadas con fines de autoconsumo como también para su comercialización en mercados internos y externos, de esta manera tener ingresos adicionales.

Las hortalizas son una fuente muy rica en nutrientes, vitaminas y otros, los cuales aportan al cuerpo muchos beneficios como ser: reconstrucción de tejidos (proteínas), producir energías (carbohidratos), regular funciones corporales (vitaminas), tener buena digestión (fibras) (SILVA, 2017).

SEGÚN LA DIFICULTAD DE SU MANEJO Y LABORES CULTURALES LAS HORTALIZAS SON:

- Hortalizas que se siembran directamente y se cosechan las hojas por ejemplo: lechuga, acelga, apio, perejil, acelga, repollo.

- Hortalizas que se cosechan los tubérculos, por ejemplo: papa, zanahoria, rabanito, cebolla, nabo y betarraga.
- Hortalizas que se cosecha el fruto, por ejemplo: tomate, berenjena, pimentón, locoto, haba, vainita.
- Hortalizas que se cosecha la flor, por ejemplo: coliflor, brócoli, alcachofa

2.5.1 SIEMBRA DIRECTA

Generalmente la siembra directa es aconsejable para semillas grandes como calabacita, pepino, arveja, frijol, sandia, zapallo, entre otros. Sin embargo, es importante mencionar que todas las hortalizas pueden sembrarse en forma directa. Las hortalizas que se siembran en forma directa son: zanahoria, maíz, haba, arveja, poroto, vainitas y ajo. (SILVA, 2017)

2.5.2 SIEMBRA INDIRECTA (TRASPLANTE)

Para este tipo de siembra se realiza primero el almacigo, pasadas unas semanas o cuando tienen entre 3 a 4 hojas y un tamaño de planta de entre 10 a 12 centímetros, se sacan del almacigo para plantar en el terreno definitivo previamente preparado. Las hortalizas que se siembran indirectamente son: tomate, acelga, lechuga, repollo, coliflor, cebolla, rábano, nabo, brócoli. (SILVA, 2017)

2.5.3 SIEMBRA POR ALMACIGO

El almacigo es una pequeña área en la que se hace trabajos para que semillas de ciertas hortalizas encuentren buenas condiciones (suelo, sombra, humedad) para la germinación. Debido al tamaño de la semilla, la susceptibilidad y el poder germinativo bajo, algunas hortalizas requieren ser almacigadas. Es por estas razones que se debe dar condiciones óptimas y controladas para no perder la semilla. Ejemplo: La mayoría de las hortalizas como la lechuga, colíflor, pimentón, repollo, brócoli, apio y tomate. (SILVA, 2017)

En comparación con otros sistemas productivos, la producción protegida de hortalizas es relativamente reciente en la Argentina por lo que su desarrollo tecnológico es aún insuficiente para lograr una mayor eficiencia productiva en cuanto a rendimientos, calidad y consecuentemente, competitividad. (Agropecuario, 2002) hasta ese año en todas las provincias se realizaban cultivos bajo cubierta, comprendiendo 5100 establecimientos y representando 3685 ha de las cuales el 80% se destinaban a la horticultura, 11% a floricultura, 9% a viveros y el 0,01% a aromáticas. (Lenschak, 2019)

2.6 ¿QUE ES UN INVERNADERO?

Se define como invernadero a un recinto delimitado por una estructura de madera o de metal, recubierta por vidrio o cualquier material plástico de naturaleza transparente, en cuyo interior suelen cultivarse hortalizas y plantas ornamentales en épocas durante las cuales las condiciones climáticas externas no permitirían obtener el producto deseado. (maroto, 1989)

En general, con el cultivo bajo cubierta, se persiguen tres objetivos muy claros: obtener producción fuera de época cuando las condiciones climáticas locales son adversas para la producción al aire libre, incrementar la producción lo cual es posible como consecuencia de la intensidad de los cuidados y las condiciones de cultivo favorables dentro de las estructuras protegidas, y mejorar la calidad

comercial de la producción, El invernadero es, por definición una protección para el invierno, pero puede cumplir otros objetivos y llegar a ser, como se lo denomina en zonas tropicales, una “casa de cultivo”, tal como es su palabra en inglés “Green house” o casa verde, protegiendo de varios factores adversos del clima, como por ejemplo elevadas precipitaciones o altas temperaturas. Por lo tanto, nuestro objetivo es darle a las plantas el ambiente óptimo para su crecimiento, creando un microclima que permita expresar el mayor rendimiento de nuestro cultivo. Esto significa conocer los factores ambientales y las herramientas que tenemos a disposición para manejarlo dentro de ciertos límites. (iglesias, 2019)

2.6.1 IMPORTANCIA DE LA RADIACIÓN

La transmisión de la radiación solar a través de la cubierta influirá tanto en el balance energético del invernadero, como en la actividad fotosintética del cultivo.

La radiación utilizada por las plantas para los procesos fotosintéticos y consecuentemente sobre el crecimiento del cultivo, es la comprendida entre los 0,400 y 0,700 m, la que comúnmente se conoce como radiación fotosintéticamente activa (PAR, por su sigla en inglés) Por otro lado, desde el punto de vista del estudio del balance de energía en el invernadero y las pérdidas de energía nocturna, las cuales establecerán las necesidades de calefacción del mismo, es necesario considerar la radiación de onda larga terrestre, que es también una longitud infrarroja pero con una longitud de onda mayor que la solar, la que comprende el rango 5-40 m. (iglesias, 2019)

La transmisión de la radiación solar a través de la cubierta influye tanto en el balance energético del invernadero como en la actividad fotosintética del cultivo. Aunque los materiales de cobertura comúnmente utilizados en la actualidad produzcan una reducción en la intensidad de la radiación y una modificación en la distribución espectral, deben presentar características que, por un lado, favorezcan la entrada de la radiación incidente y por otro limiten, principalmente durante la noche, la pérdida de la energía térmica acumulada (Lenschak, 2019)

2.6.2 HUMEDAD RELATIVA

Gran parte de los fenómenos que se presentan en el clima del invernadero, se entienden al conocer el comportamiento de las mezclas de vapor de agua y aire. Conociendo los conceptos básicos que regulan estas mezclas, se puede resolver muchos problemas, y usar este elemento en el manejo de los factores ambientales, fundamentalmente en las primeras etapas del crecimiento de un cultivo. La humedad del aire es uno de los factores climáticos que es necesario considerar para obtener una adecuada sanidad y desarrollo de un cultivo en invernadero. La influencia de la humedad sobre el complejo medio del invernadero es menos conocida que la de otros factores sin duda por la dificultad de su medida y control. (iglesias, 2019)

2.6.3 UBICACIÓN DEL INVERNADERO EN EL TERRENO

Por lo general se plantean cuatro factores climáticos que suelen definir tanto el tipo, inclinación del techo, como la orientación de las estructuras: la radiación, el viento, la precipitación pluvial y la temperatura extrema

2.6.4 RADIACIÓN

La radiación solar puede ser considerada desde dos puntos de vista, que normalmente resultan difíciles de disociar. Por un lado, el efecto sobre la transmitancia de la radiación fotosintéticamente activa por el ángulo de incidencia que tenga según la disposición del techo (N-S o E-O), y por otro con respecto al reparto de la misma en el dosel del cultivo, según éste se encuentre dispuesto en un sentido u otro. También ambos factores se modifican según la latitud y época del año, agravándose el problema de captación de la radiación en los meses de invierno en regiones de altas latitudes. (iglesias, 2019)

2.6.5 VIENTO

La protección frente a características no deseables del viento es una vía para crear un ambiente más adecuado a los objetivos cuando se plantea antes de la construcción de un invernadero. Cabe subrayar que el sistema más difundido de

defensa frente al viento es el cortaviento arbóreo, que, si bien es imprescindible para disminuir los eventuales daños materiales, debe considerarse una adecuada implantación y diseño, además de realizar medidas complementarias en determinadas situaciones y condiciones climáticas. (iglesias, 2019)

2.6.6 PRECIPITACIONES

Si bien las precipitaciones en general no inciden directamente en el cultivo, las características que puedan tener las mismas sí afecta fuertemente en el diseño constructivo del invernadero. (iglesias, 2019)

2.6.7 LLUVIA

La forma más frecuente de precipitación, la lluvia, es una precipitación desde nubes formadas debido a corrientes de aire ascendentes que ocurren por la irradiación terrestre, las que en su ascenso disminuyen su temperatura hasta alcanzar la del punto de rocío, momento en que condensa la masa de aire húmedo.

La importancia de las lluvias para la construcción de un invernadero está dada más por el régimen de caída que por su distribución anual. En esto tiene importancia el tamaño de la gota para establecer las resistencias del plástico y la estructura, y por otro lado la máxima intensidad horaria, ya que condiciona el diseño y construcción de la canaleta, lo cual se verá en otro apartado. (iglesias, 2019)

2.6.8 GRANIZO

La única nube que produce granizo es el cumulonimbo, debido a sus fuertes corrientes ascendentes convectivas, que arrastran gotas de lluvia formadas por condensación intensa y por colisión-coalescencia, hasta niveles más altos donde se congelan cristalizándose en forma de granizo. Estas gotas congeladas caen nuevamente al alcanzar niveles de menor convección, recubriéndose de hielo al chocar con gotas subfundidas. Los movimientos alternativos ascendentes y descendentes repetidos dan lugar a capas concéntricas de hielo opaco o cristalizado. (iglesias, 2019)

2.6.9 DIMENSIONES DEL INVERNADERO

Cuando se proyecta la construcción de un invernadero, es necesario tener en cuenta que la relación largo-ancho juega un rol muy importante en el microclima que se generará en su interior. De esta relación depende la superficie expuesta del invernadero, o dicho en otras palabras, los metros de paredes que están en contacto con el ambiente exterior, (Mitidieri, 2006)

2.6.10 IMPORTANCIA DE LA CUBIERTA DEL INVERNADERO

La cubierta del invernadero es el tercer factor de importancia en la construcción del mismo, ya que una cubierta inadecuada en una estructura óptima malogrará todos los beneficios contemplados en la inversión. El primer tema es el tipo de material. Si bien el vidrio posee las mejores propiedades ópticas y térmicas, las estructuras para sostenerlo y el costo total es elevado, lo que hace que el material más utilizado sean los materiales flexibles, y dentro de los mismos en nuestro país lo es el polietileno. Como en el mercado existen distintas clases de polímeros, haremos una descripción de los mismos para una correcta elección. El diseño y la estructura de invernadero se deben adecuar al tipo de material que se elija como cubierta, ya que éste determinará el peso que deberá soportar la estructura, y por lo tanto, el espacio que deberá haber entre pilares, barras de soporte, correas, distancia entre canal y cumbrera, y forma del techo. (iglesias, 2019)

Para la correcta elección del material de cobertura de nuestro invernadero es necesario conocer las propiedades físico mecánicas, ópticas y térmicas de las películas plásticas, y evaluarlas en base al tipo de invernadero que tenemos, el cultivo que haremos, las condiciones climáticas del lugar y la rentabilidad que se quiera obtener. Propiedades físico-mecánicas

2.6.11 PESO

Comparado con el vidrio, las películas de plástico tienen menor peso por unidad de superficie, lo que reduce su exigencia en estructuras y por tanto aumenta la uniformidad de la luz en el interior al reducir el sombreado de una estructura pesada. Los materiales rígidos además de un peso mayor por superficie se comercializan en

menores tamaños (largo x ancho) que los flexibles, con lo cual requieren un mayor número de soportes.

2.6.12 DENSIDAD

Los materiales flexibles que se utilizan para cubiertas son mayormente poliolefínicos, presentando densidades menores a $1\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. A mayor cristalinidad de los polietilenos, mayor densidad. La flexibilidad, permeabilidad y propiedades térmicas del polímero dependen de su cristalinidad. Una densidad baja facilita la manipulación y el transporte unido a un menor precio.

2.6.13 ESPESOR

Esta propiedad está relacionada con la transmisión de calor por conducción desde dentro del invernadero hacia el exterior, ya que la conducción depende por un lado del coeficiente de transmisión térmica del material y por otro lado del espesor del mismo. Las unidades de medida se expresan en milímetros para cubiertas de vidrio y plásticos rígidos y micrones para películas flexibles. ($1\text{mm} = 1000\ \mu$). Para proteger el cultivo de las bajas temperaturas se recomiendan películas plásticas de 150μ ó superiores, que contengan EVA y aditivos térmicos.

2.6.14 PROPIEDADES ÓPTICAS

Transmisión de la radiación solar. Transmitancia. Es la propiedad de los materiales que permite la mayor o menor facilidad de transmisión de la radiación solar, y cuya expresión corresponde a la relación entre la radiación en el interior del invernadero y la medida simultáneamente en el exterior, en unidades porcentuales (%).

2.6.15 PROPIEDADES TÉRMICAS Y COMPORTAMIENTO TÉRMICO

La capacidad de protección contra el frío de un material depende por un lado de su transmitancia para la radiación IR larga, y por otro de las pérdidas por conducción y convección a su través

2.6.16 ENVEJECIMIENTO

La exposición prolongada a la intemperie de los materiales plásticos lleva a su degradación por efecto de diversos factores como la radiación solar, calor, ozono, polución atmosférica, acción de los vientos, agua, granizo, tensión mecánica y

contaminantes químicos. Entre estos, el factor más agresivo está dado por la componente ultravioleta (UV) de la radiación solar, que provoca el envejecimiento del material plástico (col, 2012)

2.6.17 TIPOS DE MATERIALES DE CUBIERTA DE LOS INVERNADEROS

La importancia del material de cobertura en un cultivo bajo invernadero estriba en que constituye el agente modificador del clima natural de la zona en donde se vaya a construir el invernadero. La elección del material de cobertura dependerá de una serie de criterios o indicadores, que interaccionados entre sí, ayudarán al productor en la elección del material apropiado. Estos indicadores se pueden resumir en (Montero)., 1995)

- Respuesta agronómica debida al material empleado (precocidad, producción y calidad).
- Propiedades ópticas, térmicas y mecánicas del material de cubierta.
- Estructura del invernadero, anclaje o sujeción del plástico

Los materiales de cubierta que se utilizan en el mundo se dividen en tres grupos (Montero)., 1995)

- Vidrio impreso o catedral.
- Plásticos rígidos: polimetacrilato de metilo (PMMA), policarbonato (PC), poliéster con fibra de vidrio, policloruro de vinilo (PVC).
- Plásticos flexibles: policloruro de vinilo (PVC) y poliolefínicos: polietileno de baja densidad (PEBD), polietileno de baja densidad lineal (PEBDL), copolímero etilén vinil acetato (EVA) y materiales coextruidos.

2.7 RIEGO POR ASPERSION

El riego por aspersión consiste en aplicar el agua al suelo simulando una lluvia. Este efecto es conseguido gracias a la presión en que fluye el agua dentro de un sistema de tuberías y es expulsada al exterior a través de las boquillas de un aspersor. Normalmente, la presión requerida se obtiene a partir de bombas hidráulicas las

cuales aspiran el agua desde un canal, río o pozo. Sin embargo, el sistema también puede operar sin bombas cuando la fuente de agua se encuentra en una posición más elevada que el terreno a regar.

El riego por aspersión muestra ventajas considerables en relación al riego gravitacional en las siguientes condiciones:

- Terreno de topografía irregular.
- Suelos delgados.
- Suelos con alta velocidad de infiltración.
- Suelos susceptibles a la erosión.
- Cuando se dispone de poco caudal.

Diseño de riego por aspersión.

El diseño de riego por aspersión incluye uno agronómico y uno hidráulico. El diseño agronómico corresponde a la determinación de:

- Evapotranspiración.
- Lámina de reposición.
- Velocidad de infiltración básica.
- Frecuencia de riego y superficie mínima de riego diario.
- Selección del modelo de aspersor y disposición de los mismos en el campo.
- Número de laterales necesarios para cumplir el programa de riego.
- Determinación de caudales requeridos.

El diseño hidráulico corresponde al cálculo de los diámetros de tuberías requeridos para que el sistema funcione, cumpliendo ciertos requisitos mínimos establecidos y a la selección del equipo de bombeo, si este fuera necesario.

Diseño Agronómico. Lámina de agua a reponer. La lámina de reposición (H) corresponde a la cantidad de agua necesaria para suplir el déficit de humedad del suelo, producto de la extracción de agua por parte del cultivo. (L, 2001)

Instalar el invernadero sobre suelos con poca pendiente, de buena calidad, sin riesgo de inundación y protegidos de los vientos predominantes (Oeste y sud-oeste) pero con buena iluminación desde el Este y el Norte.

2.8 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO

Los sistemas de riego por goteo permiten conducir el agua mediante una red de tuberías y aplicarla a los cultivos a través de emisores que entregan pequeños volúmenes de agua en forma periódica. El agua se aplica en forma de gota por medio de goteros. El riego por goteo es un sistema presurizado donde el agua se conduce y distribuye por conductos cerrados que requieren presión. Desde el punto de vista agronómico, se denominan riegos localizados porque humedecen un sector de volumen de suelo, suficiente para un buen desarrollo del cultivo (INTA, 2015)

2.9 SUSTRATO

Un sustrato es todo aquel material sólido o soporte físico diferente al suelo, que puede ser natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, introducido en un recipiente, tierra o un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite y facilita el anclaje del sistema radicular de las plantas, su desempeño y soporte. (sembralia)

2.9.1 SUSTRATO 1

Es un sustrato a base de fibra de coco el cual en cantidades esta se pone al 60% es decir, por cada 1kg de sustrato 600gr serán de este sustrato, como segundo va el humus de origen vegetal a un 30% total de la mezcla, El humus nos va a ayudar a inhibir o reducir el crecimiento de hongos patógenos para las plantas, estimula la vida microbiana del subsuelo y protege las raíces contra enfermedades del suelo, entre otras, en tercer lugar va la arena de rio Esta nos ayudará a que la mezcla no se apelmace y tenga buena hidración. Formará el 1% del total de la mezcla. Es decir, 10gr de 1 kilo en total de la mezcla. Y por último es la vermiculita, esta es un mineral que está formado por silicatos de hierro o magnesio. Este componente nos servirá para retener la humedad y airear la mezcla. Podemos echar por encima del semillero o añadir un poco a toda la mezcla y removerla.

2.9.2 SUSTRATO 2

Es un sustrato a base de compost o turba la cual está hecha a base de desechos orgánicos como cascara de huevo, de frutas, verduras en combinación con tierra la cual aporta todos los nutrientes necesarios para que la plántula crezca sana y fuerte de este sustrato se coloca el 60% del total de la mezcla en segundo va el humus de lombriz la cual es un fertilizante natural con un pH neutro y esencial para darle nutrición a las plántulas este sustrato va en un 30% de la mezcla total, en tercer lugar sigue la perlita, Este sustrato artificial de baja densidad retiene una gran cantidad de agua, es de pH neutro (lo que lo hace muy versátil), se puede mezclar con la turba para reforzar sus propiedades y aguanta más tiempo que la lana de roca.

También cabe destacar que la perlita es un sustrato químicamente activo, lo que significa que aporta nutrientes a la planta para que crezca más y mejor.

2.9.3 HUMUS DE LOMBRIZ:

El humus de lombriz es entonces un abono orgánico proveniente de la actividad de las lombrices; se trata de un producto de color café oscuro, granulado, homogéneo e inodoro. Su producción en los últimos años ha tomado gran importancia, ya que mejora las características fisicoquímicas del suelo, pero sobre todo por ser un abono orgánico de alta pureza. El humus de lombriz es una alternativa interesante para nutrir a los cultivos, además de ser uno de los abonos orgánicos más completos e integrales que se conocen en la actualidad, cuyo manejo también es sencillo, así como su obtención (fertilab).

2.9.3.1 BENEFICIOS DEL USO DEL HUMUS DE LOMBRIZ

El humus sólido contiene una elevada carga enzimática y bacteriana, lo cual beneficia en la solubilización de nutrientes y permite su absorción por los sistemas de raíces. Así también, mejora la retención de los mismos, es decir, impide que se laven fácilmente con el agua de riego. El humus beneficia la germinación de las semillas y por ende, el desarrollo inicial de las plantas, mejorando el porte comparados con otras plantas de la misma edad. (Barbado, 2004)

2.9.4 LA VERMICULITA

Es un mineral formado por silicatos de aluminio y hierro-magnesio extraídos en minas abiertas, tiene la propiedad de exfoliarse al ser calentada. El rango de exfoliación llega a ser de 8 veces su volumen original y convierte los densos copos de mineral en ligeros gránulos porosos que contienen innumerables capas de aire. La vermiculita exfoliada es ligera y limpia, tiene un elevado valor de aislamiento térmico y acústico, es incombustible e insoluble al agua y tiene la capacidad de absorber líquidos. (perlindustria, 2002)

2.9.5 EL COMPOSTAJE

Es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. (pantoja, 2013)

2.9.6 ESTIÉRCOL

Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de animales domésticos. Puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales. Aunque el estiércol es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, comparado con los fertilizantes sintéticos sus contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. (pantoja, 2013)

2.9.7 ABONO ORGÁNICO

El abono orgánico abarca los abonos elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal y residuos de cultivos. Los

abonos orgánicos son materiales cuya eficacia para mejorar la fertilidad y la productividad de los suelos ha sido demostrada (pantoja, 2013).

2.9.8 MATERIA ORGÁNICA

Residuos vegetales, animales y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo. (pantoja, 2013)

2.9.9 MICROORGANISMOS

Organismos vivos microscópicos (hongos, incluyendo levaduras, bacterias incluyendo actinobacterias, protozoos como nemátodos etc.). (pantoja, 2013)

2.10 ORIENTACION SOLAR

La orientación de la cumbre del invernadero, debe orientarse en el sentido E-O para favorecer la captación de radiación y la capacidad de acumulación de calor en el suelo. Es necesario ubicar las estructuras con el eje mayor en dirección de los vientos predominantes. Por lo general, se aconseja la orientación este-oeste (E-O), la cual va a permitir una mayor resistencia y mejor aprovechamiento de la luz. Deben tener cortinas rompe vientos en el sector sur y oeste, nunca en el norte o este ya que le restarían luz. (Agropecuaria, 2014)

2.11 AGRICULTURA DE HORTALIZAS EN EL BAJIO

El Gran Bajío es una región de gran potencia y estabilidad socioeconómica. Gracias a su localización centralizada en México, su sistema universitario que se presta a una mano de obra más tecnificada y una infraestructura que conecta la región con el exterior y con más de la mitad de la población mexicana, el Gran Bajío ofrece a su población e inversionistas foráneos la seguridad de una prosperidad a largo plazo. Presentemente esta prolífica zona alberga un sinnúmero de multinacionales que exportan sus servicios y productos al resto de Norteamérica, Centroamérica y países asiáticos. Aunque la zona resalta por sus industrias manufactureras y de

servicios, sus tierras fértiles abastecen cerca de un tercio del valor de producción total de las hortalizas más importantes para el país. (Meléndez-Hustick, 2015).

Para el propósito de crear un reporte sobre la producción agrícola de esta importante región mexicana, hemos definido al Gran Bajío como la región geográfica que incluye los estados de **Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas**. (Meléndez-Hustick, 2015)

Según estadísticas reportadas por, las 10 hortalizas más importantes para México generaron 71,591 MDP — de los cuales el 27% fue aportado por productores del Gran Bajío. (sagarpa, 2014)

TABLA 1 HORTALIZAS DEL BAJO



Siete de estas 10 hortalizas son de gran importancia para la región — produciéndose en al menos cuatro estados del Bajío. A nivel nacional, **Guanajuato**

es el productor líder de brasicáceas (brócoli y coliflor), mientras que Zacatecas es el productor líder de chile verde y segundo estado productor más importante de cebollas, seguido de cerca por Guanajuato y Michoacán. Los distritos de Zacatecas y Fresnillo contribuyen casi el 90% de la producción de chile verde del estado de Zacatecas, mientras que los distritos de **Cortazar y Celaya en Guanajuato contribuyen con más de la mitad de toda la coliflor y lechuga producida por el estado.** (Meléndez-Hustick, 2015)

El tomate es la hortaliza con mayor volumen de producción en la región del Bajío, la de mayor producción en Michoacán y Querétaro; mientras que la cebolla es la hortaliza de mayor producción en Zacatecas y el elote en Jalisco. **La producción de lechuga romana se concentra mayormente en Guanajuato**, aunque es la hortaliza líder en Aguascalientes.

El Gran Bajío ya se ha posicionado como una de las regiones de mayor importancia para el país, sin embargo, la continua mejora de la zona y el espíritu de superación de sus gentes hacen que estas impresionantes cifras sean sólo el comienzo de la promesa de éxito y continua superación de la región mexicana. (Meléndez-Hustick, 2015)

2.12 DISEÑO DE EXPERIMENTOS

El diseño de experimentos (DOE) es una técnica que consiste en realizar tilla serie de experimentos en los que se inducen cambios deliberados en las variables de un proceso, de manera que es posible observar e identificar las causas de los cambios en la respuesta de salida. Con esta técnica se puede conseguir, por ejemplo, mejorar el rendimiento de un proceso y reducir su variabilidad o los costos de producción. (ILZARBE IZQUIERDO, TANCO, VILES, & ÁLVAREZ SÁNCHEZARJONA, 2007)

A pesar de que el DOE se define como una herramienta eficaz para mejorar y optimizar procesos y productos, su aplicación no es muy habitual en las industrias. Los ingenieros utilizan limitadamente las técnicas estadísticas avanzadas para solucionar sus problemas, pues están condicionados por no tener conocimientos estadísticos. (ILZARBE IZQUIERDO, TANCO, VILES, & ÁLVAREZ SÁNCHEZARJONA, 2007)

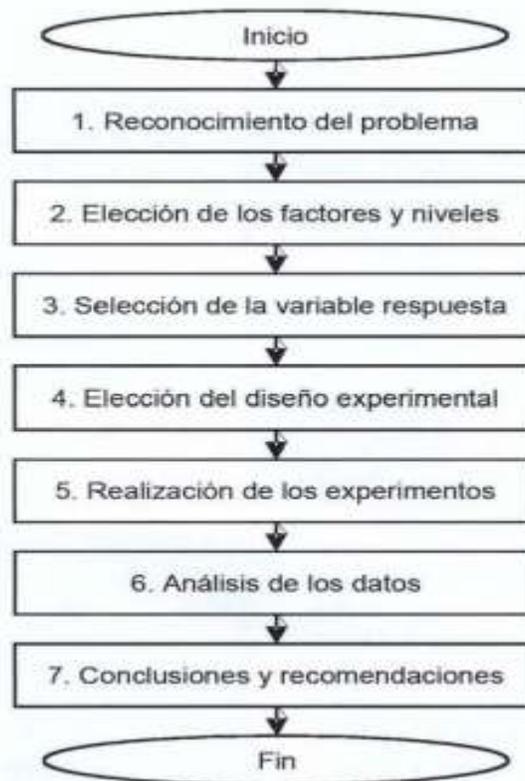


ILUSTRACIÓN 1 PROCESO DE UN DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Un diseño de experimentos implica mucho más que decidir cuáles son las condiciones en las que se realizarán cada uno de los experimentos necesarios para conseguir el objetivo; se deben considerar, además, varias etapas previas y posteriores a la ejecución de tales experimentos. Por esto, Hahn prefiere denominarlo planificación de la investigación, pues considera que este término es

más amplio que el DOE. (ILZARBE IZQUIERDO, TANCO, VILES, & ÁLVAREZ SÁNCHEZARJONA, 2007)

El primer paso para realizar un DOE es reconocer el problema. Se entiende como problema tanto una situación no deseable en la que algo está funcionando mal, como una situación que trabaja correctamente, pero que se desea mejorar. La formulación del problema debe ser una descripción concisa y centrada en aquello que está mal, siempre que sea posible, será conveniente cuantificar el problema en términos de costo, pues esto permitirá cuantificar la mejora conseguida al final del proceso. (ILZARBE IZQUIERDO, TANCO, VILES, & ÁLVAREZ SÁNCHEZARJONA, 2007).

2.13 PRUEBAS DE HIPÓTESIS

Las investigaciones son diseñadas para responder a múltiples preguntas; sin embargo, en el presente capítulo nos concentraremos en una de las preguntas más simples: **¿existe una diferencia estadísticamente significativa entre un estimador y el parámetro de la población o entre dos estimadores?** Para responder a esta pregunta recurrimos a la prueba de hipótesis o contrastes.

Al someter a prueba una hipótesis determinamos si dos valores numéricos--obtenidos de un diseño estadísticamente válido--son diferentes a un nivel de significancia dado. (fallas, 2012)

Prueba Z. Una muestra.	$z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$	Población Normal ($n \geq 30$) σ conocida
Prueba Z. Dos muestras	$z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}$	Población Normal obs. independientes σ_1 y σ_2 conocidas
Prueba t. Una muestra.	$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}, \text{ gl} = n - 1$	Población Normal ($n \geq 30$) σ desconocida
Prueba t varianzas iguales. Dos muestras independientes	$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}},$ $s_p^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2},$ $\text{gl} = n_1 + n_2 - 2$	Población Normal ó $n_1 + n_2 > 40$ observaciones independientes $\sigma_1 = \sigma_2$ (σ_1 y σ_2 desconocidas)
Prueba t varianzas no iguales. Dos muestras independientes	$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}},$ $df = \frac{(n_1 - 1)(n_2 - 1)}{(n_2 - 1)c^2 + (n_1 - 1)(1 - c^2)},$ $c = \frac{\frac{s_1^2}{n_1}}{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} \text{ o } df = \min\{n_1, n_2\}$	Población Normal ó $n_1 + n_2 > 40$ observaciones independientes $\sigma_1 \neq \sigma_2$ y (σ_1 y σ_2 desconocidas)
Prueba t pareada	$t = \frac{\bar{d} - d_0}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}, df = n - 1$	Población Normal de diferencias o $n > 30$) y σ desconocidas

ILUSTRACIÓN 2 ALGUNAS PRUEBAS DE HIPÓTESIS UTILIZADAS

2.14 ANOVA

El ANOVA es un conjunto de técnicas estadísticas de gran utilidad y ductilidad. Es útil cuando hay más de dos grupos que necesitan ser comparados, cuando hay mediciones repetidas en más de dos ocasiones, cuando los sujetos pueden variar en una o más características que afectan el resultado y se necesita ajustar su efecto o cuando se desea analizar simultáneamente el efecto de dos o más tratamientos diferentes.

El contraste de hipótesis del ANOVA se basa en comprobar si las medias de las muestras difieren más de lo que cabe esperar cuando es cierta, la hipótesis nula. w Esta cuestión acerca de las medias se responde analizando las varianzas. n Nos

fijamos en las varianzas, porque, cuando queremos saber si algunas medias difieren entre sí, tenemos que valorar la varianza entre estas medias. (ANOVA)

2.15 PRUEBA DE HIPÓTESIS 2T

2.15.1 ¿QUÉ ES LA PRUEBA *T* DE DOS MUESTRAS?

La prueba *t* de dos muestras (también llamada prueba *t* de muestras independientes) es un método utilizado para probar si las medias de población desconocidas de dos grupos son iguales o no.

2.15.2 ¿CUÁNDO PUEDO USAR ESTA PRUEBA?

Puede utilizar la prueba cuando los valores de sus datos son independientes, son elegidos aleatoriamente de dos poblaciones normales y los dos grupos independientes tienen varianzas iguales.

2.15.3 ¿QUÉ NECESITO?

Para la prueba *t* de dos muestras, necesitamos dos variables. Una variable define los dos grupos. La segunda variable es la medida de interés. También tenemos una idea, o hipótesis, de que las medias de las poblaciones subyacentes de los dos grupos son diferentes (*jmp*).

2.15.4 TEST E INTERVALOS DE CONFIANZA PARA LA DIFERENCIA DE MEDIAS DE DOS POBLACIONES.

Un test de hipótesis para dos muestras es similar en muchos aspectos al test para una muestra.

- Se especifica una hipótesis nula, en la mayoría de los casos se propone que las medias de las dos poblaciones son iguales y se establece la hipótesis alternativa (uní o bilateral).
- Se especifica un nivel de significación α .

- Se calcula el p-valor: la probabilidad de obtener datos cuyas medias muestrales difieren tanto o más que la diferencia observada cuando H_0 es verdadera. Si esta probabilidad es pequeña (menor que α) se rechaza H_0 y se concluye que la diferencia observada no es atribuible al azar y las medias de las dos poblaciones son diferentes. El estadístico del test dependerá de la estructura de los conjuntos de datos. En particular es importante establecer si los datos corresponden a muestras apareadas o independientes. (Kelmansky)

2.16 DISEÑO FACTORIAL 2K

El más importante de los casos especiales de los diseños factoriales es el que tiene k factores cada uno a dos niveles. Estos niveles pueden ser cuantitativos, valores de temperatura o presión, o pueden ser cualitativos, tales como 2 máquinas o dos operadores, o tal vez pueda ser la presencia o ausencia de un factor. Una réplica completa de tal diseño requiere $2 \times 2 \times 2 \times \dots \times 2 = 2^k$ observaciones y se conoce como un diseño factorial 2^k . (diseño factorial 2^k)

Como cada factor en el experimento tiene 2 niveles los llamaremos nivel bajo (-) y nivel alto (+). El diseño mas pequeño en este tipo de experimento es el que tiene $k = 2$ factores. Es importante realizar réplicas de cada tratamiento o combinación en el experimento ya que esto me permite comparar entre valores (datos obtenidos en los diferentes niveles de un factor fijando los demás factores) y dentro de valores (datos obtenidos de una misma combinación). (diseño factorial 2^k)

El número de corridas a realizarse en el experimento es $2^k \times \#$ réplicas. Además, también es importante que el orden en que se realizan las corridas sea aleatorio, es por esto que el experimento es un experimento completamente aleatorio. Muchas veces resulta conveniente escribir la data en orden descendente de las combinaciones de los tratamientos. (diseño factorial 2^k)

MARCO LEGAL

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (D.O.F. 18-ene-2020)
- Código Territorial Para El Estado y Los Municipios de Guanajuato. (P.O. 07-dic-2020) Artículo 103, 279
- Ley Para la Protección y Preservación Del Ambiente Del Estado de Guanajuato. (P.O. 15-may-2019)
- Reglamento Del Servicio Público de Parques, Jardines y Áreas Verdes del Municipio de Moroleón, Gto. (P.O. 19-mar-2021).

MARCO FISICO.

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.



ILUSTRACIÓN 3. LOCALIZACIÓN MOROLEÓN. FUENTE: IMPLAN CON DATOS INEGI.

El municipio de Moroleón se localiza en la región Sur del Estado, colindando con Uriangato al Este y Yuriria al norte y oeste; al sur colindando con los municipios de

Cuitzeo y Huandacareo del estado de Michoacán; ubicado entre las coordenadas UTM 256,834.55m - 274,076.56m E y 2,213,797.31m – 2,230,988.22m N.

V.1.2. EXTENSIÓN TERRITORIAL.

La extensión territorial del municipio de Moreleón asciende a 158.58 km², y una altitud que va desde los 1760 y los 2821 metros sobre el nivel del mar. Se cuenta con 18 localidades, 1 de tipo urbana y 17 de tipo rural.

<i>Área Geoestadística Estatal</i>	<i>Localidad</i>	<i>Coordenadas UTM</i>		<i>Altitud</i>
		<i>E</i>	<i>N</i>	
110210001	Moreleón (Cab.)	271145.857	2227579.492	1,807
110210002	Amoles	258563.135	2219306.762	2,358
110210003	La Barranca	266092.473	2221837.770	2,134
110210004	Caricheo	265442.930	2225068.077	1,880
110210005	Cepio	269170.363	2221972.142	1,907
110210006	Cuanamuco	268023.382	2219006.401	2,020
110210010	Loma	264603.111	2221528.180	2,221
110210011	Ojo de Agua de en Medio	263869.488	2228166.105	1,805
110210012	La Ordeña	261576.675	2224192.129	2,030
110210013	Pamaseo	262773.854	2223905.131	1,989
110210014	Las Peñas	265360.935	2223938.366	1,904

110210015	Piñicuaró	265797.303	2218374.033	2,099
110210016	Quiahuyo	265195.657	2227535.992	1,799
110210017	Rancho Nuevo	266806.140	2217019.359	2,086
110210018	El Salto	271544.231	2218393.092	1,980
110210020	Santa Gertrudis	260423.836	2220410.386	2,346
110210021	La Soledad	270087.709	2222918.384	1,891
110210038	Rinconadas del Bosque	270123.711	2222488.134	1,893

TABLA 2 LOCALIDADES DE MOROLEÓN FUENTE: IMPLAN CON DATOS INEGI.

V.1.3. FISIOGRAFÍA.

El sistema de topoformas del municipio de Moroleón se divide en 3 tipos lomerío llanura y sierra, los cuales se describen de manera más específica como: vaso lacustre al oeste del municipio, sierra volcánica con laderas tendidas con lomeríos al centro del municipio,

lomerío de tobas en la zona este donde se ubica la ciudad y sierra con laderas de escarpa de falla al sur del municipio donde se alcanza la mayor altitud del municipio.

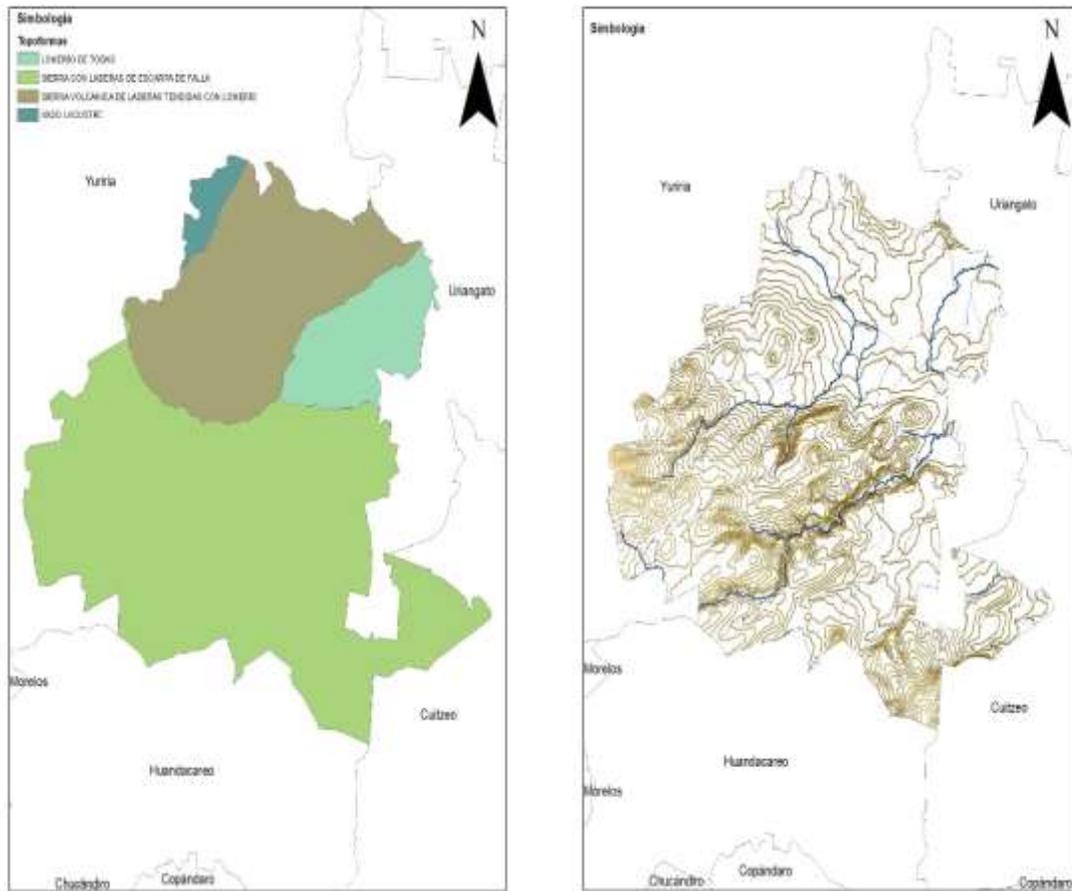


ILUSTRACIÓN 4 FISIOGRAFÍA DE MOROLEÓN. FUENTE: IMPLAN CON DATOS INEGI.

V.1.4. OROGRAFÍA.

Moroleón cuenta con un relieve muy áspero y es por esto que el poblado se encuentra en un llano formando una cuenca con los cerros y las lomas inmediatas.

Las montañas más altas son: Cerro de los Amoles con 2 mil 800 msnm, Mesa el Cerrito Huevo con 2 mil 400 msnm y Cerro blanco con 2 mil 280 msnm. Además de estado podemos mencionar a Cerro prieto., Quiahuyo, Caricheo, Huevo y el Melón. Todos forman parte de la sierra de Piñicuaró y se calcula promedios aproximada de 2 mil 400 msnm.

Clave	Nombre suelo	Fase física	%
Vp+l/3/P	Vertisol	Pedregosa	50.60%
Vp/3	Vertisol		1.93%
Vp/3/L	Vertisol	Lítica	13.92%
Vc+Lv/3/P	Vertisol	Pedregosa	17.02%
Vp/3	Vertisol		0.06%
Lc+Hh+Be/2/L	Luvisol	Lítica	16.47%

TABLA 3 GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA DE MOROLEÓN DATOS INEGI.

V.1.7. CLIMA.

El municipio de Moreleón se encuentra un clima Templado (C) subhúmedo (w), de acuerdo con la clasificación Köppen modificada, existen en México amplias zonas con clima C que se localizan en las zonas montañosas o llanuras de altitud superior a 800 o 1 000 m, en lugares en donde la temperatura media de un mes, por lo menos, desciende por debajo de 18° C.

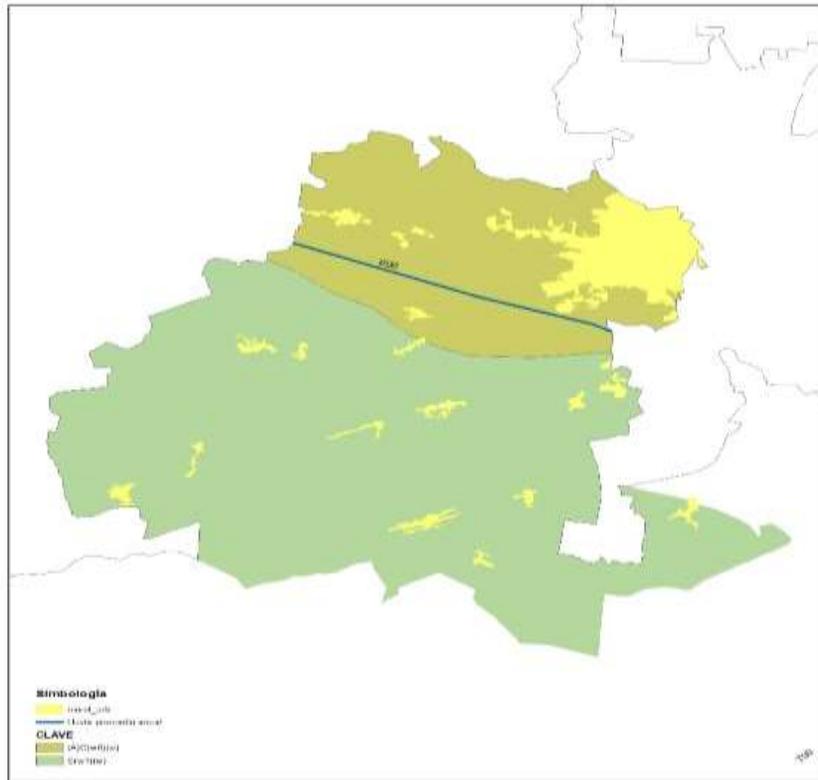


ILUSTRACIÓN 5 CLIMA DE MOROLEÓN. FUENTE: IMPLAN CON DATOS INEGI.

Las precipitaciones en el municipio se dividen en dos de 600 a 800 mm lluvia al año en la mayor parte del municipio, y de 800 a 1000 mm en la zona del área natural protegida al suroeste del municipio.

V.2. MEDIO AMBIENTE DEL MUNICIPIO.

V.2.1. PRINCIPALES ECOSISTEMAS.

En los apartados de a continuación se analizarán los ecosistemas de Flora, zona urbana y usos de suelo.

Se cuenta con un área natural protegida, el área natural protegida cerro de los Amoles, colinda al norte con las comunidades el moral, El Moralito y San Isidro Calera del municipio de Yuriria; La Ordeña, Las Peñas y presa de Quiahuyo del municipio de Moroleón. Al sur con las comunidades de Cerécuaro y San Felipe del municipio de Yuriria; Corrales del estado de Michoacán; Amoles, La Loma y Piñicuaro del municipio de Moroleón. Al este con la comunidad de Cepio y la cabecera municipal de Moroleón. Al oeste con las comunidades de Aragón, Las Mesas y Cerano del municipio de Yuriria.

USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN	PORCENTAJE
Agricultura de riego anual	0.02%
Agricultura de riego anual y semipermanente	0.13%
Agricultura de temporal anual	44.32%
Asentamientos humanos (rurales)	1.99%
Asentamientos humanos (urbanos)	5.12%
Bosque de encino	10.57%
Bosque de pino	1.03%
Cuerpo de agua	0.30%
Pastizal inducido	13.80%
Vegetación secundaria arbórea de bosque de encino	0.69%
Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	11.69%
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	1.33%
Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	9.01%

TABLA 3 PORCENTAJE DE USO DE SUELO Y VEGETACIÓN EN MOROLEÓN

Capítulo 3

3 Planteamiento del problema

3.1 IDENTIFICACIÓN.

En la ciudad de Morelón existe la necesidad por parte de la ciudadanía de una más amplia lista de especies de plantas en el vivero municipal a disposición de todos los ciudadanos, especies tanto de forestales, frutales como de hortalizas, el departamento de desarrollo urbano, ordenamiento territorial y medio ambiente se ha hecho consciente de esta problemática y está tomando cartas en el asunto, tomando la iniciativa de realizar un proyecto de un invernadero para la producción de este tipo de especies. Sin embargo las limitaciones de presupuesto en el ayuntamiento no están muy destinadas a este tipo de proyectos nos ha llevado a buscar algunas otras alternativas en la optimización de los recursos económicos, las instalaciones de un invernadero profesional están a base de aluminio plástico el cual cubre todo el invernadero y son estructuras bastante costosas, no solo la estructura si no también el área de trabajo las charolas de germinado y el sistema de riego automatizado, a lo que todo esto se sustituyó con una estructura de acero abandonada en el área del zoológico la cual fue donada para el departamento de medio ambiente algunos tramos de acero ya estaban muy desgastados para formar parte de la estructura principal a lo que se optó por utilizarlos en las mesas de trabajo, toda la cimentación y la base del invernadero es de concreto armado así como también las bases de las mesas de trabajo, el sistema de riego se utilizó manguera de ½ pulgada a la cual se le insertaron micro aspersores para realizar el riego de forma automática al solo abrir la llave.

¿Se podrá realizar un invernadero de manera económica con los recursos asignados por la presidencia de Morelón?

¿Se podrá realizar una composta de manera económica sin perder la eficiencia nutricional con los recursos asignados por la presidencia de Morelón?

3.2. JUSTIFICACIÓN.

Después de un análisis en el área de trabajo se identificó que la producción de árboles dentro del vivero municipal es muy limitada debido a la falta de instalaciones adecuadas para el desarrollo de plántulas y la producción de especies variadas de plantas, con este invernadero se pretende alcanzar la petición de los ciudadanos hasta un 80% promoviendo huertos caseros, produciendo variedad de especies, como lo son las hortalizas, forestales, frutales ya con esta producción manejar un banco de especies de plantas extenso el cual debe estar completamente disponible para el municipio y así lograr darle abasto a la demanda exigida por los ciudadanos.

3.3. ALCANCE.

Se pretende alcanzar una buena producción de plántulas, las cuales algunas de ellas se darán como donaciones y las otras estarán en venta, así como también germinar planta de temporadas para darle un apoyo al municipio económicamente y llegar hasta las comunidades para capacitaciones tanto verbales como prácticas, pláticas sobre el cuidado de las plantas y promover los huertos en casa, así como mostrarles su importancia.

Hipótesis

H0= No es posible construir un invernadero con poco recurso

H1= si es posible, construir el invernadero con poco recurso

H0= No es posible hacer una composta de calidad con bajo recurso

H1= si es posible, es posible hacer una composta de calidad con poco recurso

Capítulo 4

Objetivos

Tipos de objetivos a desarrollar en la investigación:

4.1 OBJETIVOS GENERALES.

Optimizar la germinación de semillas de diversos tipos para lograr que por primera vez en el municipio ser productor de plántulas forestales y hortalizas y así proveer con apoyos alimentarios, cubrir la demanda de los comedores comunitarios y la solicitada de especies así mismo apoyar a las comunidades del municipio, dando un resultado beneficioso principalmente al municipio y la población en general a su vez esto dará un sustento económico en el municipio.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Crear un diseño de instalaciones óptimas para la producción y desarrollo de plántulas hortícolas y forestales.
2. Diseñar un sistema de riego estandarizado basado en las necesidades de la plántula.
3. Aprovechar al máximo el espacio de trabajo para así tener óptimos resultados y mayor producción sin dejar a un lado el espacio para que el trabajador realice sus actividades dentro de las instalaciones de una manera segura y adecuada.
4. Diseñar el plan estratégico de plantación.
5. Describir la secuencia de actividades por el trabajador enfocado a la producción de plántulas.
6. Optimización de instalaciones complementarias de producción.
7. Estandarización de Procesos de Producción y actividades laborales.

Diagrama de operaciones	Lugar: Vivero municipal
Producto: Plantula	Operador: Luis Antonio Castillo Jimenez
Actividad:	Fecha: 07 Nov 2022

Proceso de produccion de plantulas						
OPERACIÓN	INSPECCION	OP/INS	TRANSPORTE	DEMORA	ALMACEN	Descripcion del proceso
●	■	●	➡	⌒	▼	Selección de semilla a cultivar
●	■	●	➡	⌒	▼	Preparacion del sustrato
●	■	●	➡	⌒	▼	limpieza y preparacion del contendor
●	■	●	➡	⌒	▼	Se toma el contenedor y se procede a llenarlo de sutrato
●	■	●	➡	⌒	▼	Se verifica que todos los orificios esten completamente llenos
●	■	●	➡	⌒	▼	Una vez que ya todos esten llenos se limpia de cualquier muestra de sustrato por fuera Con el dedo se omprime cada orificio del contendor para hacer un orificio de 3mm a 5mm
●	■	●	➡	⌒	▼	Se coloca de 1 a 2 semillas por compartimiento del contendor
●	■	●	➡	⌒	▼	Verificar que cada compartimiento tenga de 1 a 2 semillas
●	■	●	➡	⌒	▼	Se prepara la vermiculita y se esparsa por todo el contenedor tapando la semilla
●	■	●	➡	⌒	▼	Se verifica que todo compartimiento este tapado por completo
●	■	●	➡	⌒	▼	Se traslada el contenedor a la mesa de trabajo donde sera almacenada
●	■	●	➡	⌒	▼	Se da riego y mantiniemento ya que la plantula alcance de 15 a 20 cm de longitus se realizara trasplante
●	■	●	➡	⌒	▼	con una herramienta especial se retira la plantula de cada compartimiento
●	■	●	➡	⌒	▼	Se llenan macetas de tierra compost a 3/4 de su totalidad
●	■	●	➡	⌒	▼	se introduce la plantula en cada maceta se rellena el 1/4 faltante de la maceta con tierra compost
●	■	●	➡	⌒	▼	se traslada la maceta a la charca donde sera almacenada la plantula para su disposicion final.
●	■	●	➡	⌒	▼	riego y mantienimiento

NOTA: El proceso varea entre cada semilla, así como también su compartimiento final depende de la plántula así dependerá la capacidad de su maceta, sin embargo este es un proceso estandarizado, el cual es el que se utilizó.



ILUSTRACIÓN 7 CAPACIDAD DE MACETAS SEGUN SU SEMILLA

Capítulo 5

Metodología

5.1 DISEÑO FACTORIAL 2k

Se realizó otro experimento basado en los mismos sustratos orgánicos para analizar cual factor influye más en la germinación de la semilla. Se analizaron dos factores: Fibra de coco (A), Vermiculita (B). Este experimento se llevó a cabo con una base de tierra de composta al 60% del total de la mezcla y 30% de humus de lombriz. Se realizó una matriz donde se analizaron 3 réplicas de cada factor.

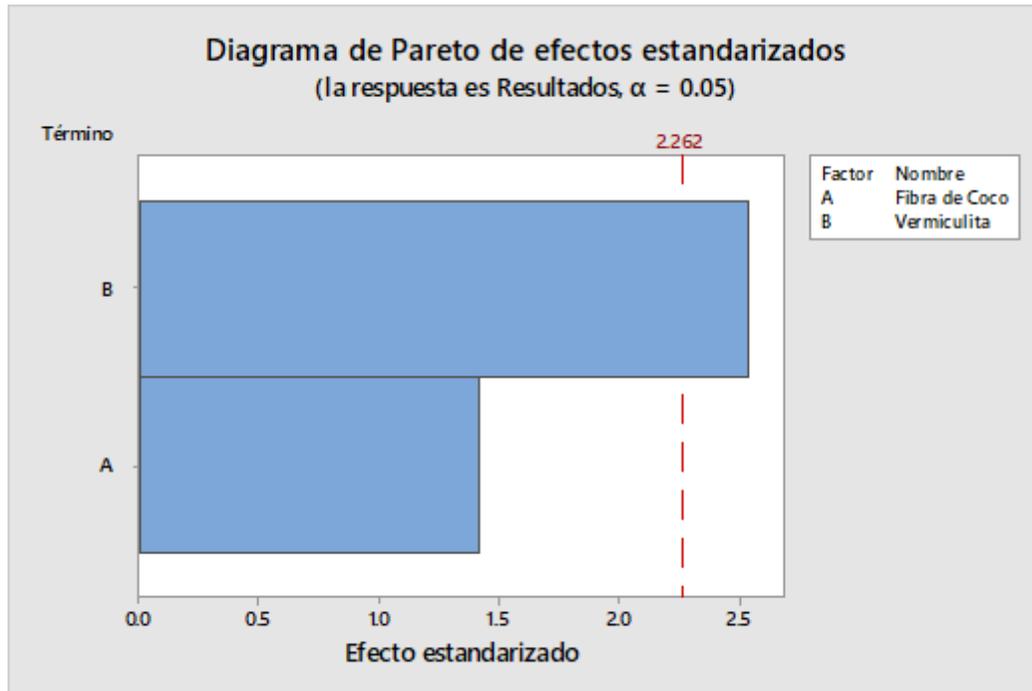
				Replicas		
	Fibra de coco	Vermiculita	AB	1	2	3
“(1)	-1	-1	1	0.25	0.25	0
a	1	-1	-1	0.5	0.25	0.25
b	-1	1	-1	1	0.75	1
ab	1	1	1	0.25	0.5	0.25

Se introdujeron los datos en minitab arrojando un análisis de varianza analizando los factores, se pudo concluir que el factor que influye más en la variable de respuesta con más significancia es el de vermiculita (B); ya que es menor al valor de alfa (0.05) con valor de p de 0.002.

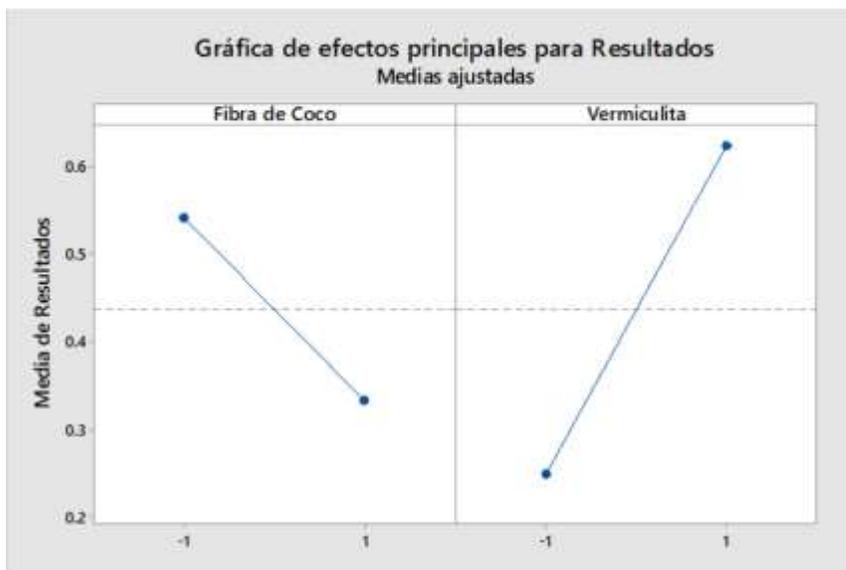
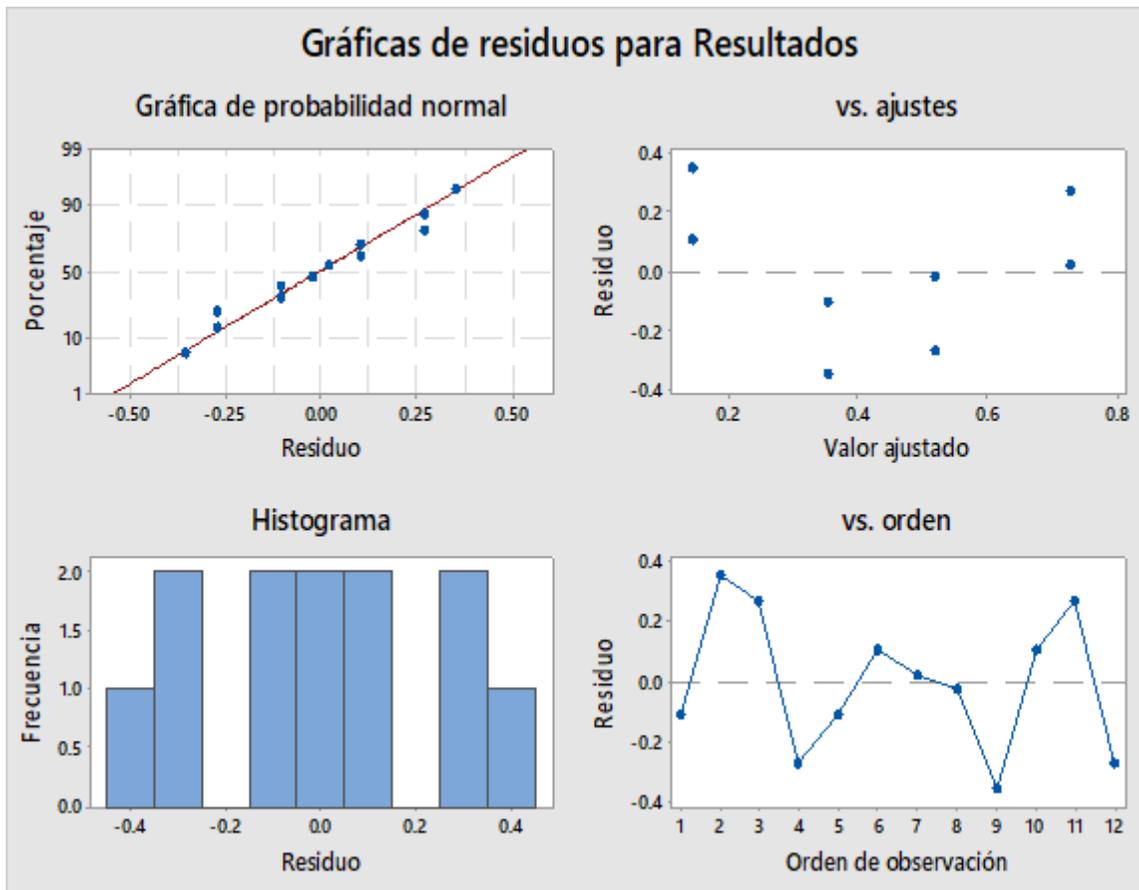
Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	0.9740	0.32465	15.58	0.001
Lineal	2	0.5521	0.27604	13.25	0.003
Fibra de Coco	1	0.1302	0.13021	6.25	0.037
Vermiculita	1	0.4219	0.42188	20.25	0.002
Interacciones de 2 términos	1	0.4219	0.42188	20.25	0.002
Fibra de Coco*Vermiculita	1	0.4219	0.42188	20.25	0.002
Error	8	0.1667	0.02083		
Total	11	1.1406			

En la presente grafica se muestran los efectos principales de los factores múltiples donde se puede observar que el factor que más influye es el B (Vermiculita) que sobre pasa por la media con un valor de 2.262 es decir la línea roja.



En la siguiente grafica se puede observar el comportamiento de los residuos de los datos obtenidos, en la gráfica de probabilidad normal se puede observar que la mayoría de los puntos están cerca de la recta. En la gráfica de orden de observación se observa el experimento es independiente ya que los puntos no siguen un patrón. En la gráfica de valor ajustado, las varianzas son iguales y tienen homocedasticidad ya que los puntos están dispersos y no forman una corneta.



GRAFICA 1. EN ESTA GRAFICA PUDO VER LOS EFECTOS, ELABORACIÓN PROPI

En esta última grafica se muestran los efectos en la variable de respuesta de los efectos principales, como se puede observar el factor Vermiculita es la que tiene un mayor efecto en la variable de respuesta, donde el nivel alto hace que se incremente la variable de respuesta y el nivel bajo que se minimice. Seguido del factor Fibra de coco donde tiene un menor efecto sobre la variable de respuesta donde el nivel bajo hace que se maximice y el nivel alto que se minimice.

5.1.1 CONCLUSIÓN DEL DISEÑO FACTORIAL.

Se utilizó un diseño factorial para ver el comportamiento de varios factores que se involucran en la germinación de la semilla, para poder analizar la combinación más óptima la cual nos dará mejores resultados para la producción de nuestro invernadero.

Basado en el análisis de los experimentos factoriales se puede concluir que la mejor combinación para la germinación de las semillas está basada en los sustratos a **base de tierra de composta-humus de lombriz-vermiculita.**

5.2 TOMA DE TIEMPOS Y ANÁLISIS DE CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA

Se realizó una toma de tiempos en el riego utilizando 30 charolas de germinación dividiéndolo en riego automático por aspersión y riego por el trabajador, la toma de tiempos se realizó durante 13 días desde el lunes 31 de oct – lunes 14 de nov.

Riego por aspersión: Simplemente se trata de abrir una llave la cual da acceso al agua por los aspersores dejándola abierta de un intervalo de 1min a 1.25min.

Riego por el trabajador: Consiste en llenar de agua una regadera manual de capacidad de 5 litros la cual se llena 4 veces para cubrir el total de charolas de germinación tardando en promedio un tiempo de 4.36min.



ILUSTRACIÓN 8 RIEGO REALIZADO CON REGADERA MANUAL DICHA ACCIÓN ELABORADA POR EL TRABAJADOR



ILUSTRACIÓN 9 RIEGO AUTOMÁTICO POR ASPERSIÓN

TABLA 4 TIEMPOS DE RIEGO

toma de tiempos de riego (min)	LU 31 oct	MA 1 nov	MI 2 nov	JU 3 nov	VI 4 nov	SA 5 nov	LU 7 nov	MA 8 nov	MI 9 nov	JU 10 nov	VI 11 nov	SA 12 nov	LU 14 nov	Prom
Aspersión	1.21	1.1	1.14	1.25	1.05	1	1.23	1.08	1.12	1.24	1.18	1.17	1.06	1.14
Regadera	4.24	4.45	4.3	4.2	4.36	4.53	4.38	4.46	4.39	4.25	4.48	4.42	4.33	4.36

Análisis de cantidad de agua utilizada por ambos riegos se realizaron 13 mediciones desde las fechas lunes 31 de oct – lunes 14 nov, para conocer la cantidad de agua que gasta cada tipo de riego:

Riego por aspersión en un tiempo promedio 1.14 minutos se gasta 15.93 litros

Riego elaborado por el trabajador en un tiempo promedio de 4:36 min se gasta 20 litros de agua para regar 30 charolas germinadoras. La cantidad de agua en riego manual es la misma ya que la regadera es de 5 litros y se tiene que llenar 4 veces para abastecer completamente todas las charolas.

TABLA 5 CANTIDAD DE AGUA UTILIZADA

Cantida d de agua (litros)	LU 31 oct	MA 1 nov	MI 2 nov	JU 3 nov	VI 4 nov	SA 5 nov	LU 7 nov	MA 8 nov	MI 9 nov	JU 10 nov	VI 11 nov	SA 12 nov	LU 14 nov	Prom
Aspersi ón	17	15.45	16.01	17.5	14.75	14.04	17.28	15.17	15.73	17.42	16.57	16.43	14.89	15.93
Regade ra	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Como podemos observar la cantidad de agua gastada por los aspersores es menor la medición se realizó usando algunos medidores con cantidades de 100ml hasta

500ml se tomaron algunos aspersores al azar donde se colocó el medidor los cuales en un tiempo de 1.21 min gasto cada medidor 500ml de los cuales se realizo la operación de 500ml por 34 aspersores que son con los que cuenta la manguera y dio como resultado 17 lts.

5.3 PRUEBA DE 2t

Se realizó una prueba de 2t de dos muestras basados en los resultados de semillas germinadas en las cuales se utilizaron los dos riegos y el objetivo de esta prueba se quiere obtener que riego es mejor – mejor o en otros casos si marca alguna diferencia uno con el otro sobre el resultado germinativo, se utilizaron 10 charolas de 12 compartimientos cada una para cada riego en total 120 semillas por riego y arrojaron los siguientes resultados,

TABLA 6 SEMILLA GERMINADAS

SEMILLAS QUE GERMINARON EN CADA CHAROLA	
ASPERSION	REGADERA
7	9
8	6
5	4
10	7
9	11
11	9
7	10
10	6
9	7

6	5
---	---

T de dos muestras para Aspersión vs. Regadera

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Aspersión	10	8.20	1.93	0.61
Regadera	10	7.40	2.27	0.72

Diferencia = μ (Aspersión) - μ (Regadera)

Estimación de la diferencia: 0.800

Límite inferior 95% de la diferencia: -0.835

Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 0.85 **Valor p = 0.204** GL = 18

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 2.1082

Para realizar la prueba se utilizó:

$$H_0 = \text{aspersión} = \text{regadera}$$

$$H_1 = \text{aspersión} > \text{regadera}$$

Como se puede observar basado en los resultados que nos arrojó minitab se muestra que el valor de P es .204 y nuestro valor de alfa es .05, en conclusión nuestro valor de p es mayor a alfa por lo tanto se acepta la hipótesis nula que indica aspersión = regadera, el análisis nos muestra que no existe una diferencia significativa entre riegos en cuestión de la germinación de semilla, lo que se procedió a analizar los otros dos factores que son la cantidad de agua y el tiempo hombre, estos dos factores nos dicen que el riego por aspersión es la mejor opción ya que si la producción es mayor sería menos costoso y con un buen nivel de germinación.



ILUSTRACIÓN 10 SE MUESTRA LA EXCAVACIÓN PARA LA CIMENTACIÓN DE NUESTRO INVERNADERO CON UNA MEDIDA DE CADA ZAPATA DE 1M X 1M X 1M



ILUSTRACIÓN 11 SE MUESTRA LA FABRICACIÓN DE PLANCHAS PARA EL ARMADO DE NUESTROS CASTILLO LOS CUALES SERÁN LA BASE DE NUESTRO INVERNADERO.



ILUSTRACIÓN 12 LLENADO DE ZAPATAS CON CONCRETO



ILUSTRACIÓN 13 NIVELACIÓN DE LOS CASTILLOS



ILUSTRACIÓN 14 ARMADO DE LOS CASTILLOS PARA SU RELLENE DE CONCRETO Y DEJAR LISTA LA CIMENTACIÓN Y BASE DEL INVERNADERO



ILUSTRACIÓN 15 ANTES DE RELLENAR DE CONCRETO POR COMPLETO LOS CASTILLOS SE LE COLOCA UN PTR DE 90 CM EL CUAL VA ENTERRADO EN EL CONCRETO 50CM Y POR FUERA LOS RESTANTES 40CM ESTOS TENDRÁN LA FUNCIÓN DE SOSTENER LA ESTRUCTURA SUPERIOR DE METAL DEL INVERNADERO.





ILUSTRACIÓN 16 EN LOS CASTILLO DE EN MEDIO SE RELLENÓ DE CONCRETO A LA MITAD Y SE PROCEDIÓ A PONERLE UN FIERRO TIPO MONTEN PARA EL SOSTÉN DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR ESTO CON EL FIN DE PODER ATORNILLAR LA ESTRUCTURA DONDE IRA LA MANGUERA CONECTADA A LOS MICRO ASPERSORES Y QUE FUNCIONE DE MANERA ÓPTIMA EL SISTEMA DE RIEGO..



ILUSTRACIÓN 17 SE COMIENZA EL ARMADO DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR, LA SERÁ DE ACERO LOS MISMOS SE ESTÁN COLOCANDO PARA VER SU MEJOR POSICIÓN DE UNA MANERA FIRMA Y POSTERIORMENTE FIJARLAS CON SOLDADURA



ILUSTRACIÓN 18 SE PROCEDE AL ENSAMBLADO DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR ESTO CON MATERIAL DE ACERO EL CUAL SE CORTARON TRAMOS DE 6,50M LOS CUALES SE SOLDARON A LOS PTR ENTERRADOS EN EL CONCRETO DE LOS CASTILLOS



ILUSTRACIÓN 19 ENSAMBLE DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR SOLDANDO LOS TRAMOS DE ACERO



Ilustración 20 armado estructura superior en forma de cuadrado para un mejor maneja y utilidad



sobre la cobertura del invernadero



ILUSTRACIÓN 21 SE HACE COLOCACIÓN ALAMBRE EN CADA UNO DE LOS CUADRADOS DE LA ESTRUCTURA SUPERIOR ESTOS EN FORMA DE X Y OTRO EN MEDIO CRUZANDO Y SOSTENIENDO LA X PARA UN MEJOR SOSTÉN DE LA MALLA SOMBRA QUE CUBRIRÁ TODO EL INVERNADERO.



ILUSTRACIÓN 22 SE REALIZAN LAS MESAS DE TRABAJO DE ACERO ESPECÍFICAMENTE DE VARILLA DE MEDIA PULGADA Y UNOS TRAMOS DE MONTEN LOS CALES VAN ENTERRADOS Y LLENADOS DE CONCRETO PARA DARLE UN MEJOR SOPORTE A LAS MESAS DE TRABAJO LOS CUALES ESTÁN UBICADOS JUSTAMENTE EN MEDIO.



ILUSTRACIÓN 23 COLOCACIÓN DE PLÁSTICO EN EL INTERIOR DEL INVERNADERO JUSTAMENTE EN EL PISO EL CUAL SE COLOCARA CON EL OBJETIVO DE EVITAR QUE CREZCA HIERBA MALA DENTRO DEL INVERNADERO Y TENER UNA MEJOR CALIDAD DE PLÁNTULAS.



ILUSTRACIÓN 24 COLOCACIÓN DE MALLA SOMBRA CUBRIENDO TOTALMENTE EL INVERNADERO ESTO PARA MANTENER LA ZONA DE TRABAJO A UNA TEMPERATURA ESTABLE Y ASÍ TENER UNA PRODUCCIÓN MEJOR Y A SU VEZ CONTROLADA, TAMBIÉN EVITAMOS QUE LA SEMILLA TENGA LUZ SOLAR DIRECTA PROVOCANDO QUE LA SEMILLA NO GERMINE.



ILUSTRACIÓN 25 COLOCACIÓN DE POLVO DE GRAVA SOBRE EL PLÁSTICO YA EN EL PISO DEL INVERNADERO ESTO CON EL OBJETIVO DE DARLE UNA MEJOR ESTÉTICA AL INTERIOR DEL INVERNADERO Y DÁNDOLE UN SUELO LIBRE DE HIERBA MALA Y FIRME PARA PODER REALIZAR LAS ACTIVIDADES NECESARIAS DENTRO DEL ÁREA DE TRABAJO ASÍ COMO TAMBIÉN EVITAR ENCHARCAMIENTO EN TIEMPOS DE LLUVIA.



ILUSTRACIÓN 26 MEJORADO EN LAS MESAS DE TRABAJO SE HIZO LA COLOCACIÓN DE MALLA SOBRE LA VARILLA DE MEDIA PARA DARLE UNA MAYOR ESTABILIDAD A LOS CONTENEDORES Y EVITAR QUE SE TROCEN O SE CAIGAN ENTRE LOS ESPACIOS QUE QUEDAN ENTRE UNA VARILLA Y OTRA.



ILUSTRACIÓN 27 INSTALACIÓN DE SISTEMA DE RIEGO EL CUAL CONSTA DE UNA LLAVE TIPO V LA CUAL CONSTA CON DOS SALIDAS Y CADA UNA DE ELLAS TIENE SU LLAVE DE PASO UTILIZANDO MANGUERA DE MEDIA PULGADA Y 34 ASPERSORES.



ILUSTRACIÓN 28 ELABORACIÓN DE CHARCA PARA EL ALMACENAMIENTO DE LA PLÁNTULA YA EN SU SEGUNDA FASE Y CUBRIMIENTO TOTAL DEL INVERNADERO CON POLVO DE GRAVA



ILUSTRACIÓN 29 SE MUESTRA EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE RIEGO Y COMO LOS ASPERSORES CUBREN EL TOTAL DE LA CHAROLA DE GERMINACIÓN.

Capítulo 6

Resultados



ILUSTRACIÓN 30 SE MUESTRA EL PROCESO DE GERMINACION DE SEMILLA, SE GERMINARON CERCA DE 1200 SEMILLAS ENTRE ELLAS LECHUGA, CHILE ANAHEIM, CHILE HABANERO, CHILE SERRANO, CHILE JALAPEÑO, RÁBANO.





ILUSTRACIÓN 31 GERMINACIÓN DE SEMILLA FORESTAL TOTAL DE 450 SEMILLAS, ENTRE ELLAS, FRAILE, PATOL, JUNCO, TABACHIN, PIRUL, PATA DE MULA, SE UTILIZÓ MACETA PARA LA GERMINACIÓN DE ESTA SEMILLA YA QUE DA UN MAYOR ESPACIO PARA LA EXPANSIÓN DE LAS RAÍCES.



ILUSTRACIÓN 32 GERMINACIÓN DE RÁBANO Y LECHUGA SE MUESTRA LA PLÁNTULA YA DE UN TAMAÑO DE 4CM APROX.



ILUSTRACIÓN 34 LECHUGA EN SU PRIMER FASE DESPUES DEL TRASPLANTE



ILUSTRACIÓN 33 LECUHA EN SUS ULTIMAS FASES YA PARA SU ULTIMO PROCESO, LLEGAR AL CONSUMIDOR



ILUSTRACIÓN 36 PLANTULA DE RABANOS EN SU PRIMER FASE DESPUES DE SU TRASPLANTE



ILUSTRACIÓN 35 RABANO YA EN SU ULTIMA FASE LISTO PARA LLEGAR A SU CONSUMIDOR



ILUSTRACIÓN 37 ENCINO ARBOL ENDEMICO DEL MUNICIPIO DE MOROLEON EL CUAL ESTA UBICADO EN EL CERRO DE AMOLES, DEL MISMO SE GERMINO CERCA DE 600 SEMILLAS EL CUAL TIENE COMO OBJETIVO REFORESTAR LAS ZONAS DEL ANP UBICADA EN AMOLES.

Capítulo 7

Análisis de Resultados

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	0.9740	0.32465	15.58	0.001
Lineal	2	0.5521	0.27604	13.25	0.003
Fibra de Coco	1	0.1302	0.13021	6.25	0.037
Vermiculita	1	0.4219	0.42188	20.25	0.002
Interacciones de 2 términos	1	0.4219	0.42188	20.25	0.002
Fibra de Coco*Vermiculita	1	0.4219	0.42188	20.25	0.002
Error	8	0.1667	0.02083		
Total	11	1.1406			

Después de varias pruebas, varias mezclas entre sustratos se optaron por realizar un diseño de experimentos justamente un diseño factorial 2k con dos factores los cuales fueron vermiculita y fibra de coco, estos dos factores se incluían a una mezcla ya de humus de lombriz y de tierra compost, se utilizó como herramienta estadística minitab esta herramienta nos arrojó los datos anteriores en los cuales nos muestran los dos valores de P. en donde se ve claramente que el valor de la fibra de coco es de .037 y el de la vermiculita es .002, en la siguiente grafica se muestra más a detalle cual de nuestros factores influye más en la germinación de nuestras semillas.

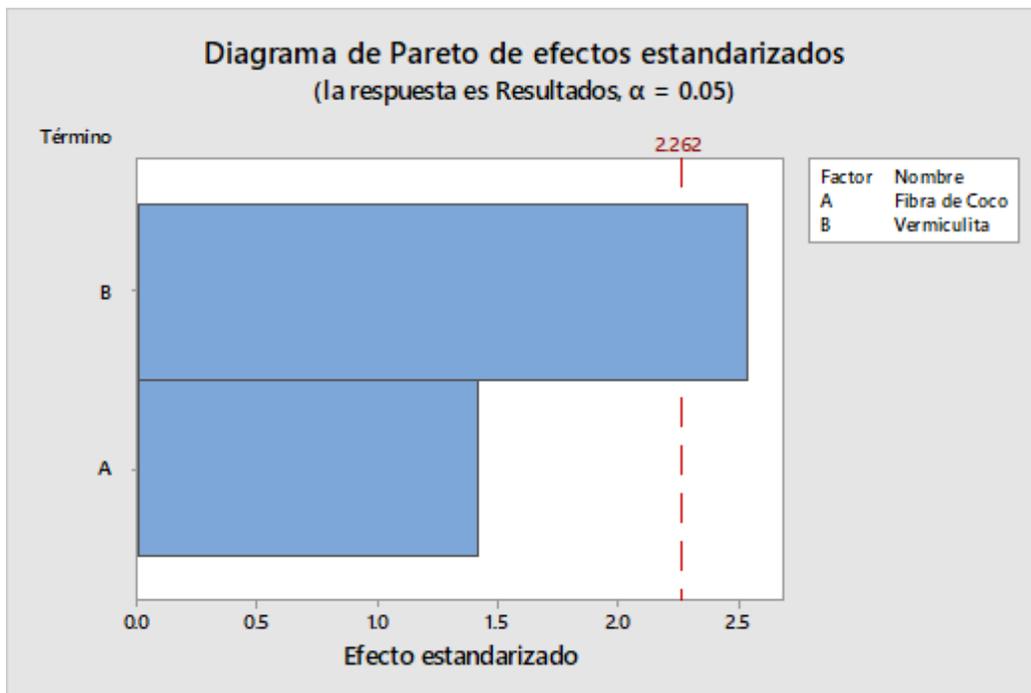


TABLA 7 DIAGRAMA DE PARETO EN EL CUAL NOS MUESTRA QUE LA VERMICULITA CON SIMBOLOGÍA B TIENE MAYOR INFLUENCIA EN NUESTRA GERMINACIÓN

T de dos muestras para Aspersión vs. Regadera

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Aspersión	10	8.20	1.93	0.61
Regadera	10	7.40	2.27	0.72

Diferencia = μ (Aspersión) - μ (Regadera)

Estimación de la diferencia: 0.800

Límite inferior 95% de la diferencia: -0.835

Prueba T de diferencia = 0 (vs. >): Valor T = 0.85 **Valor p = 0.204** GL = 18

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 2.1082

Para realizar la prueba se utilizó:

Hipótesis nula = aspersión = regadera

Hipótesis alterna= aspersión > regadera

Se realizaron pruebas de riego utilizando el sistema de riego que se instaló en el invernadero el cual fue por aspersión y así mismo utilizando un riego manual por regadera, se utilizó minitab y se realizó una prueba de hipótesis de 2t utilizando las muestras de aspersión y de regadera en estas pruebas se tomaron en cuenta 3 cosas, tiempo de riego, cantidad de agua utilizada y cantidad de semilla germinada.

Los datos que nos arrojó minitab se analizaron y no muestra alguna diferencia significativa entre riegos en cuestión a la germinación de semillas así que se analizaron los otros dos factores restantes y se optó por el riego que gasta menos tiempo hombre y menos cantidad de agua, económicamente hablando en cantidades mayores el riego por aspersión es mucho mejor.

Capítulo 8

Conclusiones y trabajo a futuro

Después de toda esta investigación, de pruebas y más pruebas me llevo un gran aprendizaje en todo lo referente a la producción de plántulas a la construcción de invernaderos, así como la variedad y usos que tienen los sustratos.

Ya con todas estas herramientas e información, el invernadero en funcionamiento pero sobre todo con personas capacitadas, las cuales pueden darle el uso adecuado producir todo tipo de planta germinar todo tipo de semilla y alcanzar buenos estándares de producción, de satisfacción en el pueblo, como todos sabemos los cambios de gobiernos municipales son cada 3 años y todo esto provoca cambios, sin embargo cada nuevo gobierno busca lo mejor para el municipio y este invernadero no da más que cosas buenas siempre y cuando se le dé el uso adecuado.

En mi experiencia obtenida recomiendo mucho germinar hortaliza como lo es el rábano, la lechuga, el jitomate, son hortalizas que tienen un periodo de germinación mas rápido y su efectividad es casi hasta un 95%, por otra parte, los chiles son un poco más tardado, recomiendo utilizar la semilla de la marca rancho los molinos es una semilla bastante económica y con un buen porcentaje de germinación.

El sustrato llevar una parte bastante importante, en mi caso recomiendo bastante el sustrato utilizado y sin olvidar la última capa de vermiculita para ayudar a la filtración y retención de humedad, así como también la retención de la semilla y evitar que se salga del orificio con el riego. En cuanto a la semilla forestal todas tienen un tratamiento diferente en cuanto a la germinación por ejemplo: la semilla de tabachin debe ser hervida un día antes para acelerar su proceso y a su vez ablandar su corteza ya que es muy rígida y puede durar mucho más sin realizar este proceso, algunas semillas deben pelarse por completo, como lo son las del fraile, las del pirul, algunas

otras solamente es necesario sacarlas de la vaina como el mezquite, la leokaena, el palo blanco, entre algunos otros.

Conclusión de las hipótesis

Basado en las respuestas de nuestras hipótesis las cuales las dos son aceptadas se puede construir un invernadero con el presupuesto limitado y producir abono orgánico sin generar costos extras al departamento, estas instalaciones cumplieron con el objetivo de producir hortalizas de forma óptima entre algunas especies de plantas forestales , esto se logro primeramente diseñando un invernadero a bajo costo con material reciclable en cuestión de la malla sombra y la estructura de acero asi como las mesas de trabajo las cuales también son de acero, por parte de los cimientos del invernadero son de concreto el cual fue el único material que le toco pagar al municipio, por otra parte la composta esta lleva un proceso muy especial el cual consta en la recaudación de 3 elementos fundamentales para realizarla primeramente la hojarasca o mosh, esta se obtiene de las podas y talas realizadas por el departamento de servicios municipales específicamente el area de parques y jardines, la cual en vez de llevarse hasta el relleno sanitario la dejan en el vivero municipal el cual es la mitad de camino, después todos los azucares y nutrientes los cuales son obtenidos por los frutos y vegetales ya podridos estos se obtienen del mercado hidalgo se destina un contenedor específicamente para desechos orgánicos y este es vaciado en el vivero municipal, por último el excremento que lleva un papel muy importante en el proceso de fermentación de nuestra composta esto se obtiene del zoológico municipal específicamente de los animales como hipopótamo, venado, y borrego, estos se encuentran en la parte trasera del zoológico justamente al lado de donde está ubicada nuestra fosa para la composta, esto quiere decir que en vez de ocasionar un gasto extra los elementos que se requieren son del trabajo diario y al contrario ahorramos camino para su disposición final.

Por lo tanto, basados en nuestras hipótesis planteadas las cuales consisten en:

H0= No es posible construir un invernadero con poco recurso

H1= Si es posible

H0= No es posible hacer una composta de calidad con bajo recurso

H1= Si es posible

Aceptamos nuestras hipótesis alternativas.

Referencias bibliográficas

Referencias

Agropecuaria, I. N. (2014). *Invernaderos*. argentina: Sección Comunicaciones de la ÉÉ~ Alto Valle del áâ~.

Agropecuario, C. N. (2002).

ANOVA. (s.f.). Obtenido de <https://www.ugr.es/~jsalinas/apuntes/Anova.pdf>

Barbado, J. (2004).

col, I. y. (2012).

diseño factorial 2k. (s.f.). Obtenido de <https://academic.uprm.edu/dgonzalez/6005/factoriales%202%20a%20la%20k.pdf>

fallas, j. (2012). *PRUEBA DE HIPÓTESIS*. Obtenido de https://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-2/complementarias/prueba_hipotesis_2012.pdf

fertilab. (s.f.). Obtenido de <https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/El-Humus-de-Lombriz.pdf>

iglesias, m. I. (2019). *invernaderos*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_invernaderos.pdf

ILZARBE IZQUIERDO, L., TANCO, M., VILES, E., & ÁLVAREZ SÁNCHEZARJONA, M. J. (2007). *El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos*. Obtenido de El diseño de experimentos como herramienta para la mejora de los procesos.: <https://www.redalyc.org/pdf/2570/257021012011.pdf>

info agronomo. (09 de diciembre de 2019). Obtenido de <https://infoagronomo.net/tipos-y-modelos-de-invernaderos-pdf/>

INTA, T. H. (2015). *Capacitacion riego por goteo*. Obtenido de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf

jmp. (s.f.). *portal de informacion estadisitica*. Obtenido de https://www.jmp.com/es_co/statistics-knowledge-portal/t-test/two-sample-t-test.html

Kelmansky, D. D. (s.f.). *Tests de Hipótesis basados en dos muestras*. Obtenido de https://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2010/2/C011Tests%20para%20dos%20muestras.pdf

- L, J. M. (2001). *RIEGO POR ASPERSIÓN*. CHILE: INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS.
- Lenscak, M. (2019). *invernaderos*. argentina.
- maroto. (1989).
- Meléndez-Hustick, L. (09 de diciembre de 2015). *Hortalizas*. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/poscosecha-y-mercados/introduccion-a-la-zona-agricola-del-bajio/>
- Mitidieri, F. y. (2006).
- Montero), (. y. (1995).
- pantoja, P. R. (2013). *manual de compodtsje del agricultor*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/i3388s/i3388S.pdf>
- PERIS, F. J. (1995). *ministerio de agricultura pesca y alimentacion*. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_06.pdf
- perlindustria. (2002). Obtenido de perlindustria: <https://perlindustria.com/pdf/es/VermiculitaV1.pdf>
- sagarpa. (2014).
- sembralia. (s.f.). *sembralia*. Obtenido de <https://sembralia.com/blogs/blog/tipos-de-sustrato>
- SILVA, V. M. (2017). *El cultivo de la hortalizas*. ECUADOR: PROYECTO JATUN SACH'A.



ILUSTRACIÓN 38 SE REALIZARON CURSOS Y CAPACITACIONES PARA LO CIUDADANOS REFERENTE A LA GERMINACION DE SEMILLAS Y HUERTOS CASEROS UTILIZANDO ASI LAS INSTALACIONES DEL INVERNADERO.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DEL SUR DE GUANAJUATO