

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL VALLE DE MORELIA

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS HELADAS TEMPRANAS EN EL
RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CHILE MANZANO UTILIZANDO
AGROVELO, SOLUCIONES ANTICONGELANTES Y TABARDILLO”.**

TESIS

QUE PRESENTA:

VILLASEÑOR VILLA MARIA IMELDA

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

AGRONOMIA

ASESOR:

M.C. ADRIANA FERNÁNDEZ PÉREZ

MORELIA, MICHOACÁN, MAYO, 2022



Km. 6.5 Carretera Morelia - Salamanca, C.P.58100 Morelia, Mich. Tel.4433500660
e-mail: dir_vmorelia@tecnm.mx | tecnm.mx | vmorelia.tecnm.mx





ANEXO XXXIII. FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Morelia, Michoacán; a 27 de abril del 2022

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. MARÍA ELENA GALLEGOS GARCÍA
JEFA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

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

Nombre del estudiante y/o egresado:	María Imelda Villaseñor Villa
Carrera:	Ingeniería en Agronomía
No. de control:	15850196
Nombre del proyecto:	"Evaluar el efecto de las heladas tempranas en el rendimiento y calidad del chile manzano utilizando agrovelo, soluciones anticongelantes y tabardillo"
Producto:	Tesis

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

ATENTAMENTE

[Handwritten Signature]
ALEJANDRO ROMERO BAUTISTA
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍAS



<i>[Handwritten Signature]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>	<i>[Handwritten Signature]</i>
ADRIANA FERNÁNDEZ PÉREZ PRESIDENTE	ANTONIO TAPIA MEDINA SECRETARIO	ALEJANDRO ROMERO BAUTISTA VOCAL	JOSÉ ANTONIO VILLALÓN BERLANGA VOCAL SUPLENTE

* solo aplica para el caso de tesis o tesina
c.c.p.- Expediente.



AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme fortaleza y la oportunidad de disfrutar de esta aventura llamada vida, por permitirme cumplir este sueño.

A mis padres, por su apoyo, cariño incondicional, por sus regaños y consejos cuidando siempre de hacerme una mejor persona, ellos son mi guía de todos los días gracias por el apoyo que siempre he temido de ustedes.

A mi hermano, por su compañía y apoyo en mis metas, mis pequeños logros a lo largo de este proyecto; por formar parte de mi familia.

A toda mi familia en general por ayudarme a ser una mejor persona todos los días, por su cariño, apoyo y consejos gracias.

Al instituto tecnológico del valle de Morelia, por abrirme las puertas del conocimiento, por brindarme las herramientas para poder realizar este trabajo.

A la maestra Adriana Fernández Pérez por ser mi directora de tesis. Gracias por su ayuda para la elaboración de este proyecto de Investigación por estar apoyándome y aconsejándome para mejorar este trabajo; por solucionar mis dudas presentadas para poder concluir este trabajo; por ser mi maestra y compartir sus conocimientos.

A la Ing. Violeta Karina Maldonado Herrera por creer en mí por sus consejos y esa confianza que trasmite, por sus regaños; aceptarme en el programa de servicio social.

A todos los maestros que formaron parte de mi desarrollo con estudiante del ITVM.

A mis compañeros, con quienes compartí muchas alegrías y vivencias tanto en el aula como en prácticas y en algunos casos pasaron de ser compañeros a mejores amigos gracias.

RESUMEN

La alta demanda en el consumo del chile manzano en el mercado nacional e internacional ha generado la necesidad de buscar alternativas de producción en otras áreas de México tomando en cuenta factores limitantes como temperatura y escasez de agua. La investigación se desarrolló a cielo abierto, en el ciclo verano, otoño e invierno año 2019 al año 2020, donde el objetivo fue evaluar el efecto de las heladas tempranas en el rendimiento y calidad del chile manzano utilizando agrávelo, soluciones anticongelantes y tabardillo. Sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo del Chile Manzano *Capsicum pubescens*. Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con dos bloques cinco tratamientos seis repeticiones; y 90 plantas por unidad experimental. Las variables evaluadas fueron: 1) altura de planta, 2) número de hojas, 3) longitud de entrenudos, 4) diámetro de tallo basal, 5) altura de planta, 6) número de frutos, 7) número de flores y 8) peso de fruto.

El cultivo de chile manzano a un que tiene presencia en México no se cuenta con información técnica en su manejo, por lo que es necesario investigar su comportamiento en cada una de las etapas fenológicas por las que pasa el cultivo. Se realizó un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias (tukey con un $\alpha=0.05$), arrojando que existe diferencia significativa en algunos parámetros evaluados. Como lo son la variable nmero de frutos y para número de flores, mientras que por otro lado la interacción no presentó ninguna significancia para la variable diámetro del tallo basal, altura de la planta, longitud de entrenudos y peso del fruto.

SUMMARY

The high demand in the consumption of the manzano chili in the national and international market has generated the need to look for production alternatives in other areas of Mexico, taking into account limiting factors such as temperature and water scarcity. The research was carried out in the open air, in the summer, autumn and winter cycle from 2019 to 2020, where the objective was to evaluate the effect of early frosts on the yield and quality of the manzano chili using agrovelo, antifreeze solutions and tabardillo. on the growth and yield of the Chile Manzano *Capsicum pubescens* crop. A completely randomized block experimental design was used with two blocks, five treatments, six repetitions; and 90 plants per experimental unit. The variables evaluated were: 1) plant height, 2) number of leaves, 3) length of internodes, 4) diameter of basal stem, 5) height of plant, 6) number of fruits, 7) number of flowers and 8) fruit weight.

The cultivation of chili pepper in Mexico does not have technical information on its management, so it is necessary to investigate its behavior in each of the phenological stages through which the crop passes. An analysis of variance and a means comparison test (tukey with $\alpha = 0.05$) were performed, showing that there is a significant difference in some parameters evaluated. As are the variable number of fruits and for number of flowers, while on the other hand the interaction did not present any significance for the variable diameter of the basal stem, height of the plant, length of internodes and weight of the fruit.

ÍNDICE

PORTADA.....	I
ANEXO XXXIII, FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA TITULACIÓN INTEGRAL.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
RESUMEN.....	V
SUMMARY.....	VI
ÍNDICE.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	3
2.1 Objetivos	4
2.2 Preguntas de investigación.	4
2.3 Justificación o importancia del proyecto.....	4
3. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.	6
4. FORMULACIO DE HIPOTESIS	7
5. ANTECEDENTES O MARCO TEÓRICO	8
5.1 Descripción botánica	8
5.2 Taxonomía	10
5.5 Heladas tempranas	15
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
6.1 Ubicación geográfica.....	23
6.2 Material y Equipo	24
6.3 Diseño del experimento	24
6.3.1 Diseño de conformación de tratamientos.....	25
6.4 Diseño experimental	25
6.4.1 Modelo estadístico	25
6.4.2 Tratamientos estadísticos	25
6.5 variables evaluadas	26
6.5.1 Diámetro basal (mm).....	26
6.5.2 Altura dela planta (cm).	26
6.5.3 Longitud de entre nudos (cm).	26
6.5.4 Numero de frutos	26

6.5.5 Numero de flores.....	26
6.5.6 Peso de fruto (g).	26
6.6 Apertura de sepas.....	27
6.7 Preparación del Terreno.	27
6.8 Plantación.	27
6.9 Aplicación de (estiércol).	27
6.10 Colocación del sistema de riego	28
6.11 Surcado.....	28
6.12 Fertilización	28
6.13 Deshierbe.....	30
6.14 Segunda fertilización.....	30
6.15 Realce de surcos	31
6.16 Tutoreo.....	31
6.17 Cosecha.....	32
6.18 Implementación de riego y nutrición.....	33
6.19 Colocación de agrovelo.....	33
6.20 Aplicación de anticongelante.....	35
6.21 Colocación del tabardillo	36
6.22 Monitoreo de temperatura ambiental en °C	37
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
7.1 Diámetro del tallo basal.....	38
7.2 Altura de la planta.	39
7.3 Longitud de entrenudos.	40
7.4 Número de frutos.	41
7.5 Número de flores.....	43
7.6 Peso de fruto.....	43
8. CONCLUSIONES.....	45
9. RECOMENDACIONES	47
10. BIBLIOGRÁFICAS	48
11. ANEXOS	52

ÍNDICE DE TABAS

Tabla 1: Comparativo de superficie sembrada a campo abierto e invernadero nacional vs. Estado de México (hectáreas).....	12
Tabla 2: Volumen de la producción de chile manzano, comparativo nacional y Estado de México (T ha-1).....	12
Tabla 3: Rendimiento de la producción de chile manzano a nivel nacional y estados de México (T ha-1).....	13
Tabla 4: Valor de la producción de chile manzano, comparativo nacional vs Estado de México (pesos).....	14
Tabla 5: Precio medio rural fijado a la producción de chile manzano (pesos).....	14
Tabla 6: Dosis por etapa fenológica de fertilizante para el cultivo de chile manzano	29
Tabla 7: Ttabla de datos para monitoreo de bajas temperaturas 7:00 am ,1:00 pm y 7:00 pm.....	37
Tabla 8: Etapa número uno de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.....	53
Tabla 9: Etapa número dos de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.....	54
Tabla 10:Etapa número tres de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.....	55
Tabla 11: Etapa número cuatro de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.....	56
Tabla 12: Etapa número cinco de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.....	57
Tabla 13: Etapa número seis de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.....	58
Tabla 14: Etapa número siete de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.....	59
Tabla 15: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis diámetro de tallo basal.....	60
Tabla 16: Análisis de Varianza para el diámetro de tallo basal	60

Tabla 17: Desv.Est. agrupada = 1.49664 para diámetro de tallo	60
Tabla 18: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para diámetro de tallo	60
Tabla 19: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para altura de planta (cm)	61
Tabla 20: Análisis de Varianza de altura de planta (cm)	61
Tabla 21: Desv.Est. agrupada = 24.5988 para altura de planta (cm)	61
Tabla 22: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para altura de planta (cm)).	61
Tabla 23: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para altura de planta (cm).	62
Tabla 24: Análisis de Varianza de altura de planta (cm)	62
Tabla 25: Desv.Est. agrupada = 2.68411 para altura de planta (cm)	62
Tabla 26: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para altura de planta (cm).....	62
Tabla 27: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para número de frutos	63
Tabla 28: Análisis de Varianza de número de frutos	63
Tabla 29: Desv.Est. agrupada = 1.62526 para número de frutos	63
Tabla 30: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para número de frutos.	63
Tabla 31: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para número de flores.	64
Tabla 32: Análisis de Varianza de número de flores	64
Tabla 33: Desv.Est. agrupada = 17.8108 para número de flores	64
Tabla 34: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para número de flores.....	64
Tabla 35: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para peso de frutos (g)	65
Tabla 36: Análisis de Varianza de peso de frutos (g)	65
Tabla 37: Desv.Est. agrupada = 276.59 para peso de frutos (g).....	65

Tabla 38: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para peso de frutos (g) 65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Anova de un solo factor: diámetro de tallo basal (mm) y tratamientos anticongelante, tabardillo, combinado agrovelo y testigo.	38
Grafico 2: Anova de un solo factor: altura de planta (cm) y tratamientos anticongelante, combinado, tabardillo, agrovelo y testigo.	39
Grafico 3: Anova de un solo factor: longitud de entrenudos(mm) y tratamientos testigo, agrovelo, anticongelante, tabardillo y combinado	41
Grafico 4: Anova de un solo factor: número de frutos y tratamientos tabardillo, combinado, agrovelo, anticongelante y testigo.....	42
Grafico 5: Anova de un solo factor: número de flores y tratamientos agrovelo, combinado, tabardillo, anticongelante y testigo.....	43
Grafico 6:Anova de un solo factor: peso de frutos (g) y tratamientos tabardillo, combinado, agrovelo, anticongelante y testigo.....	44
Grafico 7:Que corresponde al registro de la temperatura de las 7:00 am registrada diariamente un transcurso de 15 semanas de 03 de noviembre del 2019 al 09 de febrero del 2020	66
Grafico 8:Que corresponde al registro de la temperatura de la 1:00 pm registrada diariamente un transcurso de 15 semanas de 03 de noviembre del 2019 al 09 de febrero del 2020	67
Grafico 9:Que corresponde al registro de la temperatura de las 7:00 pm registrada diariamente un transcurso de 15 semanas de 03 de noviembre del 2019 al 09 de febrero del 2020	68

1. INTRODUCCIÓN.

En México la agricultura es una de las actividades más importantes, no solo genera gran cantidad de empleos, sino que también responde a las necesidades alimenticias de millones de personas, preserva los entornos naturales y estimula el progreso al mejorar la calidad de vida en las zonas rurales del país.

Con base a la información consultada se realizó una propuesta de investigación que pretende contribuir al desarrollo del conocimiento sobre aspectos técnicos de manejo nutricional, ya que no hay información suficiente al respecto en Chile manzano con el fin de apoyar su producción en México.

Hoy en día la demanda de alimentos orgánico o sustentables es mayor que hace unos años, siguiendo esta línea de sustentabilidad y con el menor impacto ambiental que esta práctica agrícolas ocasionan el siguiente proyecto busca una opción más sustentable para poder minimizar los efectos de las heladas tempranas en Chile manzano en una región templada pero que en época de invierno la temperatura desciende drásticamente hasta alcanzar $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ esto en los meses de diciembre, enero para lo cual se evaluara tres diferentes métodos como lo son el agravelo, el anticongelante y el tabardillo este último como una opción sustentable, ya que el tabardillo lo encontramos muy fácil mente e incluso en algunas regiones le encontramos como maleza en los terrenos de cultivo.

El problema actual en la región es que no se tiene conocimiento sobre el desempeño de las medidas de prevención y protección contra heladas tempranas el cultivo de Chile manzano. aplicando erróneamente las medidas conocidas para minimizar los efectos de las heladas tempranas afectando a su vez al medio ambiente por la aplicación excesiva de ester químicos y utilización de otras medidas menos prácticas como la quema de neumáticos y aserrín para crear una capa de humo por encima del cultivo para minimizar el impacto de las heladas. Creando una fuerte contaminación por la quema de los mismos.

El chile es un ingrediente fundamental y representativo de la dieta alimenticia de los mexicanos, el cual se le considera como el primer cultivo domesticado en el continente americano. La integración de la cultura indígena y europea, contribuyó ampliamente en la diversificación de las formas de consumo y se produce prácticamente en toda la República Mexicana (Espinosa, 2016)

En 2017, más del 90 por ciento del valor de la producción agrícola en México lo aportaron los siguientes grupos: frutales (26.7 %), cereales (20.3 %), hortalizas (18.2 %), industriales (13.4 %) y forrajes (12.4 %); el resto fue de legumbres secas, ornamentos, oleaginosas, tubérculos, especies y semillas para siembra.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de minimizar el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano con la utilización de tres técnicas distintas más la combinación de estas mismas así como un testigo para la comparación correspondiente.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El problema actual en la región es que no se tiene conocimiento sobre el desempeño de las medidas de prevención y protección contra heladas tempranas el cultivo de chile manzano, aplicando erróneamente las medidas conocidas para minimizar los efectos de las heladas tempranas.

Afectando a su vez al medio ambiente por la aplicación excesiva de estos químicos y utilización de otras medidas menos prácticas como la quema de neumáticos y aserrín para crear una capa de humo por encima del cultivo para minimizar el impacto de las heladas, pero en la mayoría de los casos esto es inútil ya que esa nube de humo solo genera, más contaminación.

La utilización excesiva de productos químicos solo genera mas problemas de anegamiento, desertificación, salinización, erosión, etc., que repercuten en las superficies regadas, otro efecto ambiental grave es la degradación de la calidad de los recursos hídricos, aguas abajo, por efecto de las sales, productos agroquímicos y lixiviados tóxicos. (Letey et al., citado en Rhoades, 1993).

En la región se tienen registros de la gran contaminación que los químicos utilizados para la minimización de heladas y para otros fines han provocado el envenenamiento de la fauna silvestre y contaminación de los ríos y arroyos que posteriormente desembocan en la laguna de Umecuaró provocando la muerte de los peses que en esta laguna habitan provocando un desequilibrio tanto natural como monetario para los pobladores de esta región ya que su sustento depende en gran parte de la venta de pescado de esta laguna.

2.1 Objetivos

El presente trabajo se realizó con el objetivo de minimizar el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano con la utilización de tres técnicas distintas

Objetivo general

- ✚ Evaluar las técnicas para minimizar el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano (*Capsicum spp.*).

Objetivos secundarios

- ✚ Evaluar el efecto del agrovelo en el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano.
- ✚ Se determinara el efecto del anticongelante en el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano.
- ✚ Se describirá el efecto del tabardillo en el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano.
- ✚ Se encontrará el efecto combinado de agrovelo, anticongelante y tabardillo en el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano.

2.2 Preguntas de investigación.

¿Influye el efecto del agrovelo en el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano?

¿Influye el efecto del anticongelante en el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano?

¿Influye el efecto del tabardillo en el efecto de las heladas tempranas en el cultivo de chile manzano?

2.3 Justificación o importancia del proyecto.

Este trabajo se comenzó con la finalidad de aportar datos verídicos a los productores de chile manzano para así mejorar las buenas prácticas y labores culturales, así como dar a conocer las medidas de prevención en lo que respecta a

minimizar el efecto de las heladas tempranas que afectan asta en un 90% a este cultivo por la sensibilidad de esta planta.

Ya que las heladas tempranas causan daños celular, el daño directo por heladas ocurre cuando se forman cristales de hielo dentro del protoplasma dentro de la célula (congelación o helada intracelular mientras que el daño indirecto puede ocurrir cuando se forma hielo dentro de las plantas pero fuera de las células congelación o helada extracelular (Snyder R. , 2010))

3. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación tiene un carácter explicativo con una fase experimental en campo y toma de datos cuantitativos con la finalidad de explicar el comportamiento de los 5 diferentes tratamientos bajo estudio. La fase experimental en campo consistió en la toma de datos en las 7 etapas del cultivo con una duración de 154 días pero que se extendió hasta los 202 días para cubrir la temporada completa del invierno.

De acuerdo con Munch, (2009), el alcance de la presente investigación se definió como correlación experimental y cuantitativa debido a que se evaluó variables vegetativas.

Se evaluaron diferentes tratamientos en el ciclo completo desde replante hasta cosecha del chile manzano donde se evaluó: diámetro del tallo basal, altura de la planta, pares de hojas, longitud de entrenudos, número de retoños, número de flores y por último número de frutos.

4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

En este trabajo se analizan tres técnicas distintas para minimizar el efecto de las heladas tempranas en el chile manzano (*Capsicum spp.*) estos se consideran de suma importancia para la presente Investigación de acuerdo a ello se formularon las siguientes hipótesis:

- Ho: Las técnicas para minimizar el efecto de las heladas tempranas en el cultivo no influyen en el rendimiento y la calidad de chile manzano (*Capsicum spp.*).
- Ha: Las técnicas para minimizar el efecto de las heladas tempranas en el cultivo influyen en el rendimiento y la calidad de chile manzano (*Capsicum spp.*).

5. ANTECEDENTES O MARCO TEÓRICO

5.1 Descripción botánica

El chile manzano (*Capsicum pubescens*) es una especie originaria de las partes altas de Perú y Bolivia, fue introducido a México a principios del siglo XX, es el único tipo de chile que se encuentra en las regiones con altitudes de 1700 a 2599 metros sobre el nivel del mar. Existe gran diversidad de este tipo de chile en cuanto a color, forma y tamaño de frutos; por lo común, los amarillos son preferidos a los rojos y anaranjados; mientras que los de forma de manzano o cuadrados son más apreciados que los que presentan una forma de pera, y en cuanto a tamaño tienen más demanda los frutos medianos (70 mililitros de volumen de agua desplazada) que los grandes (90 mililitros). En México la producción de este cultivo se caracteriza por ser de temporal, lo que concentra la cosecha en los meses de julio a diciembre, con carencia absoluta de enero a junio (Gasca, 2011).

5.1.1 Semilla

Es el único del género *Capsicum*, que posee semillas negras, de forma ovalada, con el borde ligeramente ondulado. Mide alrededor de 5 mm de diámetro y están constituidos de testa gruesa, embrión y endospermo. El embrión es curvo y ligeramente enrollado con cotiledones plegados (Pérez y Castro, 1998). El endospermo es el tejido en donde se localizan las reservas alimenticias.

5.1.2 Raíz

Cuando se cultiva a campo abierto, el sistema radical consta de una raíz principal típica pivotante de origen seminal y numerosas raíces secundarias que pueden alcanzar hasta 1.2 m de profundidad y 0.8 de exploración horizontal; el 80 % de ellas se encuentra en una capa de 20 a 30 centímetros pero, cuando se cultiva en sustratos inertes como el tezontle rojo, se concentra en los primeros 15

centímetros, es más ramificada y su volumen se ve reducido (Pérez y Castro, 1998).

5.1.3 Tallo

Es leñoso con hábito de crecimiento compacto y erecto; abundante pubescencia y es de color verde, excepto en los primeros entrenudos, en los cuales es de color púrpura. Su ramificación es pseudodicotómica (Pérez y Castro, 1998)

5.1.4 Hoja

Hoja. Es simple, su forma es cordada con ápice acuminado y borde liso, excesivamente vellosa y la nervadura es reticulada perinerve. Es peciolada de filotaxia alterna dística (Pérez y Castro, 1998)

5.1.5 Flor

Es hermafrodita de color violeta y raramente blanca. El centro es blanco, el cáliz y la corola están fusionados en su base. Los estambres tienen la misma longitud y el ovario es súpero. En las axilas se encuentran, uno o dos pedicelos, cuya posición puede ser erecta o intermedia. Cuando el número de pedicelos es de tres el centro se desarrolla y crece más rápidamente. Esta situación se presenta con mayor frecuencia en los extremos de las ramas de las plantas adultas (Pérez y Castro, 1998)

5.1.6 Fruto

El fruto es una baya, el color en estado inmaduro es verde y maduro puede ser amarillo, naranja, o rojo. Tiene una placentación axilar. Su forma varía dependiendo del número de lóculos. Cuando se presenta uno o dos tiene la forma de pera y cuando tiene tres o cuatro la forma es de manzana. La longitud de fruto es de 4 a 8 cm y diámetro de 2 a 6 cm; el grosor de pericarpio varía de 2 a 4 mm. Su posición es declínate, la forma del cáliz es dentado, presenta una constricción anular en la unión del cáliz y el pedúnculo, la forma del fruto en la unión con el

pedúnculo es truncada y acorazonada, no presenta cuello en la base del fruto y la forma del ápice es hundido y raras veces de forma obtusa (Pérez y Castro, 1998)

5.2 Taxonomía

Clasificación taxonómica del Chile
Manzano



- Reino Plantae
 - Filo Tracheophyta
 - Subfilo Angiospermae
 - Clase Magnoliopsida
 - Orden Solanales
 - Familia Solanaceae
 - Subfamilia Solanoideae
 - Tribu Capsiceae
 - Género Capsicum
 - Chile Manzano *Capsicum pubescens*

5.3 Requerimientos climáticos y edáficos del cultivo

El intervalo óptimo de temperatura para el crecimiento y desarrollo adecuado de esta especie va de 18 a 22 °C en el día y 10 a 12 °C en la noche. La temperatura base o cero vegetativo es de 5 °C y cuando la temperatura es mayor a 35 °C se provoca el aborto de las flores.

El daño directo por helada ocurre cuando se forman cristales de hielo dentro del protoplasma de las células (congelación o helada intracelular), mientras que el daño indirecto puede ocurrir cuando se forma hielo dentro de las plantas, pero fuera de las células (i.e. congelación o helada extracelular). Lo que realmente daña las plantas no son las temperaturas frías sino la formación de hielo

La temperatura a la cual ocurre la congelación puede fluctuar considerablemente dependiendo de la dureza que han alcanzado las plantas. Sin embargo, hay plantas (e.g. bastantes plantas C4, hojas de palmeras y plantas de tomate) que tienen muy poca o ninguna capacidad de endurecimiento.

También en la misma línea de lo realizado por (Bozzo, 2016) Heladas, tipos, medidas de prevención y manejo posterior al daño.

La especie se adapta bien en altitudes de 1700 a 2599 metros siempre que no existan heladas. La radiación óptima promedio de la especie es de 550 μmol de fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ lo que equivale a 550 Einstein. Lo anterior corresponde a un tercio de la radiación presente, a las 12 h, de un día soleado en el mes de mayo en la zona oriente del Estado de México (Chapingo), lo cual se ubica a 19° 29' de latitud norte y 98° 53' de longitud oeste y una altitud de 2240 metros debido a esos requerimientos de radiación su cultivo se lleva a cabo en condiciones de media sombra. La planta se desarrolla bien con humedad relativa de 70 a 80 %. Arriba de este valor se tiene poca dehiscencia de anteras disminuyendo la polinización y fecundación de los óvulos, y en consecuencia se tiene menor número de semillas y a su vez menor tamaño de fruto. Con humedades relativas menores al 40 % existe deshidratación de los granos de polen. Lo cual también ocasiona baja polinización y formación de semillas (Pérez, 2002).

5.4 Calidad en el cultivo de chile manzano

En en la tala 1 se puede observar que la superficie sembrada de chile verde manzano a campo abierto a nivel nacional existe un incremento de 2004 a 2011. También se aprecia que el chile verde perón no es sembrado en el Estado de México, en contraste se observa que el chile manzano solo es sembrado en el Estado de México y en condiciones de invernadero, esto obedece a la denominación regional que se le da al chile manzano. Por otro lado, se puede resaltar que en el año 2006 la siembra de chile perón fue la más alta al llegar a 361 hectáreas sembradas.

| Año | Nacional | | | Estatal | |
|------|-------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| | Chile Verde Peron | Chile Verde manzano | Chile verde manzano de invernadero | Chile Verde manzano | Chile verde manzano de invernadero |
| 2004 | 275.8 | 143 | 0 | 143 | 0 |
| 2005 | 141 | 90 | 0 | 90 | 0 |
| 2006 | 361 | 150 | 0 | 150 | 0 |
| 2007 | 336 | 65 | 1 | 65 | 1 |
| 2008 | 214 | 72 | 2 | 72 | 2 |
| 2009 | 89 | 2 | 0 | 2 | 0 |

| | | | | | |
|------|-----|----|---|----|---|
| 2010 | 226 | 2 | 0 | 2 | 0 |
| 2011 | 283 | 40 | 4 | 40 | 4 |

Tabla 1: Comparativo de superficie sembrada a campo abierto e invernadero nacional vs. Estado de México (hectáreas).

Según (Pesquera, 2012) en la tabla 2, las cantidades de los volúmenes de producción entre chile perón y chile manzano son muy diferentes pues la producción del primero supera en gran cantidad la del segundo. Así mismo, se puede observar que la producción en invernadero es aún más baja que la de campo abierto y los datos que se tienen no son constantes pues de tener producción en los años 2007 y 2008, la producción se interrumpe hasta el año 2011, lo cual puede indicar que se inició un nuevo ciclo de producción en invernadero, o bien no existen datos disponibles para dicho periodo.

| Año | Nacional | | | Estatal | |
|------|---------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| | Chile Verde manzano | Chile Verde manzano | Chile verde manzano de invernadero | Chile Verde manzano | Chile verde manzano de invernadero |
| 2004 | 2 852.8 | 652 | 0 | 652 | 0 |
| 2005 | 1 0992 | 450 | 0 | 450 | 0 |
| 2006 | 2 657 5 | 825 | 0 | 825 | 0 |
| 2007 | 2 488 | 537.5 | 40 | 537.5 | 40 |
| 2008 | 931 | 690 9 | 25 | 690 9 | 25 |
| 2009 | 659 | 29.1 | 0 | 29.1 | 0 |
| 2010 | 879.1 | 26 | 0 | 26 | 0 |
| 2011 | 2 039.3 | 0 | 140 | 0 | 140 |

Tabla 2: Volumen de la producción de chile manzano, comparativo nacional y Estado de México (t ha-1).

Continuando con la misma línea (Pesquera, 2012) en la tabla 3 revela que para el chile perón es que el rendimiento se mantuvo constante entre 2005, 2006 y 2007 con una caída de aproximadamente 57% para el año 2008, recuperándose en 2009 pero sin estabilidad ya que para el año siguiente se observa una disminución nuevamente. En contraste, el rendimiento del chile manzano presenta una tendencia al alza, pues de producir en el año 2004, 4.6 toneladas por

hectárea; en 2009 alcanzó su máxima producción al llegar a 14.6 toneladas por hectárea.

| Año | Nacional | | | Estatad | |
|------|---------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| | Chile verde manzano | Chile verde manzano | Chile verde manzano de invernadero | Chile verde manzano | Chile verde manzano de invernadero |
| 2004 | 10.3 | 4.6 | 0 | 4.6 | 0 |
| 2005 | 7.8 | 5 | 0 | 5 | 0 |
| 2006 | 7.6 | 5.5 | 0 | 5.5 | 0 |
| 2007 | 7.4 | 8.3 | 40 | 8.3 | 40 |
| 2008 | 44 | 96 | 12.5 | 96 | 12.5 |
| 2009 | 77 | 14.6 | 0 | 14.6 | 0 |
| 2010 | 3 9 | 13 | 0 | 13 | 0 |
| 2011 | 72 | 0 | 70 | 0 | 70 |

Tabla 3: Rendimiento de la producción de chile manzano a nivel nacional y estados de México (t ha-1)

En la tabla 4 (Pesquera, 2012) observa que el valor de la producción aumenta a medida que es mayor el incremento en la producción; es decir, que a mayor volumen de producción, mayor valor de la producción. Sin embargo, se puede considerar que la inestabilidad de la producción tiene un impacto en el precio medio rural lo cual hace que el valor de la producción varíe de manera significativa.

| Año | Nacional | | | Estatad | |
|------|---------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| | Chile verde manzano | Chile verde manzano | Chile verde manzano de invernadero | Chile verde manzano | Chile verde manzano de invernadero |
| 2004 | 34 903 600 | 11 340 000 | 0 | 11340000 | 0 |
| 2005 | 9 282 000 | 9 000 000 | 0 | 9 000 000 | 0 |
| 2006 | 29 127 500 | 17 250 000 | 0 | 17 250 000 | 0 |
| 2007 | 34 686 000 | 15 162 500 | 400 000 | 15 162 500 | 400 000 |
| 2008 | 12 162 200 | 3 736 140 | 77 500 | 3 736 140 | 77 500 |
| 2009 | 5 046 000 | 160 050 | 0 | 160 050 | 0 |

| | | | | | |
|------|--------------|--------|-----------|--------|-----------|
| 2010 | 7 194 620 | 78 000 | 0 | 78 000 | 0 |
| 2011 | 16 255 202.7 | 0 | 1 750 000 | 0 | 1 750 000 |

Tabla 4: Valor de la producción de chile manzano, comparativo nacional vs Estado de México (pesos).

En la tabla 5, (Pesquera, 2012) observa que el precio medio rural tiene una variación evidente, ya que como se menciona, el precio es fijado con en base a las exigencias y necesidades del mercado, es por ello que depende de diferentes factores, como oferta de productos sustitutos o de otros productores, demanda del consumidor, necesidades, gustos y preferencias, del mismo, el gasto que este puede destinar al consumo de diferentes hortalizas. Se muestra, además, que el precio promedio del precio medio rural para el periodo de 2004 a 2011 fue de \$10 307.1 para el chile perón a campo abierto; sin embargo, el precio promedio para el chile manzano en invernadero fue de \$8 533.3. En el periodo que se registró.

| Año | Nacional | | | Estatal | |
|------|---------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|
| | Chile verde manzano | Chile verde manzano | Chile verde manzano de invernadero | Chile verde manzano | Chile verde manzano de invernadero |
| 2004 | 12 234.9 | 17 392.6 | 0 | 17 392.6 | 0 |
| 2005 | 8 444.3 | 20 000 | 0 | 20 000 | 0 |
| 2006 | 10 960.5 | 20 909.1 | 0 | 20 909.1 | 0 |
| 2007 | 13 941.3 | 28 209.3 | 10 000 | 28 209.3 | 10 000 |
| 2008 | 13 063.6 | 5 408 | 3 100 | 5 408 | 3 100 |
| 2009 | 7 657.1 | 5 500 | 0 | 5 500 | 0 |
| 2010 | 8 184.2 | 3 000 | 0 | 3 000 | 0 |
| 2011 | 7 971 | 0 | 12 500 | 0 | 12 500 |

Tabla 5: Precio medio rural fijado a la producción de chile manzano (pesos).

Ahora bien, el mejor precio para el chile perón se alcanzó en el año 2007, a pesar de que la producción fue mayor en años anteriores no obstante como ya se mencionó el precio depende de las variables que interviene en el proceso de producción y comercialización ya que existió mayor rendimiento en la producción, pero también se puede deber a que quizá en ese año la demanda del producto fue mayor, por lo que el precio del mismo se fue al alza.

5.5 Heladas tempranas

Esta investigación es de acorde con investigaciones anteriores como la realizada por la FAO (2010) sobre el daño producido por las heladas.

Las heladas son eventos climáticos de gran preocupación en la actividad agrícola debido al potencial de pérdidas socioeconómicas que generan.

Se considera helada cuando se registre temperaturas bajo los cero grados Celsius, ocasionando daño en el cultivo.

El nivel de daño que sufra el cultivo dependerá de variados factores tales como la vulnerabilidad de la especie o variedad a bajas temperaturas, estado fenológico, intensidad de la helada, tiempo de exposición, ubicación geográfica, entre otros.

Aunque las heladas son un fenómeno recurrente, los cambios observados en la variabilidad climática en la última década hacen que ellas se estén produciendo en forma inesperada y en zonas donde no han ocurrido normalmente, lo que hace necesario implementar medidas de adaptación para nuevos escenarios climáticos, lo cual toma mayor importancia si se considera que en los últimos años se han observado algunas heladas que podemos denominar como catastróficas.

Existen varios tipos de heladas como lo son: Heladas radiactivas: Son las que están relacionadas con la fuga intensa, durante la noche, del calor que se ha acumulado en el suelo durante el día, provocando un enfriamiento de las capas bajas de la atmósfera próxima a la superficie.

Heladas advectivas: Son aquellas que ocurren por desplazamiento de masas de aire frío provenientes desde el sur, cubriendo áreas extensas de territorio. Son condiciones más persistentes, pudiendo extenderse por varias horas en la noche y parte de la mañana o por varias noches seguidas.

El efecto de la helada sobre el cultivo dependerá, entre otros factores, de la especie y del estado de desarrollo en que se encuentre, siendo más sensibles las etapas desde botón floral hasta fruto pequeño. Por lo mismo es necesario considerar en forma muy cuidadosa la ubicación geográfica de las variedades más

tempranas, donde los árboles o parras florecen antes, quedando así más susceptibles a una helada. También son importantes las condiciones propias del predio, donde se presenten distintas temperaturas mínimas en diferentes sitios, con menores temperaturas en los bajos y en las partes inferiores de laderas.

Siguiendo la misma línea tenemos (ODEPA, 2013) efecto heladas de septiembre en frutales y hortalizas.

El daño por heladas ocurre cuando se forma hielo dentro del tejido de las plantas, dañando sus células. Puede ocurrir en las plantas anuales (cultivos para ensilado o forrajes de gramíneas y leguminosas; cereales; cultivos para aceite o de raíces; horticolas; y cultivos ornamentales), multi-anuales y perennes (árboles frutales caducifolios y de hoja perenne). Los daños por heladas pueden tener un efecto drástico en la planta completa o bien afectar únicamente a una pequeña parte del tejido de la planta, lo cual reduce el rendimiento o deprecia la calidad del producto.

Los efectos de las heladas ocurridas en septiembre recién pasado han sido devastadores para la agricultura en general. Desde pequeños agricultores hasta grandes empresas agrícolas han sufrido el daño producido por estas con el consiguiente perjuicio de ver afectadas sus producciones anuales, la contratación de mano de obra y su estabilidad financiera.

Las plantas se agrupan en cuatro categorías de sensibilidad a la congelación: 1 frágiles, 2 ligeramente resistentes, 3 moderadamente resistentes, 4 muy resistentes

Las plantas frágiles son aquellas que no han desarrollado la evitación de la congelación intracelular (e.g. muchas plantas tropicales).

Las plantas ligeramente resistentes incluyen muchos de los árboles frutales subtropicales, árboles caducifolios, y cultivos horticolas que son sensibles al enfriamiento hasta los -5 °C. (Levitt, 2009)

Las plantas moderadamente resistentes incluyen aquellas que pueden acumular suficientes solutos para resistir el daño por heladas hasta temperaturas

tan bajas como $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, principalmente evitando el daño por deshidratación, pero son menos capaces de tolerar temperaturas más bajas.

Las plantas muy resistentes son capaces de evitar la congelación intracelular así como de evitar el daño debido a la desecación de las células. (Urbina, 2007)

Hay muchos estudios sobre temperaturas críticas (T_c) para una variedad de cultivos. Estos números se obtuvieron utilizando un conjunto de métodos y se debería ser cauteloso a la hora de intentar utilizar las temperaturas críticas publicadas como temperaturas para la puesta en marcha y la detención de los métodos de protección activos. Por ejemplo, algunos investigadores han comparado registros de daños comerciales a largo plazo con las medidas de temperatura de casetas meteorológicas estándar. En algunos casos, el sensor de temperatura, la protección, la altura del montaje, etc., no se indican. Estos factores pueden afectar a los resultados y es difícil aplicar la información de una localidad a otra ya que se dispone de información insuficiente. También hay siempre diferencias micro climáticas, incluso dentro de una parcela experimental que puede afectar a los resultados. (Levitt, 2009)

Por ejemplo, se han observado diferencias espaciales de $1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ o más dentro de un par de cientos de metros en un campo de frutales durante una noche de helada, medidas a la misma altura sobre la tierra en un terreno llano. Por ello, es de algún modo cuestionable que los valores de T_c de temperaturas de una caseta meteorológica sean aplicados universalmente. Muchos investigadores han cortado pequeñas ramas de los árboles y las han colocado en una cámara de clima controlado donde las ramas escindidas fueron enfriadas a intervalos de temperaturas bajo cero para observar el daño.

Mientras que este proceso está más estandarizado que las medidas de campo, el microclima dentro de una cámara de atmósfera controlada no es el mismo que el de las ramas expuestas a la intemperie. Por ejemplo, se puede determinar la cantidad de daño en ramas expuestas durante 30 minutos a intervalos de temperaturas, pero dentro de un árbol las ramas sin cortar van a tener un intervalo distinto de temperaturas.

Las ramas en la parte superior del árbol estarán más expuestas y por consiguiente van a estar más frías que la temperatura del aire. Inversamente, las ramas dentro de la cubierta están más calientes y en consecuencia menos expuestas a sufrir daños. En árboles caducifolios, antes que las hojas estén completamente desarrolladas, normalmente hay una inversión desde el suelo hacia arriba, y por ello las temperaturas del aire más frías están cerca de la parte baja de los árboles.

Cuando los árboles tienen la mayoría de las hojas expandidas, sin embargo, la temperatura mínima en las noches con helada de radiación, aumenta con la altura donde están la mayoría de las hojas. En cualquier caso, la utilización de temperaturas de una caseta meteorológica va a proporcionar únicamente una aproximación grosera del daño esperado. (Snyder R. , 2010)

La incidencia de las heladas tiene impactos significativos en la producción agrícola a nivel mundial. No sólo causa pérdidas en los rendimientos de la mayoría de los cultivos agrícolas, también limita su distribución geográfica. En el caso de Chile manzano la mayoría de las variedades cultivadas son sensibles a temperaturas inferiores a $-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a esta temperatura se observan daños visibles a nivel foliar tanto en los rendimientos como en la calidad de los frutos. Mientras, en zonas de clima templado las heladas pueden afectar el cultivo de Chile en primavera e inicios del otoño, en regiones andinas de América del Sur las heladas pueden ocurrir en cualquier etapa del desarrollo del cultivo, disminuyendo así los rendimientos en diferentes intensidades. (Pino, 2016)

(Fairlie, 1995), mostraron que en el sur de Puno (Perú), las heladas entre emergencia y formación de estolones bajaron los rendimientos entre 30 y 50%, y las heladas en floración afectaron el rendimiento en 50%.

Como afectan las heladas al cultivo de Chile manzano: Heladas de advección: consisten en el paso de un frente frío con invasión de masas de aire a bajas temperaturas. Los daños producidos pueden ser bastante severos.

Heladas de radiación: Se producen por el enfriamiento de las capas bajas de la atmósfera y de los cuerpos que en ellas se encuentran debido a la emisión (perdida) de calor terrestre. Se produce una estratificación del aire en donde las capas más bajas son más frías y las capas más altas son más cálidas. Este tipo de heladas se produce cuando el día presenta una baja nubosidad y la ausencia de viento impide mezclar estas capas. En los suelos cubiertos de vegetación y en el fondo de los valles es más probable que se den este tipo de heladas.

Heladas de evaporación: Debidas a la evaporación de agua líquida desde la superficie vegetal. Suele ocurrir cuando la humedad relativa de la atmósfera desciende formándose las gotas de rocío. Para que la atmósfera recupere la humedad relativa inicial se tiene que producir el paso de agua líquida a gaseosa necesitándose un calor que aporta la planta con su consiguiente enfriamiento.

Como consecuencia de las bajas temperaturas, en la planta ocurren los siguientes procesos: i. Se produce un debilitamiento de la actividad funcional reduciéndose entre otras cosas las acciones enzimáticas, la intensidad respiratoria, la actividad fotosintética y la velocidad de absorción del agua. ii. Existe un desplazamiento de los equilibrios biológicos frenándose la respiración, fotosíntesis, transpiración, absorción de agua y circulación ascendente. iii. Finalmente se produce la muerte celular y la destrucción de los tejidos. Hay que tener en cuenta que la sensibilidad que un vegetal tiene al frío depende de su estado de desarrollo. Los estados fenológicos más vulnerables al frío son la floración y el cuajado de frutos (Rojas, 2013)

(Rojas, 2013) Menciona que existen dos tipos de respuestas de la planta a las heladas, directa: ocurre por una transición en la fluidez de las membranas que se cree que coincide con la temperatura umbral, al menos en algunas especies sensibles al frío. En lugar que ocurra una alteración uniforme en la membrana, los cambios de fluidez ocurren probablemente en sectores específicos dentro de la membrana.

Indirecta: después de una exposición de especies sensibles a temperaturas frías lo suficientemente prolongado, los cambios en las membranas resultan en un

número de posibles respuestas secundarias: pérdida de la integridad de las membranas, salida de solutos, pérdida de compartimentalización y cambios en la actividad enzimática.

Por otro lado (Westwood, 1978) menciona que el daño directo por helada ocurre cuando se forman cristales de hielo dentro del protoplasma de las células (congelación o helada intracelular), mientras que el daño indirecto puede ocurrir cuando se forma hielo dentro de las plantas, pero fuera de las células (i.e. congelación o helada extracelular). Lo que realmente daña las plantas no son las temperaturas frías sino la formación de hielo

Mientras (Siminovitch, 1978) mencionan que el daño directo por congelación intracelular se asocia con un enfriamiento rápido. Observaron congelamiento intracelular y muerte de las células cuando se enfriaron plantas de centeno a un ritmo de 8 °C por minuto hasta -12 °C, congelándose el agua súper enfriada dentro de las células. Cuando las plantas se enfriaron hasta -12 °C durante 23 minutos, la formación de hielo fue extracelular y las plantas se recuperaron completamente después del deshielo.

Una vez ocurrido el fenómeno de la helada, y de acuerdo a su intensidad y duración aparecen ciertos síntomas característicos en los tejidos afectados.

El follaje nuevo y los brotes “tiernos”, se vuelven lacios y posteriormente se deshidratan por completo, secándose, adquiriendo un color café o negro oscuro. Cuando la helada afecta la corteza de las ramillas, ramas e incluso del tronco, esta se resquebraja, abriéndose y formando grietas que dejan expuesta la madera. Cuando la helada afecta a los frutos, el daño difiere según el estado de desarrollo en que es afectado por la helada. Los frutos recién cuajados, que son los más susceptibles pueden deshidratarse totalmente, secarse y caer, o pueden ser dañados parcialmente, según la intensidad y duración de la helada.

Cuando el evento ocurre con fruta madura en el árbol o a punto de madurar, generalmente aparecen manchas oscuras en la epidermis del mismo y zonas deshidratadas, definidas y pardeadas en la pulpa. En el caso de la palta, los

tejidos que más se pardean son el pedicelo y los haces vasculares internos del fruto. Por su parte los frutos cítricos se deshidratan internamente y su pulpa se torna granulosa.

Cuando la helada ocurre poco antes de la maduración de la fruta, por lo general se detiene este proceso, el cual no se reanuda, especialmente si se ha dañado fuertemente el follaje.

El intervalo óptimo de temperatura para el crecimiento y desarrollo adecuado de esta especie va de 18 a 22 °C en el día y 10 a 12 °C en la noche. La temperatura base o cero vegetativo es de 5 °C y cuando la temperatura es mayor a 35 °C se provoca el aborto de las flores. La especie se adapta bien en altitudes de 1700 a 2599 metros siempre que no existan heladas.

El daño directo por helada ocurre cuando se forman cristales de hielo dentro del protoplasma de las células (congelación o helada intracelular), mientras que el daño indirecto puede ocurrir cuando se forma hielo dentro de las plantas, pero fuera de las células (i.e. congelación o helada extracelular). Lo que realmente daña las plantas no son las temperaturas frías sino la formación de hielo

Se cree que la formación de hielo intracelular causa una “ruptura mecánica de la estructura protoplásmica”. Propuso que las células se morían de forma gradual como resultado del crecimiento de masa de hielo extracelular. La presión de vapor a saturación es más baja sobre hielo que sobre el agua líquida. Como resultado de la formación de hielo extracelular, el agua se evaporará desde el agua líquida dentro de las células y pasará a través de las membranas semipermeables de las células y se depositará sobre los cristales de hielo fuera de las células. Conforme el agua sale de las células, la concentración de solutos aumenta y reduce el riesgo de congelación. Sin embargo, a medida que el hielo continúa creciendo, las células se desecan más. Normalmente, en las plantas dañadas, los cristales de hielo extracelular son mucho más grandes que las células muertas de alrededor, que se han colapsado debido a la desecación. En consecuencia, la principal causa en la naturaleza del daño por helada a las plantas es la formación de hielo extracelular, que produce un estrés de agua secundario a las células adyacentes.

De hecho, hay una estrecha relación entre las plantas tolerantes a la sequía y las plantas tolerantes a la congelación. (Levitt, 2009)

6.2 Material y Equipo

Materiales

- ✚ Peachimetro
- ✚ Cinta métrica
- ✚ Vernier
- ✚ Tambo de 200 litros
- ✚ Tabla de anotaciones
- ✚ Higrómetro
- ✚ Pala
- ✚ Azadón
- ✚ Cubeta de 20 litros
- ✚ Arpillas
- ✚ Rafia
- ✚ Postes de madera
- ✚ Agrovelo
- ✚ Anticongelante
- ✚ Cintilla
- ✚ Micro aspersor
- ✚ Tabardillo
- ✚ Bascula
- ✚ Navaja
- ✚ Bomba para fumigar de 15L
- ✚ Tinaco de 1100 L
- ✚ Trampas de color para (plagas)
- ✚ Plántula
- ✚ Etiquetas

6.3 Diseño del experimento

Una manera adecuada de estudiar el factor de interés, es considerar factores adicionales que se incorpora al experimento de manera explícita y se denominan factores de bloque, en un diseño en bloques completos al azar (DBCA) se consideran tres fuentes de variación: el factor de tratamiento, el factor de bloque y el error aleatorio. Es un diseño completo debido a que se prueban todos los tratamientos en cada bloque y la aleatorización se la realiza dentro de cada bloque.

6.3.1 Diseño de conformación de tratamientos

Se trabajó con dos bloques tomando en cuenta el desnivel del terreno evaluando el cinco diferentes tratamientos con tres repeticiones por bloque y tres plantas por repetición en total el experimento quedo conformado por 90 plantas.

| N ₀ | TRATAMIENTOS | REPETISIONES | Número de plantas por repetición |
|----------------|----------------|--------------|----------------------------------|
| 1 | Anticongelante | 3 | 3 |
| 2 | Tabardillo | 3 | 3 |
| 3 | Agrovelo | 3 | 3 |
| 4 | Combinado | 3 | 3 |
| 5 | Testigo | 3 | 3 |

6.4 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar DBCA con 6 repeticiones por tratamiento.

6.4.1 Modelo estadístico

El modelo lineal que define a un diseño de bloques completos al azar es el siguiente

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

y_{ij} = respuesta observada con el tratamiento i en el bloque j

μ = media general

τ_i = efecto del tratamiento j ; $j=1, 2, \dots, t$

γ_j = efecto del bloque j ; $j=1, 2, \dots, r$

ε_{ij} = termino de error asociado al tratamiento i en el bloque j

6.4.2 Tratamientos estadísticos

El experimento se desarrolló en el cultivo de chile manzano con 5 tratamientos.

| Tratamientos y Repeticiones | | | | | |
|-----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Bloque 1 | T1- R6 | T4-R6 | T3-R6 | T5-R6 | T1-R5 |
| | T2-R6 | T3-R5 | T1-R4 | T4-R5 | T2-R5 |
| | T5-R5 | T5-R4 | T2-R4 | T4-R4 | T3-R4 |
| Bloque | T3-R3 | T4-R3 | T3-R2 | T4-R2 | T1-R3 |

| | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 2 | T5-R3 | T1-R2 | T3-R1 | T2-R3 | T4-R1 |
| | T2-R1 | T2-R2 | T1-R1 | T5-R1 | T5-R2 |

Cuadro 1 Distribución de tratamientos en campo

T = tratamientos.

R = repeticiones.

6.5 variables evaluadas

Dentro de las variables evaluadas se pueden encontrar las siguientes.

6.5.1 Diámetro basal (mm).

Para la determinación de esta variable se realizó una medición con un vernier digital planta por planta y se colocó una cinta para señalar el punto de la medición ya que los datos se tomaban semanalmente.

6.5.2 Altura de la planta (cm).

Para obtener esta variable se utilizó una cinta métrica de 5m anisando la medición de donde se encontraba la cinta para medir el diámetro basal hasta el ápice de la rama más grande.

6.5.3 Longitud de entre nudos (cm).

Para esta variable se utilizó una cinta métrica ya que es más flexible y se puede adaptar más al tallo de la planta, se marcó con pintura el entrenudo al que se realizó la medida semanalmente para no hacer mediciones otro tallo.

6.5.4 Numero de frutos

Se determinó mediante el conteo físico, visual del fruto al final de cada cosecha realizada semanalmente tomando en cuenta solo el fruto maduro.

6.5.5 Numero de flores

Esta variable se pudo determinar mediante el conteo físico, visual de las flores ya abiertas realizándolo cada semana.

6.5.6 Peso de fruto (g).

Para obtener los datos para esta variable se utilizó una báscula digital pesando los frutos obtenidos por cada tratamiento y sumando tanto por bloques y repeticiones al final de cada cosecha.

6.6 Apertura de sepas.

La cepa se hace lo suficientemente profundo y ancho para proporcionar a la planta suficiente tierra removida que facilite el arraigo inicial y acumule la humedad necesaria para que las nuevas raíces se establezcan y desarrollen con facilidad. Se revisa que la tierra extraída se devuelva a la sepa libre de piedras, raíces, palos, etc., procurando que esté lo más suelta posible, la base de la sepa se rellena con parte del material removido, acompañando con 250g de estiércol.

6.7 Preparación del Terreno.

La preparación del suelo es también conocida como labranza, busca crear condiciones favorables para el buen desarrollo de los cultivos, es decir, para la germinación de las semillas, el crecimiento de las raíces y de la planta, y en la mayoría de casos, para la formación del fruto, La preparación del terreno se realizó un mes y medio antes de la plantación, una labor de arado de 40-50 cm de profundidad para disminuir la compactación y favorecer así el drenaje y volteo de unos 30 cm de profundidad para airear el suelo e incorporar malezas o residuos del cultivo anterior.

6.8 Plantación.

Durante el transporte las plantas no deben quedar expuestas al sol ni al viento, ni expuestas a daños por heladas, debido a que las pérdidas por baja supervivencia y retrasos en el desarrollo de la planta en terreno pueden ser importantes

6.9 Aplicación de (estiércol).

La materia orgánica, bajo cualquier punto de vista que se observe, resulta fundamental en la búsqueda de la sustentabilidad en la agricultura (Johnstn, 2009), y su presencia adecuada en el suelo mejora la capacidad buffer, enriquece la capacidad de intercambio catiónico, mejora la estructura del suelo evitando la erosión y permite el desarrollo de la micro y macro-fauna benéficas del suelo (Aslantas, 2007).

El mejorar y conservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de un suelo constituye la base de su productividad agrícola, la cual depende en gran parte de la presencia o no de materia orgánica. La incorporación de materia orgánica al suelo se puede dar a través de aplicaciones de abonos orgánicos, los cuales se utilizan como fuente de nutrientes para las plantas (García–Hernández, 2009). La descomposición de la materia orgánica del suelo consiste en un proceso de digestión enzimática por parte de los microorganismos, y del cual se desprende la liberación de nutrientes fácilmente asimilables por los cultivos. En este sentido, (García – Gómez, 2005) señalan que una humificación y mineralización adecuada de la materia orgánica favorece los beneficios físicos, químicos y biológicos de dichos fertilizantes, y con ello mejora la estructura, evita la compactación y la erosión y aumenta la retención de humedad (Castellano, 1996)

6.10 colocación del sistema de riego

ffffffffffff

6.11 Surcado.

Distancia entre surcos adecuada para sembrar chile manzano, el surco se ase después de los 15 días de plantación cuando el proceso de aclimatación está terminando. Se raspa 30cm Asia los lados dela planta para retirar las malezas después se incorpora tierra ya libre de malezas arrastrándola con ayuda de un azadón acumulándola en la parte basal de la planta formando una especie de montaña pequeña, la distancia entre plantas de 70 cm por 1m de surco y surco

Se reincorpora la tierra con un 15 de estiércol de gallinaza ya con posteo se revuelve la mezcla de tierra y estiércol se incorpora un 30 % de esta mezcla a la sepa después se rompe la envoltura de la plántula de chile con cuidado para evitar lastimar la raíz. Se coloca al centro de la sepa rellenando al misma con el resto de la mezcla buscando que el cepellón de la planta quede 1cm arriba del bordo de la sepa para evitar encharcamientos que a su vez provocaría pudrición en la planta.

6.12 Fertilización

| Cálculos en Kg ha ⁻¹ | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|---------|---------|-----|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| N | Etapa | Días | Semanas | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| 1 | Trasplante | 35-55 | 5 | 3 | 1 | 6 | 3 | 1 |
| 2 | Establecimiento | 55-70 | 10 | 7 | 1 | 14 | 6 | 3 |
| 3 | Des. Vegetativo | 70-85 | 12 | 8 | 1 | 16 | 6 | 2 |
| 4 | Floración | 85-100 | 15 | 18 | 5 | 29 | 17 | 8 |
| 5 | Crecimiento de fruto1 | 100-120 | 18 | 22 | 5 | 44 | 9 | 9 |
| 6 | Crecimiento de fruto2 | 120-140 | 20 | 30 | 9 | 39 | 11 | 8 |
| 7 | Produccion | 140-154 | 22 | 31 | 8 | 48 | 17 | 12 |
| REQUERIMIENTO/ PROPORCIONAL | | | | 119 | 30 | 196 | 69 | 45 |
| EFICIENCIA DEL FERTILIZANTE | | | | 80% | 30% | 85% | 60% | 60% |
| REQUERIMIENTO REAL | | | | 146 | 97 | 230 | 114 | 73 |
| APLICACIÓN FINAL | | | | 220 | 100 | 240 | 90 | 45 |

Tabla 6: Dosis por etapa fenológica de fertilizante para el cultivo de chile manzano



Figura 1 fertilizante para aplicación edáfica

La fertilización esta se aplica en forma de fertiriego por la poca cantidad de fertilizante que requiere nuestra planta se coloca en un tambo de 200 litros de agua el fertilizante requerido dependiendo de la etapa fenológica en la que se encuentre la planta se disuelve completamente en el par atado anexos encontraran desglosada cada etapa fenológica con cantidades exactas de cada elemento requerido por este cultivo, se disuelve completamente y se aplica por medio del sistema de riego.

6.13 Deshierbe



Figura 2 Eliminación de malezas y plantas no deseadas

El deshierbe consiste en retirar plantas no deseadas, conocidas como mala hierba, del huerto. Estas plantas son retiradas porque pueden ocasionar desventajas a la producción del huerto porque compiten con las hortalizas por nutrientes, sol y agua y a menudo atraen plagas y enfermedades

Se cortan las malas hierbas que han crecido cerca de la planta para y sobre el camellón o pasillo entre surco y surco para evitar plagas y enfermedades se ase manual mente.

6.14 Segunda fertilización



Figura 3 Fertilizante para aplicación edáfica

Figura 4 aplicación de nitrato de calcio

La fertilización esta se aplica en forma foliar por la poca cantidad de fertilizante que requiere nuestra planta se coloca en un tambo de 200 litros de agua el fertilizante requerido dependiendo de la etapa fenológica en la que se encuentre la planta se disuelve completamente y se a plica con un tambo con la medida exacta de producto que le corresponde a cada planta.

6.15 Realce de surcos



Figura 5 Realce del surco

Se remueve nuevamente la tierra y se arrastra hasta el tallo basal de la planta en este caso ya se menos cantidad de tierra removida para que se vuelva a formar el surco.

6.16 Tutoreo



Figura 6 Tutoreo de plantas de chile manzano



Figura 7 Rafia Para el tutoreo de las plantas de chile manzano

El tutorado o tutoreo es una actividad que consiste en brindar soporte a los cultivos a través de anillos o estacas para que las plantas puedan crecer adecuadamente, con esta función es posible evitar que los frutos o las hojas toquen el suelo, lo cual permite obtener mayores resultados y un mejor rendimiento en la producción

El tutoreo este se ase cuando ya la planta alcanzó una altura de 40 a 50 cm y las ramas comienzan a crecer se coloca un poste para sujetar el hilo este se coloca a una distancia de 3 metros para que no sea tanto el peso que los hilos sostendrán se coloca el hilo a la altura de la primera rama dando vuelta en cada uno de los postes así por los dos lados se sujeta bien para que no queden flojos y comiencen a resbalarse las ramas y caigan al suelo conforme van creciendo se les va repitiendo el proceso con una distancia entre líneas tutoras de 20 a 30 cm.

6.17 Cosecha



Figura 8 Pesando el fruto del chile manzano



Figura 9 Cosecha de chile manzano

La cosecha es manual se sujeta el fruto con una sola mano y después se da un pequeño torsión Asia arriba para que se corte correcta mente y no dañar la planta se coloca en un bote de 20 litro para después de ser llenado mover el fruto Asia las arpillas donde se colocar y se amarran correctamente para que no se maltrate la fruta durante el traslado.

6.18 Implementación de riego y nutrición



Figura 10 Sistema de riego por goteo

Se tendrá un control más rígido en el riego para mantener la planta bien hidratada y así ayudar a mitigar el impacto de las heladas tempranas, así como bien nutridas para incrementar la resistencia ante las bajas temperaturas.

6.19 Colocación de agrovelo.



Figura 11 Agrovelo



Figura 12 Colocación de agrovelo

Tiene una transparencia del 85%, Protege del frío y las heladas hasta -5°C , Es permeable permitiendo la fertilización y el paso del agua de riego y lluvia, Minimiza los peligros causados por lluvias fuertes, granizo y temporales, Ayuda a crear un

clima uniforme, previniendo el que las plantas se resequen y se retuerzan, Permite una ventilación uniforme mejorando el crecimiento y precocidad de las plantas, Protege contra insectos, aves etc.

Puede ser aplicado con éxito tanto por Agricultores profesionales como para usos domésticos. Agrovelo puede ser usado en cualquier cultivo, donde las plantas necesiten de la protección de los factores ambientales, o donde tanto la calidad y cantidad de las producciones, precisen ser mejoradas, Ciertas hortalizas en particular, tales como la escarola, repollo, coliflor, zanahoria, rábano, puerro, tomates, espinaca, pepino, para mencionar algunas, como así también hierbas culinarias, flores y arbustos ornamentales pueden ser protegidos de las influencias externas. Plantas, arbustos y pequeños árboles pueden ser envueltos con esta manta térmica protegiéndolos de las heladas

El Agrovelo, es una tela térmica que sirve para proteger a sus cultivos del frío así como contra algunas plagas. El Agrovelo está fabricado en poli-propileno de 17 gramos, y con propiedades anti ultravioleta para evitar el daño de los rayos del sol. Se ofrece en rollos de diferentes medidas para cubrir todo tipo de cultivos, plantaciones, arboles, etc. Es resistente y liviano, y permite el paso del agua de lluvia o de riego, así como el 85% de la luz solar por lo que no afecta la fotosíntesis y el desarrollo normal de las plantas. El Agrovelo protege a los cultivos en torno a una temperatura de 4 a 5 grados °C disminuyendo el estrés que la temperatura genera en la planta, evitando así el congelamiento. El Agrovelo también evita las agresiones del viento y los insectos tales como trips, mosca blanca, pulgón entre otros, reduciendo el uso de agroquímicos para controlar las plagas. Es apta para cultivos de melón, sandía, calabaza, chiles, tomates, pepinos, lechugas, col, apio, fresas, melón, plátanos entre otros. Con la utilización del Agrovelo, se obtienen cosechas tempranas debido a los beneficios antes mencionados. Puede ser utilizada tanto en cultivos de campo abierto como en invernaderos.

Esta manta genera un micro clima para el cultivo permitiendo que la planta asimile más lentamente el cambio repentino y drástico del clima, sirve como un amortiguador de los cambios bruscos de temperatura. El Agrovelo puede ser extendido manualmente o mecánicamente como una cinta. Debido a su bajo peso (17gr/m²) y por ser fino y liviano, deberá ser manipulado con cuidado. Al colocar la manta térmica siempre debe dejarse un margen, tanto en los laterales como encima del cantero para permitir el libre y seguro crecimiento de las plantas. Se recomienda no colocar agrovelo ni muy justo ni muy flojo y siempre en dirección al viento.

6.20 Aplicación de anticongelante



Figura 13 Bomba de mochila de 15 l para la aplicación de anticongelante

Ventajas: Además de dar resistencia a las partes de la planta, la ayudan a restablecer rápidamente la normalidad y por lo tanto una más pronta recuperación para continuar el crecimiento, desarrollo y fortalece a la planta y frutos. es un producto eficaz contra daños causados por heladas tardías o tempranas eficiente en cualquier estado de la planta.

Desventajas: en caso de hacer una aplicación incorrecta o fuera de tiempo puede ocasionar más daños que las mismas bajas temperaturas.

Se debe de aplicar lo más fino posible y por todas las partes de la planta, puesto que su absorción depende que se cubra toda el área a protegerse; es muy lenta la translocación del producto dentro de la planta. Se aplica cuando pueda secar relativamente lento, en la mañana o ya tarde. No en la noche si es que las condiciones de secado son muy lentas, pues puede causar quemaduras leves al follaje.

6.21 Colocación del tabardillo



Figura 14 Tabardillo seco



Figura 15 Colocación de tabardillo a las plantas de chile manzano

El tabardillo es una planta hierba perenne, erguida con una altura de 70 cm, se coloca en manojos pequeños cubriendo total mente la planta de chile manzano colocándolo desde el suelo hasta cubrir los últimos retoños de la planta colocando rafia para sujetar el tabardillo y asegurarse de que está cubriendo correctamente toda la planta el tabardillo sirve como una capa protectora anti heladas que permite que la planta realice sus procesos correctamente así mismo también permite que la polinización se realice y no causa contaminación ambiental.

Ventajas: brida una capa exterior de la planta y actúa como un amortiguador térmico ya que al interior donde se encuentra el área foliar de la planta la temperatura disminuye muy lentamente mientras que al exterior genera una capa protectora y el agua condensada no entra en contacto con el área foliar ni mucho menos con el tallo.

Es muy común encontrar el tabardillo ya sea en parcelas abandonadas en tierras de sembradío, alas oriyas de las casas etc. Según (Villaseñor, 1998) se ha registrado hallazgos de tabardillo en Aguascalientes, Chiapas, Coahuila, distrito federal, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos,

Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, y Zacatecas

Que para la mayoría de los productores esta planta es considerada una maleza por que cubre en su totalidad a las parcelas de sembradío y no sirve como alimento para el ganado

6.22 Monitoreo de temperatura ambiental en °C .



Figura 16 Higrómetro para el monitoreo de temperatura ambiental en °C

Se estará revisando diariamente los pronósticos previstos para la región, así como monitoreo de la temperatura con ayuda de un hidrómetro para registrar la temperatura más baja en las 24 horas. Así como revisar le temperatura a una hora establecida para registrar variaciones con respecto a los registros anteriores.

| Tabla para monitoreo de temperatura ambiental en °C | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|----|----|--------|----|----|-----------|----|----|--------|----|----|---------|----|----|--------|----|----|---------|----|----|
| SEM | LUNES | | | MARTES | | | MIERCOLES | | | JUEVES | | | VIERNES | | | SABADO | | | DOMINGO | | |
| 1 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 |
| | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm |
| 2 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 | 7 | 1 | 7 |
| | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm | am | pm | pm |

Tabla 7: Datos para monitoreo de temperaturas ambientales en los siguientes horarios 7:00 am ,1:00 pm y 7:00 pm

7 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Diámetro del tallo basal.

En este apartado se incluyen los resultados para las variables de estudio obtenidos en el cultivo de chile variedad spp. maruca; el cual se evaluó un ciclo con fecha de inicio 28 de Julio del 2019 al 15 de febrero del 2020.

Diámetro de tallo basal (mm). De acuerdo al análisis de varianza, se puede observar que no existe significancia estadística para los tratamientos evaluados en la prueba de comparación de medias de acuerdo a la variable de diámetro de tallo basal de planta presentado en la (grafico 1) sin embargo se puede observar que el tratamiento de anticongelante tuvo un notable resultado de 21.32 % superando en un 1.27 % con un diámetro de 19.663 mm al tratamiento de tabardillo que presento un 18.488 mm diámetro de tallo basal estos datos los podemos observar más a detalle en el apartado de anexos ahí encontraremos el análisis de varianza completo para esta variable.

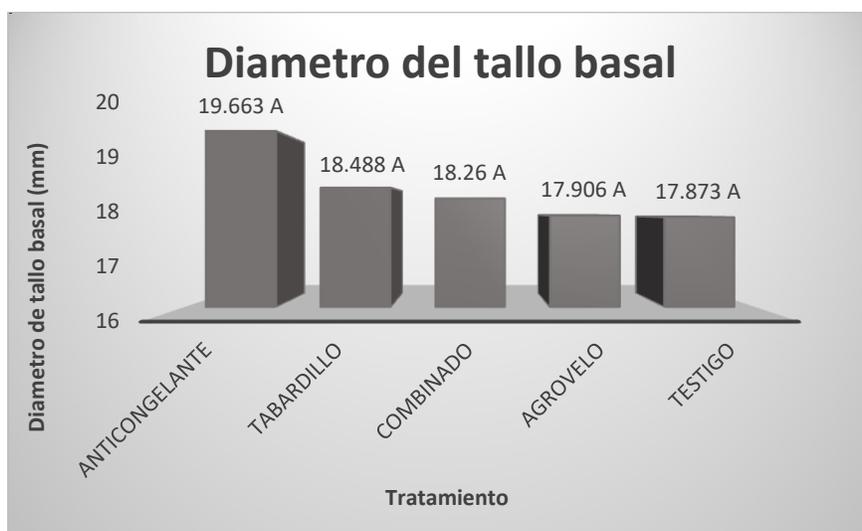


Grafico 1: Anova de un solo factor: diámetro de tallo basal (mm) y tratamientos anticongelante, tabardillo, combinado agrovelo y testigo.

De acuerdo a Pronat del 2018 se puede atribuir a la aplicación de anticongelante ya que es un producto de origen natural obtenido a partir de extractos vegetales con alto contenido de aminoácidos que su función primordial

es evitar la congelación del agua a nivel celular, así como sus macros y micro nutrientes que favorecen a los cultivos a tener más resistencia a temperaturas bajas o estrés hídrico su uso continuo fortalece a la planta en ambos casos de estrés pero también de resistencia al cultivo al ataque de plagas y enfermedades ya que por sus características nutrimentales maximiza los rendimientos en los cultivos.

7.2 Altura de la planta.

La dinámica de crecimiento altura de planta de chile manzano y su relación acumulación de unidades calor, se presenta en el (grafico 2) la variable altura de planta final, se tomó el dato a los 202 días después del trasplante. Se puede observar que el tratamiento de anticongelante con un altura de 167.06 cm, y un 22.56% supero en altura a los tratamientos combinado con 2.28%, tabardillo con un 2.41%, agrovelo con un 3.75% y al tratamiento testigo con un 4.32%; pero no tuvo diferencias significativas con los otros tratamientos; esto se debe a que los anticongelantes poseen diversas características en su composición química como son nitrógeno 02.00%, fósforo 00.03%, potasio 02.00%, magnesio 00.50%, hierro 00.90%, aminoácidos 12.03%; ingredientes inherentes como son agua y conservadores 82.40%.

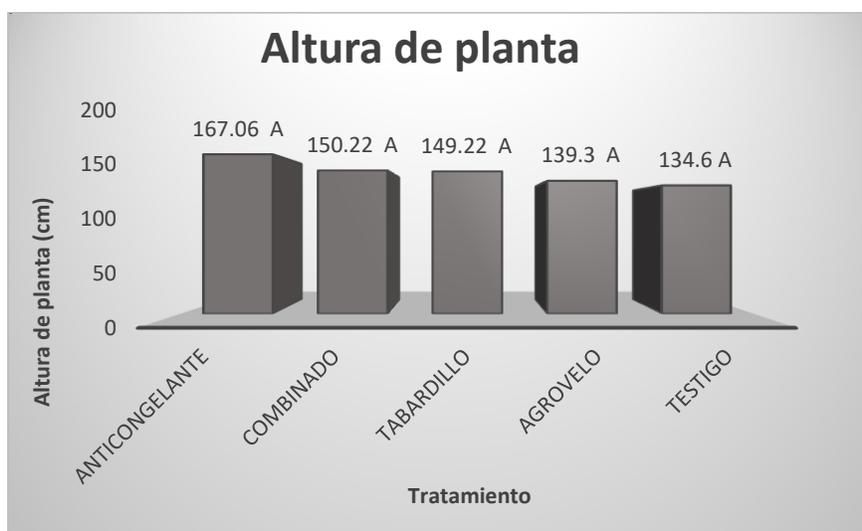


Grafico 2: Anova de un solo factor: altura de planta (cm) y tratamientos anticongelante, combinado, tabardillo, agrovelo y testigo.

En el (grafico 2) se aprecia que la mayor altura de planta lo manifiesta el tratamiento anticongelante, mientras que en el tratamiento testigo se presenta la menor altura, pudiera deberse que las plantas estando en un ambiente de baja temperatura fuera de su optimo sin entrar a un nivel crítico, el metabolismo de sus funciones fisiológicas se detiene y por ende sus procesos vitales fluctúan de manera lenta; consistentemente. (Serrano, 1978) Hace énfasis que el chile se adapta a climas tropicales, su temperatura óptima la obtiene a partir de los 25 °C y su máximo es de 40°C, rango en el que obtiene una mayor altura, producción de tallos y área foliar mayores.

Dentro de este rango se encuentra la temperatura alta promedio máxima de este experimento que fue de 17.9 °C. También se relaciona con lo mencionado por (Nilwik, 1981) quien estudió el efecto de la temperatura (día y noche) e irradiación en *Capsicum annum* L.; observó que la iluminación y las altas temperaturas incrementaron la altura de planta, el número de hojas, el área foliar, mientras que una baja temperatura diurna incrementó la tasa de asimilación neta y decreció la tasa de área foliar.

7.3 Longitud de entrenudos.

De acuerdo al resultado del análisis de varianza nos muestra que no se obtuvo significancia en la variable longitud entrenudos.

Sin embargo el tratamiento testigo presento mayor longitud de entrenudos con 15.72 cm representando un 27.25% del porcentaje total, seguido por el tratamiento con agrovelo con altura de 14.66 cm representando un 25.33%, después le siguieron los tratamientos de anticongelante, tabardillo y el tratamiento combinado con alturas de 14.22 cm, 14.11 cm y 13.16 cm respectivamente esto pudo haber influido a que el tratamiento testigo presentará un menor nivel de estrés ya que no estaba en etapa de producción al no presentar botones florales ni amarre de frutos solo presento desarrollo vegetativo debido a que los nutrientes asimilados por la planta fueron utilizados para hojas tallos y raíces, en el (grafico 3) se muestran los resultados obtenidos.

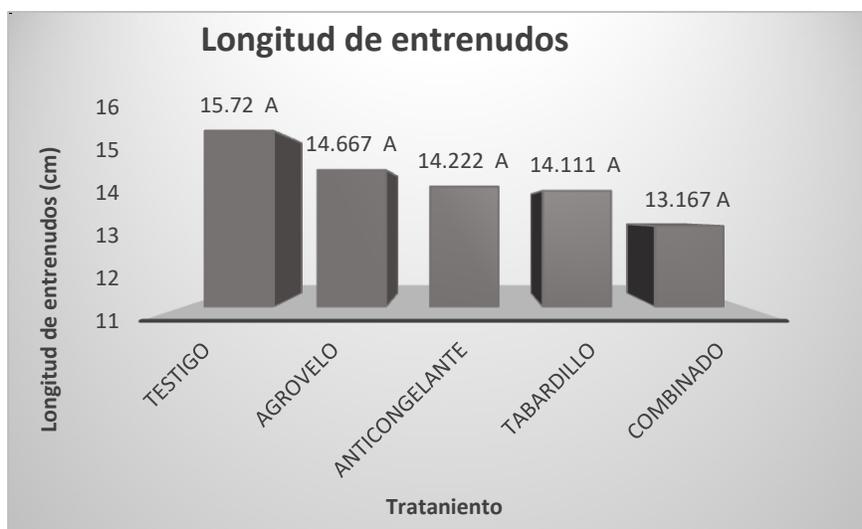


Grafico 3: Anova de un solo factor: longitud de entrenudos (mm) y tratamientos testigo, agrovelo, anticongelante, tabardillo y combinado.

(Barraza, 2000) Las plantas con tallo grueso tienen mayor capacidad de sostener a las estructuras reproductivas sin que se doble o quiebre, también se relaciona con mayor área transversal del floema que permite mayor flujo de asimilados hacia los frutos.

Según (Krishnamurthy, 1991), constatado además por (Linares, 2004), para estas características, por ejemplo, la altura de planta es una característica cuantitativa relacionada con el rendimiento quien en su estudio encontró que la variedad de chile con mayor rendimiento obtuvo también la mayor altura de planta, por lo que la relación entre rendimiento y altura de planta fue directamente proporcional, esto relacionado con el tratamiento testigo que presentó también una mayor altura de plantas no así en el rendimiento ya que en la variable peso y número de frutos resultó en los últimos lugares.

7.4 Número de frutos.

Número de frutos es una variable que puede ser influenciada por los factores ambientales. De acuerdo al análisis de varianza, se puede observar que si existe significancia estadística para los tratamientos evaluados en la prueba de comparación de medias de acuerdo a la variable de número de frutos por planta presentado en el (grafico 4) se puede observar que el tratamiento de tabardillo tuvo un notable resultado de 23.08 % superando en un 5.92 % al tratamiento

testigo que presento 17.08% siendo el tratamiento con el resultado más bajo en el apartado de anexos se encontrara desglosado el análisis de varianza más a detalle.

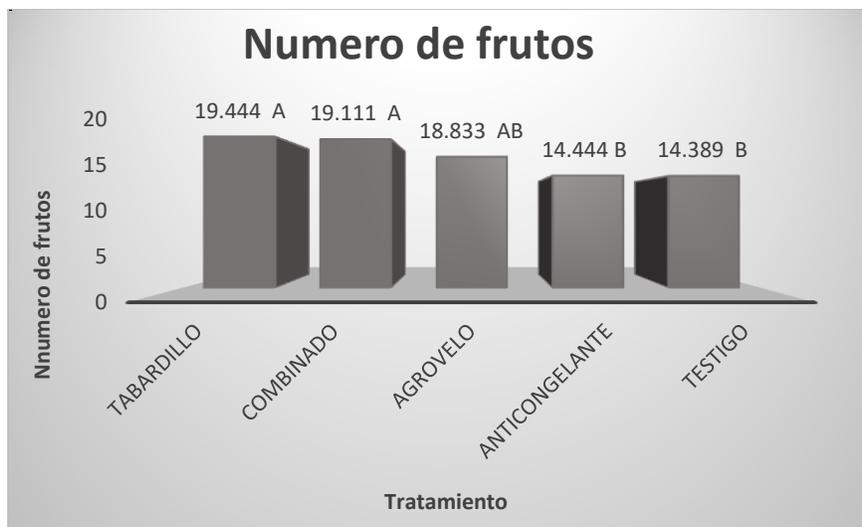


Grafico 4: Anova de un solo factor: número de frutos y tratamientos tabardillo, combinado, agrovelo, anticongelante y testigo.

El tabardillo actúa como una capa protectora al efecto que causa las bajas temperaturas porque al ser tallos secos y abundantes cubren en un 90 % las plantas en este caso del cultivo de chile manzano, su tallo es se mi hueco con un interior esponjoso el cual funciona como un aislante térmico ya que el cultivo no entra en contacto con la brisa ni con los cristales de hielo generados por la condensación de la misma brisa, permitiendo que la temperatura interna donde se encuentra la planta se mantenga más tiempo y no disminuya drásticamente.

Polinización, contrario con los resultados obtenidos por (Ceron, 2006), quien no encontró diferencias estadísticas en el chile ancho y mulatos, en éste trabajo sí se encontraron diferencias estadísticas significativas, coincidiendo con lo reportado por (Sauceda, 2002) al evaluar 7 tipos de chile ancho, estos resultados indican que en las poblaciones bajo estudio existe suficiente variabilidad para realizar procesos de selección aprovechando la varianza genética. En el apartado de anexos se encontrará el análisis de varianza completo.

7.5 Número de flores.

Del trasplante El análisis de varianza indica que si hubo significancia para los tratamientos como lo fue el agrovelo y combinado con 154 y 152 número de flores respectivamente 26% y 26% seguidos por el tabardillo y anticongelante con 116 y 92 flores dejando en último lugar al tratamiento testigo siendo superado por el tratamiento más alto por 88 flores dando un porcentaje de 11% dando un promedio de 66 flores como se muestra en el (grafico 5).

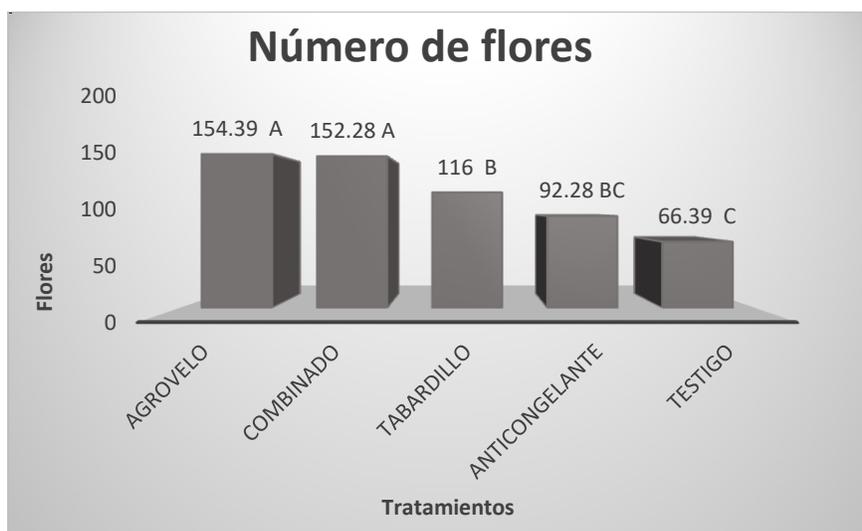


Grafico 5: Anova de un solo factor: número de flores y tratamientos agrovelo, combinado, tabardillo, anticongelante y testigo.

Esto se puede atribuir a que al cubrir con la manta térmica al cultivo se genera un micro clima al interior del mini túnel generando un aumento considerable de temperatura durante las horas de radiación solar provocando un metabolismo más rápido y una respuesta de la planta de forma reproductiva generando yemas florales generosamente.

Por otro lado, no se completa el proceso de serillo ya que al estar completamente cubierto el cultivo no se genera correctamente el proceso de polinización ya que los encargados de la polinización no pueden ingresar a el área donde se encuentra la flor por consiguiente no se obtendrán frutos.

7.6 Peso de fruto.

Para la variable peso de frutos se muestra que no se tuvo significancia estadística, pero sin embargo el tratamiento que mostro mayor peso de fruto fue el tabardillo con 482 g y un 42% por otro lado el tratamiento testigo resulto el más

bajo dando como resultado tan solo 114 g con un 10% el resultado obtenido por el tratamiento tabardillo se puede atribuir este resultado al tratamiento de tabardillo ya que al cubrir total mente un perímetro con un radio de almenos 15 cm se mantenía más tiempo la húmeda generada por el riego ofreciendo mayor hidratación a la planta por consiguiente el peso de los frutos es mayor.

Por la cantidad de agua disponible para la planta contrario al resultado que se obtuvo para el tratamiento testigo ya que este estaba descubierto total mente y la evaporación fue mucho mayor provocando una deshidratación mayor que en el tratamiento con tabardillo.

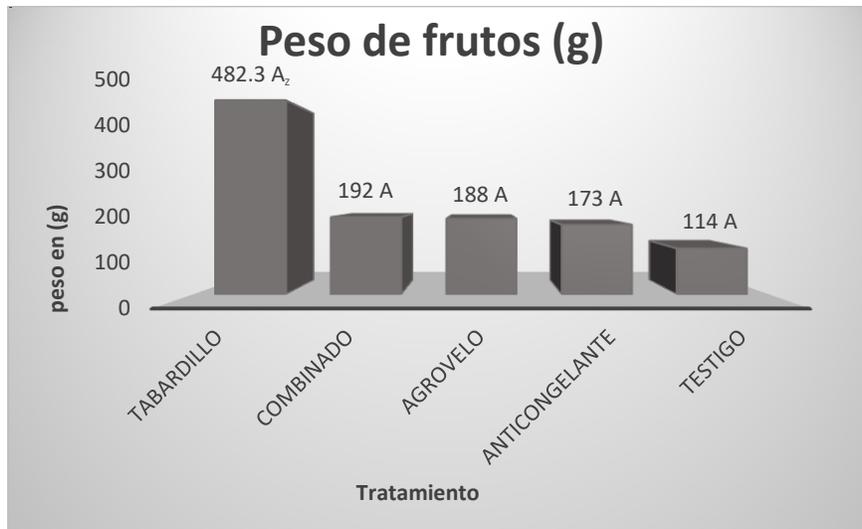


Grafico 6: Anova de un solo factor: peso de frutos (g) y tratamientos tabardillo, combinado, agrovelo, anticongelante y testigo.

Los resultados encontrados coinciden con lo reportado por (Ceron, 2006), quien no encontró diferencias estadísticas significativas en los tratamientos evaluados de chile ancho y mulatos se toma en cuenta los datos obtenidos por Cerón, 2006. Ya que al ser el chile ancho de la misma familia botánica que el chile perón.

8 CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo se puede llegar a las siguientes conclusiones:

Se puede concluir que el tipo de método que aporta la mejor condición para lograr la mayor efectividad para minimizar el daño por heladas tempranas, fue el tratamiento con tabardillo, ya que tuvo significancia en una de las variables medidas como lo es número de frutos además de tener el valor más alto en la variable peso de fruto y segundo valor más alto en la variable diámetro de tallo basal.

Por lo que dicha fuente es una alternativa para obtener un rendimiento y calidad óptimos.

Se presenta como una opción apropiada con un impacto ambiental mucho menos al que causal los otros tratamientos.

Para la variable altura de planta final, el tratamiento con anticongelante con una altura de 167.06 cm y un 22.56% fue el tratamiento más alto en longitud de entrenudos.

Número de frutos es una variable que puede ser influenciada por los factores ambientales. De acuerdo al análisis de varianza el tratamiento de tabardillo tuvo un notable resultado de 23.08 %.

Número de flores en el análisis de varianza indica que si hubo significancia para los tratamientos como lo fue el agrávelo y combinado con 154 y 152 número de flores respectivamente seguidos por el tabardillo y anticongelante con 116 y 92 flores dejando en último lugar al tratamiento testigo siendo superando por el tratamiento más alto con 88 flores dando un porcentaje de 11% dando un promedio de 66 flores.

Para la variable peso de frutos no se tuvo significancia estadística, pero sin embargo el tratamiento que mostro mayor peso fue el tabardillo con 482 g y un 42%.

No se obtuvo significancia en la variable longitud entrenudos sin embargo el tratamiento testigo presento mayor longitud de entrenudos con 15.72 cm representando un 27.25% ya que este tratamiento fue el que menos estuvo sometido a stress.

9 RECOMENDACIONES

Dentro del Proyecto siempre se desea que haya una mejora continua del mismo por lo tanto se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés la complementación del mismo

Como el Chile Manzano *Capsicum pubescens* es un cultivo perenne, se recomienda en los trabajos siguientes poder extender un segundo ciclo de evaluación.

Poder establecer una producción de Chile Manzano *Capsicum pubescens* bajo sistemas controlados en Invernadero y micro túnel.

Profundizar la oportunidad de negocio de producción en maceta.

Probar un nivel de poda de rejuvenecimiento en la planta de Chile Manzano *Capsicum pubescens* con el fin de promover rebrotes basales.

Continuar con la investigación para profundizar en el tema de producción de Chile Manzano *Capsicum pubescens*

10. BIBLIOGRÁFICAS

Referencias

- Aslantas, R. R. (2007). Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Young Apple Tree Growth and Fruit Yield Under Orchard Conditions. *Scientia Horticulturae*, 371–377.
- Barraza, A. F. (2000). Crecimiento del Chile Manzano (*Capsicum Pubescens*R. y P.) en Cuatro Soluciones Nutritivas Bajo Invernadero. *Universidad Autónoma Chapingo*, 24-30.
- Bozzo, A. G. (2016). Programa de Investigación en Producción Hortícola. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA)*, 35-38.
- Castellano, J. Z. (1996). Efecto de Largo Plazo de la Aplicación de Estiércol de Ganado Lechero Sobre el Rendimiento de Forrajes y las Propiedades del Suelo en una Región Árida Irrigada del Norte de México. *Terra*, 151–158.
- Castellanos, J. Z., Márquez, J. J., Echever, J. D., Aguilar, A., y Salinas, J. R. (1996). Efecto de Largo Plazo de la Aplicación de Estiércol de Ganado Lechero Sobre el Rendimiento de Forrajes y las Propiedades del Suelo en una Región Árida Irrigada del Norte de México. *Terra* , 151–158.
- Ceron, L. (2006). Análisis de Correlación y Análisis de Sendero en el Cultivo de Chile Ancho (*Capsicum Annuum* Var. *Grossum*). *Universidas Autonoma Agraria.*, 45-56.
- Escobar, D. (1996). Regiones Agrícolas de Michoacán. *Univercidad Autonoma Chapingo*, 30- 34.
- Espinosa, L. O. (2016). Rentabilidad de chile manzano (*Capsicum pubescens* R Y P). *Mexicana de ciencias agrícolas*, 325-335.

- Fairlie, T. A. (1995). Efecto de Presencia de Heladas Simuladas en Diferentes Estados Fenológicos de las Hortalizas. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 86-93.
- García – Gómez, A. .. (2005). Gestión Sostenible de Residuos Orgánicos Para la Contaminación Ambiental y la Seguridad Alimentaria. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Murcia, España*, 277–280.
- García–Hernández, J. (2009). Compositional Nutrient Diagnosis and Main Nutrient Interactions in Yellow Pepper Grown on Desert Calcareous Soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 509–515.
- Gómez, C. (1992). La producción de hortalizas en México frente al tratado de libre comercio con EE. UU. A y Canadá. *Ciastaam*, 10-17.
- Johnston, A. E. (2009). Its Importance in Sustainable Agriculture and Carbon Dioxide Fluxes. *Scielo Mexico*, 20-51 .
- Johnston, A. E., Poulton, P. R., & Coleman, K. (2009). Its Importance in Sustainable Agriculture and Carbon Dioxide Fluxes. *Scielo Mexico*, 1-51.
- Krishnamurthy, L. S. (1991). Recursos Fitogenéticos y su Conservación Para un Desarrollo Sostenible. *Scielo*, 95-100.
- Levitt, J. (2009). Respuesta de las plantas al estrés ambiental. *Universidad Nacional de Colombia*, 179-191.
- Linares, L. (2004). Comportamiento de Variedades de Chile Dulce (*Capsicum Annuum* L.) en la Región Occidental de El Salvador. *Scielo*, 25-29.
- Nilwik, H. J. (1981). Growth Analysis of Sweet Pepper (*Capsicum Annuum* L.) The Influence of Irradiance And Temperature Under Glasshouse Conditions in Winter. *Annals of Botany*, 129-136.
- ODEPA, O. d. (2013). Panorama de la Agricultura Chilena. *Ministerio de Agricultura Chile*, 90-102.

- Peña de Paz, F. J. (1998). La exportacion hortofruticols de michoacan. *Univercidad autonoma chapingo*, 25-30.
- Perez, G. C. (2008). El Chile Manzano. *Universidad Autonoma Chapingo*, 135 - 140.
- Pesquera, S. d. (2012). Produccion Agricola. *Sistema de Informacion Agroalimentaria de Consulta (SIACON)*, 36-44.
- Pino, M. (2016). Efecto de las Heladas y Desafio Genetico. *Instituto Nacional de Investigacion y Tecnologia Agraria y Alimentaria (INIA).*, 130-145.
- Rojas, G. (2013). Efecto Heladas de Septiembre en Frutales y Hortalizas. *Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)*, 8-9.
- Sauceda, G. N. (2002). Evaluación de Siete Variedades de Chile Ancho. *scielo*, 50-63.
- Serrano, C. Z. (1978). Tomate, Pimiento y Berenjena en Invernadero. *Colección Agrícola Practica No. 27*, 161-174.
- Siminovitch, D. S. (1978). Comportamiento de Congelación de Protoplastos Libres de Centeno de Invierno. *Sistema Internacional Para la Informacion y Tecnologia Agricola (AGRIS)*, 35-38.
- Snyder, R. (23 de Julio de 2010). El Daño Producido por las Heladas. (R. Gomez, Ed.) *Fisiologia y Temperatura Critiva (FTC)*, Vol. 1, 73-97.
- Snyder, R. (2010). El Daño Producido por las Heladas . *Ficiologia y Temperatura (FT)*, 73-89.
- Snyder, R. (2010). Proteccion Contra las Heladas. *Organizacion de las Naciones Unidas Para la Alimentacion y la Agricultura (FAO)*, 73-98.
- Urbina, V. (2007). Daño de Hedadas en Frutales,Hortalizas Sintomatologia y Evaluacion. *Universidad de Lleida*, 19- 25.

Westwood, N. M. (1978). *Temperate-Zone Pomology*. Estados Unidos de America:
W.H.Feeman.

11. ANEXOS

| LOS SIGUIENTES CALCULOS ESTAN DADOS EN KG/Ha | | | | | | | | |
|--|------------------------------|---------|---------|-----|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| | Etapa | días | semanas | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| 1 | Trasplante | 35-55 | 5 | 3 | 1 | 6 | 3 | 1 |
| 2 | Establecimiento | 55-70 | 10 | 7 | 1 | 14 | 6 | 3 |
| 3 | Des. Vegetativo | 70-85 | 12 | 8 | 1 | 16 | 6 | 2 |
| 4 | Floracion | 85-100 | 15 | 18 | 5 | 29 | 17 | 8 |
| 5 | Crecimiento de fruto1 | 100-120 | 18 | 22 | 5 | 44 | 9 | 9 |
| 6 | Crecimiento de fruto2 | 120-140 | 20 | 30 | 9 | 39 | 11 | 8 |
| 7 | Produccion | 140-154 | 22 | 31 | 8 | 48 | 17 | 12 |
| | REQUERIMIENTO/ PROPORCIONALE | | | 119 | 30 | 196 | 69 | 45 |
| | EFICIENCIA DEL FERTILIZANTE | | | 80% | 30% | 85% | 60% | 60% |
| | REQUERIMIENTO REAL | | | 146 | 97 | 230 | 114 | 73 |
| | APLICACIÓN FINAL | | | 220 | 100 | 240 | 90 | 45 |

Tabla 8: Dosis promediada de fertilización por etapa fenológica para el cultivo de chile manzano para clima templado.

En la tabla número 8 se puede observar la dosis promedio en kg por etapa fenológica de la fertilización para el cultivo de chile manzano dividiéndola en siete etapas como lo son trasplante, establecimiento, desarrollo vegetativo, floración, crecimiento de fruto 1, crecimiento de fruto 2 y por ultimo producción.

| ETAPA 1 | | | | N | CaO | |
|-------------------------------|----------------|------------|-----|---------------------|-------------------------------|------|
| ETAPA 1 | REQUERIMIENTO | FORMULA | 100 | NITRATO DE CALCIO | 15.5 | 26.5 |
| N | 3 | 1.75471698 | | | | |
| P ₂ O ₅ | 1 | | | 10000 | | |
| K ₂ O | 6 | | | 75.6 | 0.085584906 | |
| CaO | 3 | 11.3207547 | | | | |
| MgO | 1 | | | | | |
| ETAPA 1 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | N | P ₂ O ₅ | |
| N | 3 | 0.19672131 | 100 | FOSFATO MONOAMONICO | 12 | 61 |
| P ₂ O ₅ | 1 | 1.63934426 | | | | |
| K ₂ O | 6 | | | 10000 | | |
| CaO | 3 | | | 75.6 | 0.012393443 | |
| MgO | 1 | | | | | |
| ETAPA 1 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | N | K ₂ O | |
| N | 3 | 1.81333333 | 100 | NITRATO DE POTASIO | 13.6 | 45 |
| P ₂ O ₅ | 1 | | | | | |
| K ₂ O | 6 | 13.3333333 | | 10000 | | |
| CaO | 3 | | | 75.6 | 0.1008 | |
| MgO | 1 | | | | | |
| ETAPA 1 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | MgO | S | |
| N | 3 | | 100 | SULFATO DE MAGNESIO | 16.3 | 12.9 |
| P ₂ O ₅ | 1 | | | | | |
| K ₂ O | 6 | | | 10000 | | |
| CaO | 3 | | | 75.6 | 0.046380368 | |
| MgO | 1 | 6.13496933 | | | | |
| | SUMATORIA DE N | 3.76477163 | | | | |

Tabla 9: Etapa número uno de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.

| ETAPA 2 | | | | N | CaO | |
|-------------------------------|----------------|------------|-----|---------------------|-------------------------------|------|
| ETAPA 2 | REQUERIMIENTO | FORMULA | 100 | NITRATO DE CALCIO | 15.5 | 26.5 |
| N | 7 | 3.50943396 | | | | |
| P ₂ O ₅ | 1 | | | 10000 | | |
| K ₂ O | 14 | | | 75.6 | 0.17116981 | |
| CaO | 6 | 22.6415094 | | | | |
| MgO | 3 | | | | | |
| ETAPA 2 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | N | P ₂ O ₅ | |
| N | 7 | 0.19672131 | 100 | FOSFATO MONOAMONICO | 12 | 61 |
| P ₂ O ₅ | 1 | 1.63934426 | | | | |
| K ₂ O | 14 | | | 10000 | | |
| CaO | 6 | | | 75.6 | 0.01239344 | |
| MgO | 3 | | | | | |
| ETAPA 2 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | N | K ₂ O | |
| N | 7 | 4.23111111 | 100 | NITRATO DE POTASIO | 13.6 | 45 |
| P ₂ O ₅ | 1 | | | | | |
| K ₂ O | 14 | 31.1111111 | | 10000 | | |
| CaO | 6 | | | 75.6 | 0.24 | |
| MgO | 3 | | | | | |
| ETAPA 2 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | MgO | S | |
| N | 7 | | 100 | SULFATO DE MAGNESIO | 16.3 | 12.9 |
| P ₂ O ₅ | 1 | | | | | |
| K ₂ O | 14 | | | | | |
| CaO | 6 | | | | | |
| MgO | 3 | 18.404908 | | | | |
| | SUMATORIA DE N | 7.93726638 | | | | |

Tabla 10: Etapa número dos de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.

| ETAPA 3 | | | N | CaO | | |
|-------------------------------|---------------|------------|-----|---------------------|------|-------------------------------|
| ETAPA 3 | REQUERIMIENTO | FORMULA | 100 | NITRATO DE CALCIO | 15.5 | 26.5 |
| N | 8 | 3.50943396 | | | | |
| P ₂ O ₅ | 1 | | | | | |
| K ₂ O | 16 | | | | | |
| CaO | 6 | 22.6415094 | | | | |
| MgO | 2 | | | | | |
| | | | | | | |
| ETAPA 3 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | | N | P ₂ O ₅ |
| N | 8 | 0.19672131 | 100 | FOSFATO MONOAMONICO | 12 | 61 |
| P ₂ O ₅ | 1 | 1.63934426 | | | | |
| K ₂ O | 16 | | | | | |
| CaO | 6 | | | | | |
| MgO | 2 | | | | | |
| | | | | | | |
| ETAPA 3 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | | N | K ₂ O |
| N | 8 | 4.83555556 | 100 | NITRATO DE POTASIO | 13.6 | 45 |
| P ₂ O ₅ | 1 | | | | | |
| K ₂ O | 16 | 35.5555556 | | | | |
| CaO | 6 | | | | | |
| MgO | 2 | | | | | |
| | | | | | | |
| ETAPA 3 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | | MgO | S |
| N | 7 | | 100 | SULFATO DE MAGNESIO | 16.3 | 12.9 |
| P ₂ O ₅ | 1 | | | | | |
| K ₂ O | 14 | | | | | |
| CaO | 6 | | | | | |
| MgO | 3 | 18.404908 | | | | |
| | | | | | | |
| | SUMATORIA DE | 8.54171083 | | | | |
| | N | | | | | |

Tabla 11: Etapa número tres de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.

| ETAPA 4 | | | | N | CaO | |
|-------------------------------|---------------|------------|-----|---------------------|-------------------------------|------|
| ETAPA 4 | REQUERIMIENTO | FORMULA | 100 | NITRATO DE CALCIO | 15.5 | 26.5 |
| N | 16 | 9.94339623 | | | | |
| P ₂ O ₅ | 5 | | | | | |
| K ₂ O | 29 | | | | | |
| CaO | 17 | 64.1509434 | | | | |
| MgO | 8 | | | | | |
| ETAPA 4 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | N | P ₂ O ₅ | |
| N | 16 | 0.98360656 | 100 | FOSFATO MONOAMONICO | 12 | 61 |
| P ₂ O ₅ | 5 | 8.19672131 | | | | |
| K ₂ O | 29 | | | | | |
| CaO | 17 | | | | | |
| MgO | 8 | | | | | |
| ETAPA 4 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | N | K ₂ O | |
| N | 16 | 8.76444444 | 100 | NITRATO DE POTASIO | 13.6 | 45 |
| P ₂ O ₅ | 5 | | | | | |
| K ₂ O | 29 | 64.4444444 | | | | |
| CaO | 17 | | | | | |
| MgO | 8 | | | | | |
| ETAPA 4 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | MgO | S | |
| N | 16 | | 100 | SULFATO DE MAGNESIO | 16.3 | 12.9 |
| P ₂ O ₅ | 5 | | | | | |
| K ₂ O | 29 | | | | | |
| CaO | 17 | | | | | |
| MgO | 8 | 49.0797546 | | | | |
| | SUMATORIA DE | 19.6914472 | | | | |
| | N | | | | | |

Tabla 12: Etapa número cuatro de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.

| ETAPA 5 | | | | N | CaO | |
|-------------------------------|---------------|----------------|---------------|---------------------|-----------|-------------------------------|
| ETAPA 5 | REQUERIMIENTO | FORMULA | 100 | NITRATO DE CALCIO | 15.5 | 26.5 |
| N | 22 | 5.2641509
4 | | | | |
| P ₂ O ₅ | 5 | | | | | |
| K ₂ O | 44 | | | | | |
| CaO | 9 | 33.962264
2 | | | | |
| MgO | 9 | | | | | |
| ETAPA 5 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | | N | P ₂ O ₅ |
| N | 22 | 0.9836065
6 | 100 | FOSFATO MONOAMONICO | 12 | 61 |
| P ₂ O ₅ | 5 | 8.1967213
1 | | | | |
| K ₂ O | 44 | | | | | |
| CaO | 9 | | | | | |
| MgO | 9 | | | | | |
| ETAPA 5 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | | N | K ₂ O |
| N | 22 | 13.297777
8 | 100 | NITRATO DE POTASIO | 13.6 | 45 |
| P ₂ O ₅ | 5 | | | | | |
| K ₂ O | 44 | 97.777777
8 | | | | |
| CaO | 9 | | | | | |
| MgO | 9 | | | | | |
| ETAPA 5 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | | MgO | S |
| N | 22 | | 100 | SULFATO DE MAGNESIO | 16.3 | 12.9 |
| P ₂ O ₅ | 5 | | | | | |
| K ₂ O | 44 | | | | | |
| CaO | 9 | | N | UREA | 100 | 46 |
| MgO | 9 | 55.214723
9 | REQUERIMIENTO | | 22 | 2.45446472 |
| | | | O | | | 5.3357928 |
| | | | | | 1 | 7 |
| | | | | | 19.545535 | 21.9999997 |
| | | | | | | 2 |
| | SUMATORIA DE | 19.545535 | | | | |
| | N | 3 | | | | |

Tabla 13: Etapa número cinco de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.

| ETAPA 6 | | | N | CaO | | |
|-------------------------------|---------------|----------------|---------------|------------------------|-----------|-------------------------------|
| ETAPA 6 | REQUERIMIENTO | FORMULA | 100 | NITRATO DE CALCIO | 15.5 | 26.5 |
| N | 30 | 6.4339622
6 | | | | |
| P ₂ O ₅ | 9 | | | | | |
| K ₂ O | 39 | | | | | |
| CaO | 11 | 41.509434 | | | | |
| MgO | 8 | | | | | |
| ETAPA 6 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | | N | P ₂ O ₅ |
| N | 30 | 1.7704918 | 100 | FOSFATO
MONOAMONICO | 12 | 61 |
| P ₂ O ₅ | 9 | 14.754098
4 | | | | |
| K ₂ O | 39 | | | | | |
| CaO | 11 | | | | | |
| MgO | 8 | | | | | |
| ETAPA 6 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | | N | K ₂ O |
| N | 30 | 11.786666
7 | 100 | NITRATO DE
POTASIO | 13.6 | 45 |
| P ₂ O ₅ | 9 | | | | | |
| K ₂ O | 39 | 86.666666
7 | | | | |
| CaO | 11 | | | | | |
| MgO | 8 | | | | | |
| ETAPA 6 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | | MgO | S |
| N | 30 | | 100 | SULFATO DE
MAGNESIO | 16.3 | 12.9 |
| P ₂ O ₅ | 9 | | | | | |
| K ₂ O | 39 | | | | | |
| CaO | 11 | | N | UREA | 100 | 46 |
| MgO | 8 | 49.079754
6 | REQUERIMIENTO | | 30 | 10.008879 |
| | | | O | | | 21.758433 |
| | | | | | 19.991121 | 3 |
| | | | | | | 2 |
| | | | | | | 3 |
| | SUMATORIA DE | 19.991120
7 | | | | |

Tabla 14: Etapa número seis de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.

| ETAPA 7 | | | | N | CaO | |
|-------------------------------|---------------|------------|---------------|---------------------|-------------------------------|------------|
| ETAPA 7 | REQUERIMIENTO | FORMULA | 100 | NITRATO DE CALCIO | 15.5 | 26.5 |
| N | 31 | 9.94339623 | | | | |
| P ₂ O ₅ | 8 | | | | | |
| K ₂ O | 48 | | | | | |
| CaO | 17 | 64.1509434 | | | | |
| MgO | 12 | | | | | |
| ETAPA 7 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | N | P ₂ O ₅ | |
| N | 31 | 1.57377049 | 100 | FOSFATO MONOAMONICO | 12 | 61 |
| P ₂ O ₅ | 8 | 13.1147541 | | | | |
| K ₂ O | 48 | | | | | |
| CaO | 17 | | | | | |
| MgO | 12 | | | | | |
| ETAPA 7 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | N | K ₂ O | |
| N | 31 | 14.5066667 | 100 | NITRATO DE POTASIO | 13.6 | 45 |
| P ₂ O ₅ | 8 | | | | | |
| K ₂ O | 48 | 106.666667 | | | | |
| CaO | 17 | | | | | |
| MgO | 12 | | | | | |
| ETAPA 7 | REQUERIMIENTO | FORMULA | | MgO | S | |
| N | 31 | | 100 | SULFATO DE MAGNESIO | 16.3 | 12.9 |
| P ₂ O ₅ | 8 | | | | | |
| K ₂ O | 48 | | | | | |
| CaO | 17 | | N | UREA | 100 | 46 |
| MgO | 12 | 73.6196319 | REQUERIMIENTO | 31 | 4.976166615 | 10.8177535 |
| | | | O | | | |
| | | | | 26.023833 | 30.99999962 | |
| | SUMATORIA DE | 26.0238334 | | | | |
| | N | | | | | |

Tabla 15: Etapa número siete de fertilización requerida para el cultivo de Chile manzano.

ANOVA DE UN SOLO FACTOR: DIAMETRO DE TALLO BASAL

Método

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Hipótesis nula | Todas las medias son iguales |
| Hipótesis alterna | No todas las medias son iguales |
| Nivel de significancia | $\alpha = 0.05$ |

Tabla 16: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis diámetro de tallo basal.

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p |
|--------------|----|-------|-------|---------|---------|
| Tratamientos | 4 | 12.83 | 3.207 | 1.43 | 0.253 |
| Error | 25 | 56.00 | 2.240 | | |
| Total | 29 | 68.83 | | | |

Tabla 17: Análisis de Varianza para el diámetro de tallo basal.

Medias

| TRATAMIENTOS | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|----------------|---|--------|-----------|------------------|
| AGROVELO | 6 | 17.906 | 1.005 | (16.648, 19.164) |
| ANTICONGELANTE | 6 | 19.663 | 2.020 | (18.405, 20.922) |
| COMBINADO | 6 | 18.260 | 1.072 | (17.002, 19.518) |
| TABARDILLO | 6 | 18.488 | 1.474 | (17.230, 19.747) |
| TESTIGO | 6 | 17.873 | 1.670 | (16.614, 19.131) |

Tabla 18: Desv.Est. Agrupada = 1.49664 para diámetro de tallo basal.

Comparaciones de medias tukey

| TRATAMIENTOS | N | Media | Agrupación |
|----------------|---|--------|------------|
| ANTICONGELANTE | 6 | 19.663 | A |
| TABARDILLO | 6 | 18.488 | A |
| COMBINADO | 6 | 18.260 | A |
| AGROVELO | 6 | 17.906 | A |
| TESTIGO | 6 | 17.873 | A |

Tabla 19: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para diámetro de tallo.

ANOVA DE UN SOLO FACTOR: ALTURA DE PLANTA (CM)

Método

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Hipótesis nula | Todas las medias son iguales |
| Hipótesis alterna | No todas las medias son iguales |
| Nivel de significancia | $\alpha = 0.05$ |

Tabla 20: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para altura de planta (cm).

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p |
|--------------|----|-------|-------|---------|---------|
| Tratamientos | 4 | 3758 | 939.5 | 1.55 | 0.218 |
| Error | 25 | 15128 | 605.1 | | |
| Total | 29 | 18886 | | | |

Tabla 21: Análisis de Varianza de altura de planta (cm).

Medias

| TRATAMIENTOS | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|----------------|---|--------|-----------|------------------|
| AGROVELO | 6 | 139.3 | 37.6 | (118.6, 160.0) |
| ANTICONGELANTE | 6 | 167.06 | 15.93 | (146.37, 187.74) |
| COMBINADO | 6 | 150.22 | 16.45 | (129.54, 170.90) |
| TABARDILLO | 6 | 149.22 | 21.60 | (128.54, 169.90) |
| TESTIGO | 6 | 134.6 | 24.9 | (113.9, 155.2) |

Tabla 22: Desv.Est. Agrupada = 24.5988 para altura de planta (cm).

Comparaciones de medias tukey

| TRATAMIENTOS | N | Media | Agrupación |
|----------------|---|--------|------------|
| ANTICONGELANTE | 6 | 167.06 | A |
| COMBINADO | 6 | 150.22 | A |
| TABARDILLO | 6 | 149.22 | A |
| AGROVELO | 6 | 139.3 | A |
| TESTIGO | 6 | 134.6 | A |

Tabla 23: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para altura de planta (cm).

ANOVA DE UN SOLO FACTOR: LONGITUD DE ENTRENUDOS (MM)

Método

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Hipótesis nula | Todas las medias son iguales |
| Hipótesis alterna | No todas las medias son iguales |
| Nivel de significancia | $\alpha = 0.05$ |

Tabla 24: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para altura de planta (cm).

Análisis de Varianza

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p |
|--------------|----|--------|-------|---------|---------|
| Tratamientos | 4 | 20.72 | 5.180 | 0.72 | 0.587 |
| Error | 25 | 180.11 | 7.204 | | |
| Total | 29 | 200.83 | | | |

Tabla 25: Análisis de Varianza de altura de planta (cm).

Medias

| TRATAMIENTOS | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|----------------|---|--------|-----------|------------------|
| AGROVELO | 6 | 14.667 | 1.578 | (12.410, 16.923) |
| ANTICONGELANTE | 6 | 14.222 | 1.026 | (11.965, 16.479) |
| COMBINADO | 6 | 13.167 | 1.502 | (10.910, 15.423) |
| TABARDILLO | 6 | 14.111 | 1.559 | (11.854, 16.368) |
| TESTIGO | 6 | 15.72 | 5.27 | (13.47, 17.98) |

Tabla 26: Desv.Est. Agrupada = 2.68411 para altura de planta (cm).

Comparaciones de medias tukey

| TRATAMIENTOS | N | Media | Agrupación |
|----------------|---|--------|------------|
| TESTIGO | 6 | 15.72 | A |
| AGROVELO | 6 | 14.667 | A |
| ANTICONGELANTE | 6 | 14.222 | A |
| TABARDILLO | 6 | 14.111 | A |
| COMBINADO | 6 | 13.167 | A |

Tabla 27: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para altura de planta (cm).

ANOVA DE UN SOLO FACTOR: NÚMERO DE FRUTOS

Método

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Hipótesis nula | Todas las medias son iguales |
| Hipótesis alterna | No todas las medias son iguales |
| Nivel de significancia | $\alpha = 0.05$ |

Tabla 28: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para número de frutos.

Análisis de Varianza.

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p |
|--------------|----|--------|--------|---------|---------|
| Tratamientos | 4 | 142.13 | 35.531 | 13.45 | 0.000 |
| Error | 25 | 66.04 | 2.641 | | |
| Total | 29 | 208.16 | | | |

Tabla 29: Análisis de Varianza de número de frutos.

Medias

| TRATAMIENTOS | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|----------------|---|--------|-----------|------------------|
| AGROVELO | 6 | 16.833 | 1.457 | (15.467, 18.200) |
| ANTICONGELANTE | 6 | 14.444 | 1.425 | (13.078, 15.811) |
| COMBINADO | 6 | 19.111 | 2.373 | (17.745, 20.478) |
| TABARDILLO | 6 | 19.444 | 1.486 | (18.078, 20.811) |
| TESTIGO | 6 | 14.389 | 1.104 | (13.022, 15.755) |

Tabla 30: Desv.Est. Agrupada = 1.62526 para número de frutos.

Comparaciones de medias tukey

| TRATAMIENTOS | N | Media | Agrupación |
|----------------|---|--------|------------|
| TABARDILLO | 6 | 19.444 | A |
| COMBINADO | 6 | 19.111 | A |
| AGROVELO | 6 | 16.833 | A B |
| ANTICONGELANTE | 6 | 14.444 | B |
| TESTIGO | 6 | 14.389 | B |

Tabla 31: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para número de frutos.

ANOVA DE UN SOLO FACTOR: NÚMERO DE FLORES

Método

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Hipótesis nula | Todas las medias son iguales |
| Hipótesis alterna | No todas las medias son iguales |
| Nivel de significancia | $\alpha = 0.05$ |

Tabla 32: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para número de flores.

Análisis de Varianza.

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p |
|--------------|----|-------|--------|---------|---------|
| Tratamientos | 4 | 34881 | 8720.2 | 27.49 | 0.000 |
| Error | 25 | 7931 | 317.2 | | |
| Total | 29 | 42811 | | | |

Tabla 33: Análisis de Varianza de número de flores

Medias

| TRATAMIENTOS | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|----------------|---|--------|-----------|------------------|
| AGROVELO | 6 | 154.39 | 15.82 | (139.41, 169.36) |
| ANTICONGELANTE | 6 | 92.28 | 14.29 | (77.30, 107.25) |
| COMBINADO | 6 | 152.28 | 13.78 | (137.30, 167.25) |
| TABARDILLO | 6 | 116.0 | 26.7 | (101.0, 131.0) |
| TESTIGO | 6 | 66.39 | 15.10 | (51.41, 81.36) |

Tabla 34: Desv.Est. Agrupada = 17.8108 para número de flores.

Comparaciones de medias tukey

| TRATAMIENTOS | N | Media | Agrupación |
|----------------|---|--------|------------|
| AGROVELO | 6 | 154.39 | A |
| COMBINADO | 6 | 152.28 | A |
| TABARDILLO | 6 | 116.0 | B |
| ANTICONGELANTE | 6 | 92.28 | B C |
| TESTIGO | 6 | 66.39 | C |

Tabla 35: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para número de flores.

ANOVA DE UN SOLO FACTOR: PESO DE FRUTOS (G)

Método

| | |
|------------------------|---------------------------------|
| Hipótesis nula | Todas las medias son iguales |
| Hipótesis alterna | No todas las medias son iguales |
| Nivel de significancia | $\alpha = 0.05$ |

Tabla 36: Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis para peso de frutos (g).

Análisis de Varianza.

| Fuente | GL | SC | MC | Valor F | Valor p |
|--------------|----|---------|--------|---------|---------|
| Tratamientos | 4 | 501519 | 125380 | 1.64 | 0.196 |
| Error | 25 | 1912619 | 76505 | | |
| Total | 29 | 2414138 | | | |

Tabla 37: Análisis de Varianza de peso de frutos (g).

Medias

| TRATAMIENTOS | N | Media | Desv.Est. | IC de 95% |
|----------------|---|-------|-----------|----------------|
| AGROVELO | 6 | 188 | 291 | (-45, 420) |
| ANTICONGELANTE | 6 | 173 | 270 | (-59, 406) |
| COMBINADO | 6 | 192 | 297 | (-41, 424) |
| TABARDILLO | 6 | 482.3 | 242.0 | (249.8, 714.9) |
| TESTIGO | 6 | 114 | 279 | (-119, 347) |

Tabla 38: Desv.Est. Agrupada = 276.59 para peso de frutos (g).

Comparaciones de medias tukey

| TRATAMIENTOS | N | Media | Agrupación |
|----------------|---|-------|------------|
| TABARDILLO | 6 | 482.3 | A |
| COMBINADO | 6 | 192 | A |
| AGROVELO | 6 | 188 | A |
| ANTICONGELANTE | 6 | 173 | A |
| TESTIGO | 6 | 114 | A |

Tabla 39: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes para peso de frutos (g).

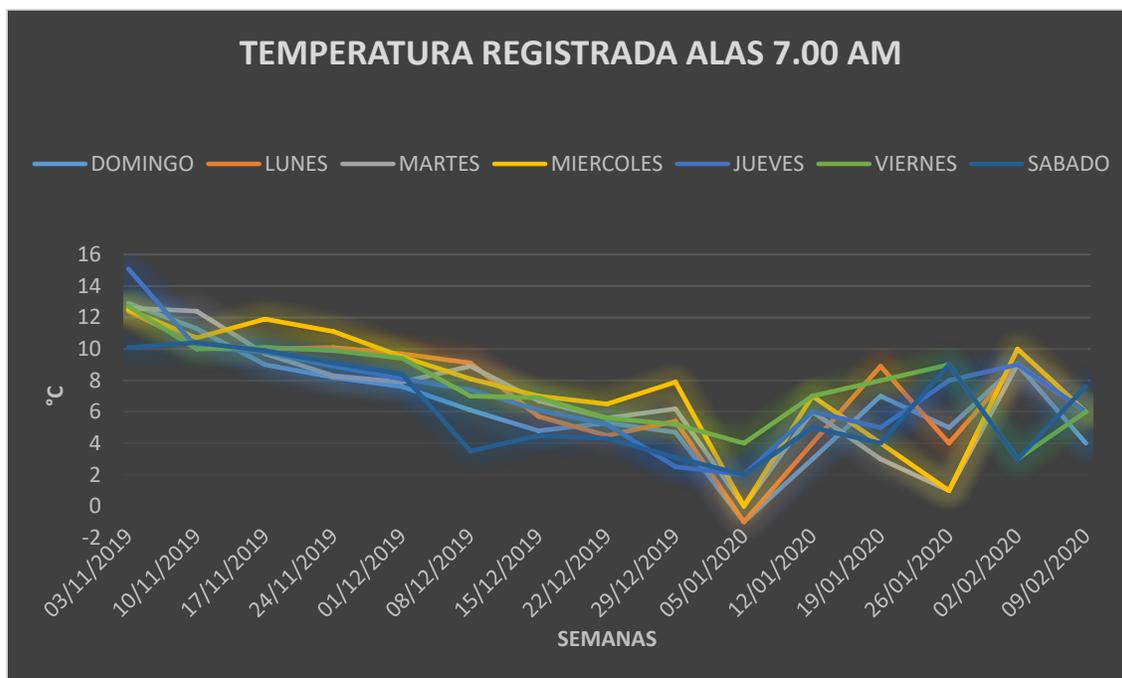


Grafico 7: Que corresponde al registro de la temperatura de las 7:00 am registrada diariamente un transcurso de 15 semanas de 03 de noviembre del 2019 al 09 de febrero del 2020.

Como se puede observar en el grafico 7) las temperaturas registradas en los meses del 03 de noviembre del año 2019 al 09 de febrero del año 2020 tomadas diaria mente a las 07:00 am... se pode observar que las temperatura más alta se registró el días jueves 3 de noviembre del año 2019 con con 15.1°C y la temperatura más baja fue el día lunes 5 de enero del año 2020 con una temperatura de -1°C.

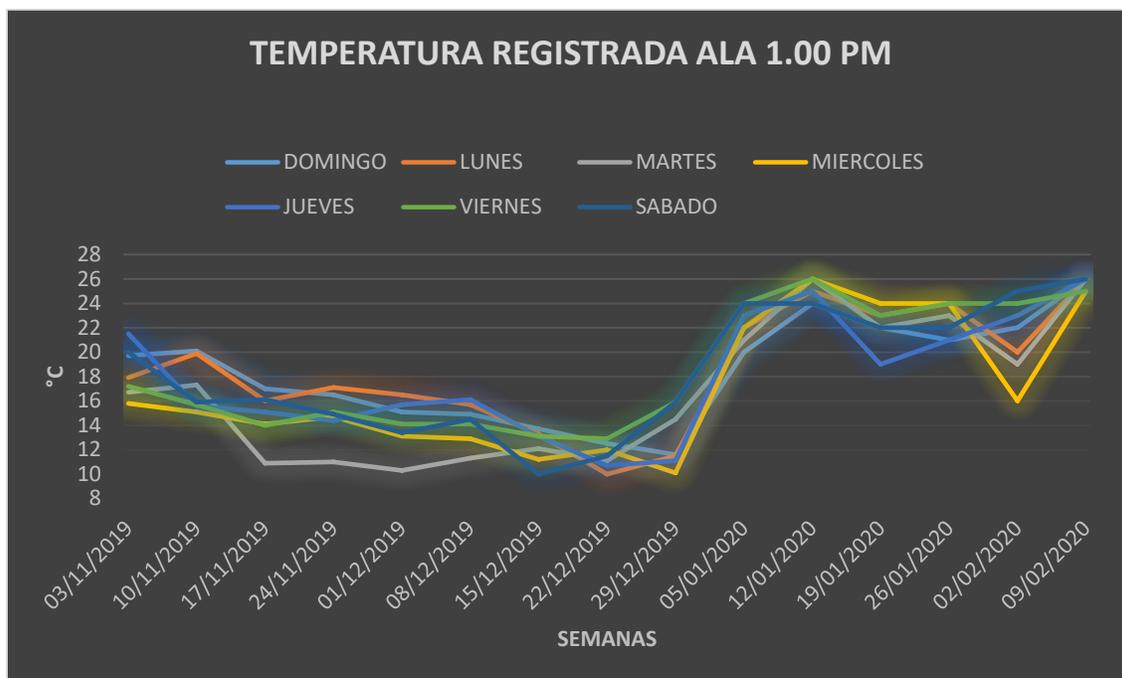


Grafico 8: Que corresponde al registro de la temperatura de la 1:00 pm registrada diariamente un transcurso de 15 semanas de 03 de noviembre del 2019 al 09 de febrero del 202.

Como se puede observar en el grafico 8) las temperaturas registradas en los meses del 03 de noviembre del año 2019 al 09 de febrero del año 2020 tomadas diaria mente a la 01:00 pm... se pode observar que las temperatura más alta se registró el días sábado 09 de febrero del año 2020 con 26°C y la temperatura más baja fue el día miércoles 29 de diciembre del año 2019 con una temperatura de 10.1°C.

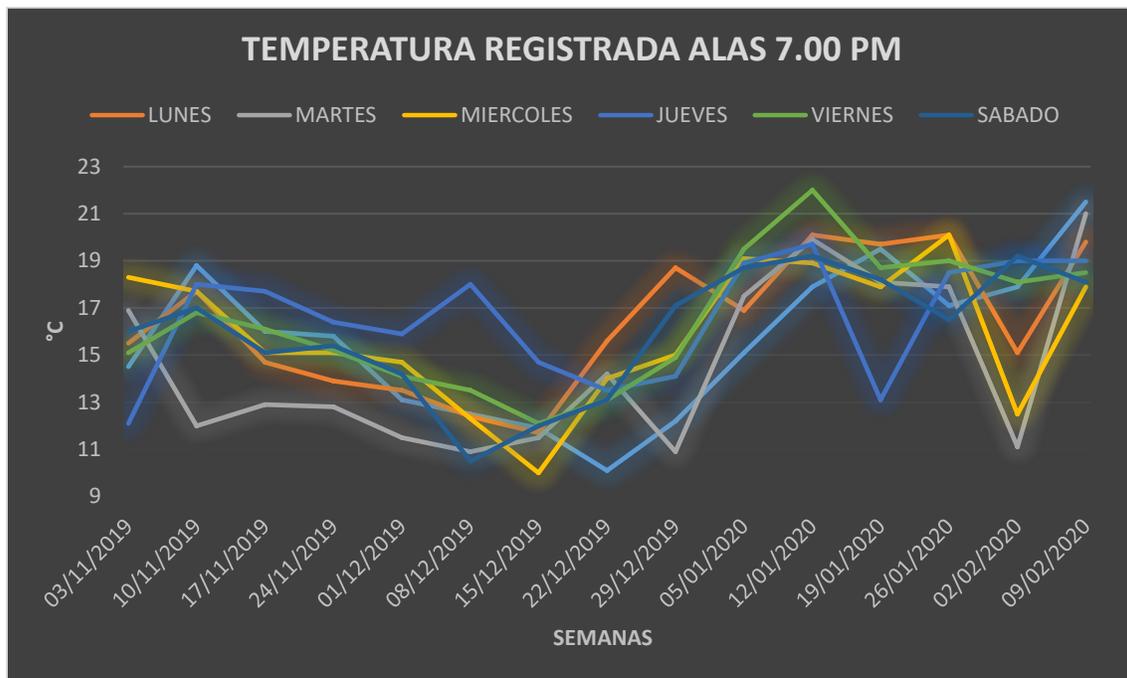


Grafico 9: Que corresponde al registro de la temperatura de las 7:00 pm registrada diariamente un transcurso de 15 semanas de 03 de noviembre del 2019 al 09 de febrero del 2020.

Como se puede observar en el grafico 9) las temperaturas registradas en los meses del 03 de noviembre del año 2019 al 09 de febrero del año 2020 tomadas diaria mente a la 07:00 pm... se pode observar que las temperatura más alta se registró el días viernes 12 de enero del año 2020 con 22°C y la temperatura más baja fue el día miércoles 15 de diciembre del año 2019 con una temperatura de 10 °C.