

**VIABILIDAD DE PRODUCCIÓN BAJO INVERNADERO DEL PEPINO
EUROPEO (*CUCUMIS SATIVUS L.*) HIBRIDO CUMLAUDE RZ- F1 EN LA
VEREDA CASCADAS DEL MUNICIPIO DE SUSÁ, CUNDINAMARCA**

JUAN RAMON ALVARADO LANCHEROS

MIGUEL FERNANDO BELTRÁN BRAVO

ANGELICA MARITZA MATEUS SOLANO

ESTUDIANTES DE AGRONOMIA

JORGE ARMANDO FONSECA CARREÑO

Ing. Agrónomo Esp. Msc.

DIRECTOR DE TESIS

**Universidad Nacional
Abierta y a Distancia**

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA

CENTRO DE ESTUDIOS A DISTANCIA CHIQUINQUIRÁ

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

PROGRAMA DE AGRONOMIA

CHIQUINQUIRÁ

2014

INDICE

INDICE	2
INDICE DE CUADROS	6
INDICE DE GRAFICOS	7
INDICE DE FOTOGRAFIAS	8
CAPITULO I	9
1. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO II	11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2.1 Viabilidad De Producción.....	11
2.2 Producción Bajo Invernadero.....	11
2.3 Cultivo Del Pepino Europeo (<i>Cucumis sativus L.</i>).....	11
2.4 Vereda “Cascadas” Del Municipio De Susa, Cundinamarca.....	12
CAPITULO III	14
3. JUSTIFICACIÓN	14
CAPITULO IV	16
4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	16
4.1 Objetivo general.....	16
4.2 Objetivos específicos.....	16
CAPITULO V	17
5. MARCO TEÓRICO	17
5.1 Producción bajo invernadero	17
5.1.1 Invernaderos.....	17
5.2 Tipo de invernadero a utilizar.....	18
5.2.1 Capilla Simple y Doble (una o dos aguas):.....	18
5.3 Siembra bajo invernadero.....	19
5.3.1 Exceso De Humedad Relativa.....	19
5.3.2 Altas o Bajas Temperaturas	19
5.3.3 Luz Ultravioleta.....	20
5.3.4 Viento	20
5.4 Cultivo del pepino europeo (<i>Cucumis sativus l. híbrido rz-f1</i>)	21
5.4.1 Taxonomía y morfología	21

5.4.2 -Sistema radicular:.....	22
5.4.3 -Tallo principal:	22
5.4.4 -Hoja:.....	22
5.4.5 -Flor:	22
5.4.6 -Fruto:	22
5.5 REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS.....	23
5.5.1 -Humedad:.....	23
5.5.2 -Luminosidad:	24
5.5.3 -Fertilización carbónica:.....	24
5.6 Manejo de plantación.....	25
5.6.1 Horas luz	25
5.6.2 Material vegetal	25
5.7 Método de siembra	28
5.7.1 La variedad del híbrido:	28
5.7.2 Bandejas para germinación:	28
5.7.3 Presiembra:	28
5.8 NUTRIENTES.....	29
5.8.1 Elementos Mayores.....	29
5.8.2 Elementos Secundarios.....	32
5.8.3 Elementos Menores.....	34
5.9 Niveles óptimos en el suelo para el cultivo de pepino.....	36
5.10 Acolchamiento (mulch):	37
5.11 Sistema de riego.....	38
5.11.1 Coeficiente De Cultivo (Kc):.....	38
5.11.2 Evapotranspiración De Referencia (ETo):	38
5.11.3 Evapotranspiración Potencial (ETp):	39
5.12 Particularidades del cultivo	39
5.12.1 Marcos de plantación.....	39
5.12.2 Tutorado	39
5.12.3 Poda	39
5.13 Plagas y enfermedades del pepino.....	40
5.13.1 Cochinillas: (Armadillium Vulgare y A. Opacum).	40
5.13.2 Araña roja:	40
5.13.3 Araña blanca (Polyphagotarsonemus latus):.....	41
5.13.4 Mosca Blanca (Trialeurodes Vaporium y Bemisia Tabaci):	41
5.13.5 Trialeurodes vaporariorun:.....	42
5.13.6 Pulgón (Aphis gossypii y Myzus persicae):.....	42
5.14 Vectores patológicos.....	43
5.14.1 Oidiopsis (Leveillula taurica).....	43
5.14.2 Ceniza u oidio de las cucurbitáceas (Sphaerotheca fuliginea).	43

5.14.3 Podredumbre gris (<i>Botryotinia fuckeliana</i> , anamorfo: <i>Botrytis</i> Cinerea):.....	43
5.14.4 Podredumbre blanca (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>):.....	44
5.14.5 Virus de las venas amarillas del pepino (CVYV):	45
CAPITULO VI.....	47
6. HIPÓTESIS	47
6.1 Hipótesis de la investigación h_i :	47
6.2 Hipótesis nula $h_0: \theta = \theta_0$	47
6.3 Hipótesis alterna $h_1: \theta = \theta_1$	47
CAPITULO VII.....	48
7. METODOLOGIA.....	48
7.1 Germinación:	48
7.2 Presiembra:	49
7.2.1 Preparación del suelo:.....	49
7.2.3 Calculo de necesidades de fertilización:.....	49
7.2.4 Materia orgánica y nitrógeno:	51
7.2.5 Levantamiento de camas.....	56
7.2.6 Instalación del acolchamiento (mulch):.....	56
7.3 Siembra de las plantas	56
7.8 Riego	57
7.8.1 Sistema De Riego:.....	57
7.9 Cuantificación de las necesidades de riego del cultivo	58
7.9.1 Coeficiente De Cultivo (K_c):.....	58
7.9.2 Evapotranspiración De Referencia (E_{To}):	58
7.9.3 Evapotranspiración Potencial (E_{Tp}):	58
7.9.4 Necesidades De Riego (E_c) en etapas de cultivo.....	59
7.10 Fertirriego	60
7.10.1 Ajuste de la fórmula estándar de fertirrigación	63
7.11 LABORES CULTURALES	63
7.11.1 Tutorado:	63
7.11.2 Podas de formación:.....	64
7.11.3 Control de malezas y control de plagas:.....	64
7.12 Cosecha.....	68
CAPITULO VIII.....	70
8. MATERIALES Y METODOS	70
8.1 Materiales	70
8.1.1 Localización.....	70
8.1.1.2 Infraestructura	70

8.1.1.3 Material De Oficina	70
8.1.1.4 Material De Campo	71
8.1.1.5 Insumos	71
8.2 Métodos	71
8.2.1 Factores En Estudio	71
8.3 Grafico distribución de las plantas de investigación.....	72
8.4 Análisis funcional	73
8.4.1 Variables e Indicadores	73
8.4.1.1 Métodos de evaluación de las variables	73
CAPITULO IX.....	74
9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	74
9.1 Resultados:.....	74
9.1.1 Datos de estación meteorológica	74
9.1.2 Necesidades del riego del cultivo (ETc) en meses	75
9.1.3 Mediciones de Cultivo.....	78
9.2 Discusión:	92
CAPITULO X.....	93
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
10.1 Conclusiones	93
10.2 Recomendaciones	94
CAPITULO XI.....	95
11. FUENTES.....	95
CAPITULO XII.....	98
12. ANEXOS Y FOTOGRAFIAS.....	98
12.1 Anexos.....	98
12.1.1 Análisis de suelo.....	98
12.1.2 Presupuesto	100
12.1.3 Datos recolectados durante 13 semanas del cultivo de pepino Europeo (Cucumis sativus l. Híbrido Cumlaude RZ-F1)	101
12.2 Sistema de germinación	105
12.2.1 Cultivo de pepino europeo (Cucumis sativus l. Híbrido Cumlaude RZ-F1).....	107

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Etapa de Desarrollo y Temperatura	23
Cuadro 2. Manejo de plantación hora luz	25
Cuadro 3. Niveles óptimos en el suelo para el cultivo de pepino.....	37
Cuadro 4. Coeficiente del Pepino.....	38
Cuadro 5. Propiedades de Turba Rubia K-Ts1 Sphagnum	48
Cuadro 6. Nutrientes de Turba Rubia K-Ts1 Sphagnum	48
Cuadro 7. Volúmenes de cal según acidez y tipo de suelo	49
Cuadro 8. Análisis de Suelo.....	50
Cuadro 9. Relaciones Cationicas – Rango Adecuado	50
Cuadro 10. Necesidades De Riego (ETc) en etapas de cultivo	59
Cuadro 11. Requerimiento de Riego en etapas del cultivo.....	60
Cuadro 12. Contenido nutricional de la formula.....	61
Cuadro 13. Extracción de nutrientes del cultivo.....	61
Cuadro 14. Situación geográfica y climática	70
Cuadro 15. Variables e indicadores	73
Cuadro 16. Datos de estación meteorológica	74
Cuadro 17. Necesidades de riego de cultivo (ETc) en meses.....	75
Cuadro 18. Tabla de Distribución de frecuencias "Crecimiento de la planta en trece semanas"	78
Cuadro 19. Promedio y varianza en medición de hojas por semana	80
Cuadro 20. Promedio y varianza en medición de flores por semana	82
Cuadro 21. Promedio y varianza en medición de frutos por semana	84
Cuadro 22. Medición y peso de pepinos por planta	86
Cuadro 23. Promedio y varianza sobre tamaño del fruto.....	87
Cuadro 24. Tabla de Distribución de frecuencia "Peso (gr)" del Fruto	88

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Plantación del Pepino Europeo.....	57
Grafico 2. Distribución de las plantas de investigación	72
Grafico 3. Datos de estación meteorológica.....	74
Gráfico 4. Requerimiento Inicial del Cultivo pepino europeo (Cucumis sativus L.) .	76
Gráfico 5. Requerimiento de desarrollo del Cultivo pepino europeo (Cucumis sativus L.)	76
Gráfico 6. Requerimiento media del Cultivo pepino europeo (Cucumis sativus L.) .	77
Gráfico 7. Requerimiento en maduración del Cultivo pepino europeo (Cucumis sativus L.)	77
Gráfico 8. Frecuencia Absoluta de "Crecimiento de la planta en trece semanas" .	79
Gráfico 9. Frecuencia Acumulada de "Crecimiento de la planta en trece semanas"	79
Gráfico 10. Promedio en medición de Hojas por semana.....	81
Gráfico 11. Varianza σ^2 en Hojas por semana	81
Gráfico 12. Promedio en medición de Flores por semana.....	82
Gráfico 13. Varianza σ^2 en medición de flores por semana.....	83
Gráfico 14. Medición de Frutos por semana	84
Gráfico 15. Varianza σ^2 en medición de frutos por semana	85
Gráfico 16. Varianza de tamaño de los frutos.....	88
Gráfico 17. Frecuencia Absoluta de peso (gr) por pepino	89
Gráfico 18. Frecuencia Acumulada de peso (gr) por pepino	89
Gráfico 19. Promedio de Flores vs Frutos del Cultivo	90
Gráfico 20. Porcentaje de Flores vs Frutos	90

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Invernadero Capilla simple y doble (Una o dos agujas)	18
Fotografía 2. Plantación del Pepino Europeo (<i>Cucumis sativus</i>).....	21
Fotografía 3. Pepino Corto y Pepinillo (tipo español)	26
Fotografía 4. Pepino medio largo (tipo francés)	27
Fotografía 5. Pepino largo (tipo holandés)	27
Fotografía 6. Mosca blanca (<i>Trialeterodes Vaporium</i>)	65
Fotografía 7. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> , Trips palmi).....	65
Fotografía 8. Minador en Hoja (<i>Phyllocnistis citrella</i>)	66
Fotografía 9. Moho Gris (<i>Botrytis Cinerea</i>) en fruto.....	67
Fotografía 10. Mildew polvoso (<i>Sphaerotheca fuliginea</i>) en Hojas	68
Fotografía 11. Fruto en excelentes condiciones	68
Fotografía 12. Fruto curvo daño por el frio	69
Fotografía 13. Plántulas de Colombia	105
Fotografía 14. Bandejas de Germinación	105
Fotografía 15. Bandeja de germinación 64 Cavidades.....	105
Fotografía 16. Compost “ Turba Rubia K-Ts1 Sphagnum”	106
Fotografía 17. Plántulas de Pepino Europeo.....	106
Fotografía 18. Plantas de Pepino listas para transplante	106
Fotografía 19. Etapa Inicial del Cultivo	107
Fotografía 20. Etapa Desarrollo del Cultivo.....	107
Fotografía 21. Etapa Media del Cultivo	108
Fotografía 22. Etapa de Maduración del Cultivo	108
Fotografía 23. Fruto en Formación	109
Fotografía 24. Fruto Pepino Europeo	109
Fotografía 25. Cultivo Pepino Europeo (<i>Cucumis sativus</i> L. Híbrido Cumlaude Rz- F1	110
Fotografía 26. Frutos para cosechar	110
Fotografía 27. Daños fitosanitarios del cultivo	111
Fotografía 28. Daños fitosanitario por Mildew polvoso (<i>Sphaerotheca fuliginea</i>).	111

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura como toda actividad humana implica la explotación del medio natural. En ésta se manejan técnicas y conocimientos para cultivar la tierra dando diferentes trabajos de tratamiento del suelo y los cultivos de vegetales. Un ejemplo de producción se presenta en el cultivo bajo invernadero. Este persigue obtener el más alto rendimiento, a través de un aislamiento de condiciones naturales mediante el forzado del cultivo con uso de técnicas de climatización (calefacción, humidificación, iluminación...) y técnicas culturales (fertilización e irrigación, sustratos...) para optimizar la ocupación del terreno. Esta rentabilización implica una mejora en la explotación de los recursos naturales, agua y suelo.

De acuerdo con (Grijalba & F., 2003) la implementación de cultivos hortícolas bajo invernadero disminuye el riesgo de la producción, incrementa la rentabilidad del sector; además de generar fuentes de trabajo, disminuye la contaminación ambiental y daños en la salud.

Para (Bojacá & Monsalve, 2012) aunque la industria de los invernaderos surgió y se desarrolló en Europa, comenzando los años 80 empezó a tomar impulso en América, sobre todo en Canadá y algunas regiones de Estados Unidos. En Colombia la producción de hortalizas bajo invernadero se ha enfocado casi en su totalidad a la siembra de tomate y en particular a los cultivares tipo larga vida. Aun cuando en las principales zonas agrícolas bajo invernadero alrededor del mundo se ha desarrollado un amplio portafolio de productos hortícolas, este grado de diversificación no se ha dado en el país. (Bojacá y Monsalve. 2012).

(Wehner & Maynard, 2003) Señala que el pepino se considera originario de la India, siendo domesticado en Asia y de ahí introducido a Europa, para posteriormente ser llevado a América por Cristóbal Colón en sus travesías marítimas. Los tipos más comunes de pepino son el americano, el europeo, el del este medio, el holandés y el pepino oriental.

Se pretende estudiar la viabilidad de producción del pepino Europeo (*Cucumis sativus* L, Híbrido (RZF1) en la vereda Cascadas del municipio de Susa (Cundinamarca), el cual posee un arsenal de elementos que favorece su comercialización, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado.

El cultivo de pepino Europeo (*Cucumis sativus* L), resulta de gran relevancia por ser una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse en cultivo protegido.



CAPITULO II

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Viabilidad De Producción

Estudios realizados por el (Instituto Geografico Agustín Codazzi, 1987) indica que de los 114 millones de Ha. del territorio nacional, las tierras aptas para la agricultura alcanzan cerca del 13%, pero solamente se utilizan en actividades agrícolas cerca del 5 % indicando que buena parte de la superficie potencialmente agrícola se dedica equivocadamente a otros usos menos productivos; así mismo la erosión ha venido afectando en grado variable las tierras agrícolas del país desde muy ligera a muy severa, afecta el 52% del territorio nacional y 86% de la zona andina presenta algún grado de la misma.

Para muchos cultivos y en amplias zonas del país, las prácticas permanentes de mecanización y uso de implementos inadecuados de labranza como rastras y arados de disco, han destruido los suelos pulverizándolos superficialmente y compactándolos más internamente. De igual manera, el pobre manejo de los sistemas de irrigación ha desencadenado graves problemas de salinización y alcalinización de suelos en muchas áreas, lo cual conlleva a mayores niveles de sobre explotación en la producción de cultivos tradicionales.

2.2 Producción Bajo Invernadero

Según el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) En producción bajo invernadero se pueden presentar una serie de limitantes como inversión inicial alta, diferencias en el paquete tecnológico aplicable a cada situación (especialización en el manejo) y generación o agravamiento de problemas derivados de los cultivos intensivos (concentración de sales en el suelo, mayor incidencia de plagas y enfermedades

2.3 Cultivo Del Pepino Europeo (Cucumis sativus L)

El cultivo de Pepino Europeo (Cucumis sativus L.) Exige que el suelo en el cual se trabaja sea franco arcilloso y según Fundación de Desarrollo Agropecuario, INC (1992), el pepino exige buena aireación y drenaje siendo los terrenos francos o franco arenosos los más adecuados; en el plano entomológico se resalta la importancia de una plaga conocida con el nombre de Mosca Blanca, que se alimenta de las hojas a las cuales extrae la savia, en tanto transmite enfermedades virales.

2.4 Vereda “Cascadas” Del Municipio De Susa, Cundinamarca.

(Alcaldía Municipal de Susa, Cundinamarca, 2008) El Municipio de Susa, Cundinamarca; está perfilado como uno de los valles más prósperos de la región en la cual predominan cultivos tradicionales como: maíz, papa, y arveja. Sin embargo el entorno económico, político y la apertura del tratado de libre comercio (TLC), exige a las unidades productivas y a los campesinos diversificar el portafolio agrícola con cultivos novedosos y de alta calidad configurando de esta manera una nueva fuente de ingreso para las personas y potencializando la producción agrícola, para el presente trabajo se busca identificar las características de tecnificación, siembra y producción del Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L. Híbrido RZF1)) en la vereda cascadas del municipio de Susa , Cundinamarca.

El proyecto se realizará en la Vereda Cascadas a 600 mts del Municipio de Susa (Cundinamarca). El cual limita con los municipios de Simijaca, Fúquene, San Miguel de Sema, Laguna de Fúquene. Cuenta con una extensión territorial de 110 km². Consta de trece veredas.

La zona urbana, presenta la altura de 2655 msnm, obteniendo una temperatura de 14 ° C, distancia de Santafé de Bogotá 130 Kms.

Los ríos más importantes son: El río de Susa, San José y Suárez, la hoya más importante de este, recorre las Veredas de: Paunita, Mata Redonda, Aposentos, La Fragua, Cascadas luego desemboca con el Río Suárez y este a su vez nace en la laguna de Fúquene.

Hidrografía Urbana: El casco Urbano es bordeado por una pequeña Quebrada (Coquita), Esta nace en las Veredas de Coquita y Timinguita; en su recorrido recibe algunos desechos, principalmente del Frigorífico lo cual Hace necesaria su recuperación y utilización como desagüe natural hacia el Río Susa. (Alcaldía Municipal de Susa, Cundinamarca, 2008)

El Municipio cuenta con una red Hidrográfica escasa. Por tanto la disponibilidad de aguas para fines humanos y agropecuarios es reducida. Por tal razón es necesario orientar actividades y tomar medidas para la preservación de las cuencas hidrográficas y sus fuentes.

Sin embargo; se detectan zonas con evidente mal manejo en los recursos forestales, cobertura vegetal, zonas evidencia de erosión fuerte y sobre talaje en las especies arbóreas. Esto conlleva a recomendar acciones de reforestación inmediata.

Susa es un municipio referenciado por su actividad agropecuaria, con énfasis en la agricultura y la producción lechera. Vocación que se ha visto notablemente disminuida en la última década, motivada por la explotación excesiva e insostenible de los recursos naturales y por las políticas de orden nacional e

internacional que han favorecido las importaciones y con esto afectando negativamente: la producción y comercialización de los pequeños productores especialmente en maíz, y cereales como trigo y cebada.



CAPITULO III

3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo tiene como objeto de estudio evaluar la viabilidad de producción del Híbrido RZ – F1 de pepino europeo y estructurar la producción agropecuaria como una actividad competitiva y sostenible en un marco de equidad social. Además, la difusión de los productos de investigación de esta línea pueden aportar a los responsables políticos y a los líderes sociales, instrumentos para la toma de decisiones en la planificación y gestión del desarrollo rural.

El estudio tiene relevancia debido a las nuevas tendencias de cultivos bajo invernadero, en aras de diversificar la forma de explotación agrícola desplazando los cultivos tradicionales por una agricultura tecnificada mirando las exigencias de los mercados internacionales.

La producción bajo invernadero de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.), es una variedad de crecimiento indeterminado con un buen desarrollo foliar, floración y amarre de frutos aceptable de color verde oscuro con comisuras a lo largo del fruto, con una longitud de 30 a 40 cm, diámetro de 4 a 6 cm y un peso de 500 a 700 gr, alcanzando hasta 950 gr, buena respuesta al sustrato de composta y fertilizante foliar.

Una ventaja destacada en este cultivo es el manejo de buenas prácticas agrícolas, porque ayuda al desarrollo de medio ambiente equilibrado, conservando la fertilidad del suelo, se preserva el micro-fauna, incrementa el control natural de plagas y enfermedades empleando un proceso productivo sostenible.

Esta situación ha dado un especial interés en desarrollar una investigación acerca de la producción de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) como una nueva alternativa para la generación de empleo en la región Cundí boyacense.

Para el desarrollo del trabajo se tiene previsto establecer un cultivo de 200 plántulas bajo invernadero ya instalado para observar su rendimiento en sus 4 etapas de formación (inicial, desarrollo, media y maduración).

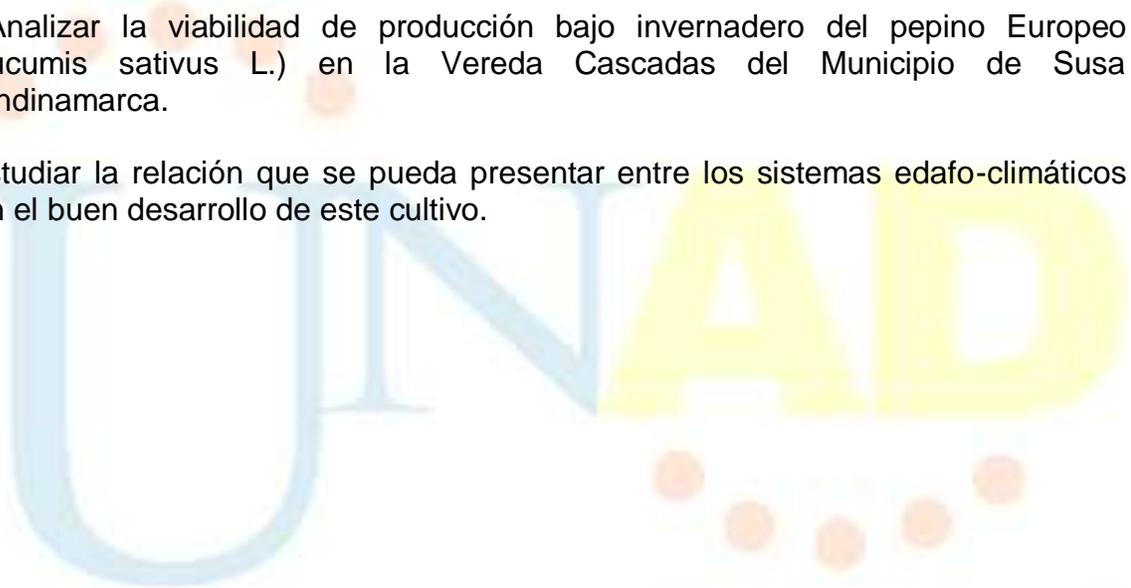
Así mismo para adquirir la posibilidad de producción constante del Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.); entrar a mercados más competitivos donde se exige calidad, continuidad y producción, aprovechando las ventajas de los mercados terminales como Bogotá y ciudades intermedias Zipaquirá, Chiquinquirá y Facatativá.

Es un reto profesional del sector agrícola estar a la vanguardia de las nuevas tecnologías implementadas y difundirlas en la población rural para mejorar el aprovechamiento en agricultura biológica y contribuir al mejoramiento del medio ambiente.

La investigación a realizar tiene el propósito de mostrar el impacto socioeconómico frente a las políticas de mejoramiento continuo e implementación de las cadenas productivas de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) en la vereda Cascadas de Municipio de Susa Cundinamarca, teniendo en cuenta el diagnóstico integral, dado que esta se enfoca en:

- Analizar la viabilidad de producción bajo invernadero del pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) en la Vereda Cascadas del Municipio de Susa Cundinamarca.

- Estudiar la relación que se pueda presentar entre los sistemas edafo-climáticos con el buen desarrollo de este cultivo.



Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

CAPITULO IV

4. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

4.1 Objetivo general

Evaluar la adaptabilidad bajo condiciones de invernadero del cultivo de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) en la Vereda Cascadas del el Municipio de Susa, Cundinamarca

4.2 *Objetivos específicos*

- Evaluar las condiciones de desarrollo y crecimiento del cultivo de pepino europeo bajo condiciones de invernadero en la vereda Cascadas, Municipio de Susa, Cundinamarca.
- Determinar los rendimientos y la rentabilidad del cultivo de pepino europeo bajo condiciones de invernadero en la vereda Cascadas, Municipio de Susa, Cundinamarca.
- Elaborar una guía técnica para la producción de pepino europeo bajo condiciones de invernadero.

Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

CAPITULO V

5. MARCO TEÓRICO

En Colombia la producción de hortalizas bajo invernadero se ha enfocado casi en su totalidad a la producción de tomate y en particular a cultivos tipo larga vida. Aun cuando en las principales zonas agrícolas bajo invernadero alrededor del mundo se ha desarrollado un amplio portafolio de productos hortícolas, este grado de diversificación no se ha dado en el territorio nacional.

Aunque existen diversos tipos de cultivos bajo invernadero los agricultores ven el tomate como el único producto generador de la rentabilidad suficiente para cubrir las inversiones y los costos asociados al cultivo bajo invernadero.

El presente proyecto busca establecer y mostrar un modelo de producción de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) Híbrido RZ-F1 empleando condiciones de invernadero, a partir de la optimización de las condiciones climáticas y el manejo agronómico del cultivo.

Dando a mostrar a los productores, asistentes técnicos y comunidad en general, la viabilidad de producción en el establecimiento de sistemas alternativos de obtención bajo invernadero con una especie poco intensificada en Colombia.

Debido a diversos factores biofísicos contenidos, es posible cultivar productos diferentes al tomate que generen al menos la misma rentabilidad ofrecida por este producto. El pepino europeo es una alternativa interesante de rotación desde el punto de vista económico, al disminuir el riesgo asociado a la variación de precios que tradicionalmente se han generado en mucho de los productos de hortícolas.

5.1 Producción bajo invernadero

5.1.1 Invernaderos

De acuerdo con (Gomez, 2009) se denomina invernadero a toda estructura cerrada cubierta por materiales transparentes (vidrio o plástico), dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima a fin que las especies a cultivar se adapten aun cuando las condiciones exteriores no sean las apropiadas para su desarrollo. Así, bajo invernadero, es posible obtener producciones en sitios en donde a campo abierto resultaría imposible debido a las condiciones climáticas.

La producción bajo invernadero presenta ventajas tales como:

- Precocidad en la cosecha, incremento de la calidad y del rendimiento por unidad de área,
- Producción fuera de época o en condiciones ambientales diferentes a las requeridas por las especies cultivadas a campo abierto,
- Ahorro en el consumo de agua y fertilizantes,

- Facilidad para el manejo de plagas y enfermedades.

No obstante, entre los inconvenientes de la producción bajo invernadero se destacan:

- Alta inversión inicial,
- Alto costo de operación y demanda de personal especializado.

Visto de esta manera, la producción bajo invernadero sigue siendo una de las mejores alternativas para la producción agrícola y necesaria para la obtención de muchas de las especies utilizadas como flor de corte.

Agrega también (Gomez, 2009) que son muchos los parámetros que permiten clasificar los invernaderos en diferentes tipos, Así, pueden ser clasificados según su perfil externo o estructura, según su fijación o movilidad, por el material de cubierta, o de acuerdo con el uso particular.

5.2 Tipo de invernadero a utilizar

5.2.1 Capilla Simple y Doble (una o dos aguas):

Los invernaderos de capilla simple tienen la techumbre formando uno o dos planos inclinados, según sea a un agua o a dos aguas. Presenta ventajas como ser de fácil construcción y mantenimiento, permite la colocación de todo tipo de plástico en la cubierta, la ventilación vertical en paredes es muy fácil y se puede hacer de grandes superficies, permite la instalación de ventanas cenitales, evacua rápidamente las aguas lluvia y permite la unión de varias naves en batería.



Fotografía 1. Invernadero Capilla simple y doble (Una o dos aguas)
FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

5.3 Siembra bajo invernadero

La producción bajo invernadero posee el microclima apropiado para el óptimo desarrollo de una plantación específica, por lo tanto deben obtenerse en él la temperatura, la humedad relativa y ventilación apropiadas que permitan alcanzar: alta productividad, bajo costo de producción, menor tiempo, minimizando el daño ambiental, protegiéndose de las lluvias, el granizo, las heladas, o los excesos de viento que pueden llegar a perjudicar el cultivo.

(Estación Experimental San José, 2013) Encuentra que los invernaderos pueden construirse de madera, con Caña Guadua o Guadua, mixtos o metálicos y cumplen la función de crear un microclima perfectamente controlable que permite mantener la temperatura y humedad relativa más apropiadas para el proceso fotosintético de un cultivo específico, reduciendo los riesgos y los costos globales, aprovechando mejor los espacios, incrementando la productividad y mejorando la calidad de los productos.

En síntesis, el uso de invernaderos requiere de un estudio de costos con respecto a la ambientación climática, el impacto ambiental y la salud humana.

El invernadero debe ser un área protegida y controlada, establecida para evitar que la plantación se exponga a todos los factores que pudieran perjudicar sus resultados tales como:

5.3.1 Exceso De Humedad Relativa

Según (Victoriano, 2013) de no ser controlada la ventilación desde el diseño, el área queda muy vulnerable a incrementos en la humedad relativa y por tanto a desarrollar plagas y enfermedades que ponen en peligro la producción e incrementarían de modo sustantivo los costos de operación por la aplicación de agroquímicos para controlarlas.

Las esporas de la mayoría de los patógenos, se desarrollan a más de 90% de humedad, relativa, dicho de otro modo: si una plantación es controlada eficientemente para que la humedad ambiente esté por debajo de este porcentaje el éxito está prácticamente asegurado. En sentido contrario un diseño que no considere y atienda este aspecto o un descuido en el manejo sería bastante riesgoso para el productor tanto en productividad como en calidad de frutos y en incrementos de los costos de producción. (Gomez, 2009)

5.3.2 Altas o Bajas Temperaturas

Estudios realizados por (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009) la temperatura es un factor determinante en los resultados agrícolas. La fotosíntesis se ve afectada según los rangos de temperatura que se suministren al área controlada y su aproximación o diferencia con las temperaturas óptimas para el desarrollo adecuado de las plantas protegidas.

El control de las temperaturas contribuye a aumentar la productividad, mejorar la calidad de los frutos y reducir los riesgos y costos derivados de la utilización de agroquímicos.

5.3.3 Luz Ultravioleta

(Estación Experimental San José, 2013) recomienda la utilización de plásticos con propiedades para bloquear el paso de la luz ultravioleta beneficiando a las plantas debido a que evita filtración y el rango de luz UV que estresa a las plantas, el cual tiene efecto adverso contribuyendo a producir ennegrecimiento, quemazón y plagas. El plástico impide el paso de esta luz y consigue que se refleje o se absorba.

En adición, el plástico consigue que la luz que ingresa al invernadero se difunda en determinadas proporciones, beneficiando la plantación al distribuir homogéneamente la luz en el espacio protegido.

Existen también plásticos foto-selectivos con propiedades diversas, entre ellas la limitación fomentadora de las esporas de algunos patógenos y del bloqueo para la presencia de algunas plagas.

5.3.4 Viento

Para (Gomez, 2009) el viento es uno de los factores más importantes en el diseño de un invernadero.

En los invernaderos inteligentes, el balance térmico es logrado por equipos que reaccionan ante sensores electrónicos y actúan permanentemente en la estabilización de temperaturas, humedad y otros factores.

En el caso de invernaderos sin controles electrónicos, el balance térmico se logra aprovechando óptimamente la velocidad y la dirección de los vientos. En ambientación térmica natural, el viento ejerce el papel de motor del invernadero y contribuye eficazmente a:

- Balancear las temperaturas.
- Reducir la temperatura relativa.
- Polinizar las plantas.
- Oxigenar la plantación.
- La dirección del viento es determinante en función de varios aspectos:
- Protección de la estructura porque ésta debe situarse en dirección que evite ser diseñada por vientos extremos.
- Evitar que los gases acumulados en la parte superior circulen entre las plantas.
- La orientación del cultivo para la ventilación de las plantas y su consiguiente polinización.
-

5.4 Cultivo del pepino europeo (*Cucumis sativus* L. híbrido rz-f1)

El pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, se cultiva en la India desde hace más de 3 mil años. De India se extiende a Roma y posteriormente se introdujo en China; los romanos se encargaron de introducirlo a otras partes de Europa, donde hay registros de este cultivo en Francia, Inglaterra y Norteamérica, su primer híbrido apareció en 1872. (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2006)

5.4.1 Taxonomía y morfología

Un estudio realizado por (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2006), señala el siguiente perfil taxonómico sobre la variedad en estudio:

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Orden: Curcubitales
- Familia: Cucurbitaceae
- Género: *Cucumis* L
- Especie: *Sativus* L



Fotografía 2. Plantación del Pepino Europeo (*Cucumis sativus*)
Fuente: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

Los siguientes aspectos correspondientes a la estructura fisiológica del pepino, son resultado de investigaciones desarrolladas por (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009) en las cuales se señalan los siguientes datos:

5.4.2 -Sistema radicular:

Es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello.

5.4.3 -Tallo principal:

Anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores.

5.4.4 -Hoja:

De largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un bello muy fino.

5.4.5 -Flor:

(Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2006) Señala que es de corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentan flores masculinas y femeninas y en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, sólo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ífero.

5.4.6 -Fruto:

La identificación que realiza (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2006) asevera que es pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que vira desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento.

5.5 REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto.

-Temperatura: es menos exigente en calor que el melón, pero más que el calabacín.

ETAPA DE DESARROLLO	TEMPERATURA (°C)	
	DIURNA	NOCTURNA
Germinación	27	27
Formación de planta	21	19
Desarrollo del fruto	19	16

Cuadro 1. Etapa de Desarrollo y Temperatura

Fuente: (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009)

Las temperaturas que durante el día oscilen entre 20°C y 30°C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25°C, mayor es la producción precoz.

Por encima de los 30°C se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de fotosíntesis y respiración, y temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17°C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12°C y a 1°C se produce la helada de la planta. El empleo de dobles cubiertas en invernaderos tipo parral supone un sistema útil para aumentar la temperatura y la producción del pepino. (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2006).

5.5.1 -Humedad:

Argumentos obtenidos por (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009) indican que es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente.

Para humedades superiores al 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas (producidas por hongos). Además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie.

5.5.2 -Luminosidad:

datos presentados por (Bojacá & Monsalve, 2012) evidencian que el pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción.

-Suelo: destacando información obtenida por (Arjona, 1992) el pepino puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades. El pH óptimo oscila entre 5,5 y 7.

5.5.3 -Fertilización carbónica:

Para (Blanco & Folegatti, 2003) la aportación de CO₂ permite compensar el consumo de las plantas y garantiza el mantenimiento de una concentración superior a la media en la atmósfera del invernadero; así la fotosíntesis se estimula y se acelera el crecimiento de las plantas.

Para valorar las necesidades de CO₂ de los cultivos en invernadero se necesita realizar, en los diversos periodos del año, un balance de las pérdidas derivadas de la absorción por parte de las plantas, de las renovaciones de aire hechas en el invernadero y las aportaciones proporcionadas por el suelo a la atmósfera del mismo.

Del enriquecimiento en CO₂ del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO₂ produce daños debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y pueden originar quemaduras.

Los aparatos más utilizados en la fertilización carbónica son los quemadores de gas propano y los de distribución de CO₂.

En el cultivo del pepino las cantidades óptimas de CO₂ son de 500-900 ppm.

5.6 Manejo de plantación

5.6.1 Horas luz

Para (Aguado, 2002) el manejo de plantación del pepino europeo presenta los siguientes requerimientos.

Poco exigente en cantidad de horas luz.

Exigente en intensidad de luz.

Hora luz en este caso se encuentra 10 y medio.

Temperaturas

GERMINACIÓN	MIN 12° - MAX 35°	OPT 25-30°	HR 90%
CULTIVO	MIN 20° - MAX 35°	OPT DIA 23-25° NOCHE 18-20° 0 vegetativo 15°	HR 70-90%
TEMP. SUELO	MIN 12°	OPT 18-20	PH 6-7,2

Cuadro 2. Manejo de plantación hora luz

Fuente: (Aguado, 2002)

- >35° Comienzan los problemas y anomalías.
- >40° Es perjudicial para la planta, no produce.
- <20° Desequilibrios en la planta.
- <15° Paralización crecimiento. 0° vegetativo
- <1° Se hiela

5.6.2 Material vegetal

Principales criterios de elección:

- Características de la variedad comercial.
- Exigencias del mercado de destino.
- Estructura de invernadero.
- Suelo.
- Clima.
- Calidad del agua de riego.

(Cifuentes, 2006) Afirma que los aspectos fundamentales a tener en cuenta para elegir una variedad que se adapte a las condiciones de cultivo y a la demanda del consumidor son:

- Producción comercial, que debe ser lo más alta posible.
- Vigor de la planta, de forma que un buen vigor permita un ciclo largo y una buena tolerancia a las bajas temperaturas y al acortamiento de los días.
- Buen nivel de resistencia a enfermedades (Mildeo, oídio, etc.).

- Longitud de fruto, que debe ser estándar (mínima de 30 cm y máxima de 38 cm) y estable frente a las diferentes condiciones de cultivo.
- Firmeza y conservación del fruto, que debe ser adecuada para resistir el transporte y mantenerse el tiempo suficiente en el mercado en óptimas condiciones.
- Otros aspectos que pueden considerarse para la elección son la precocidad y las características del fruto (longitud, color, estrías, etc.).

La mayor parte de las variedades cultivadas de pepino son híbridas, habiéndose demostrado su mayor productividad frente a las no híbridas. Según (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009) Se pueden englobar en los siguientes tipos:

5.6.3 Pepino corto y pepinillo (tipo español).

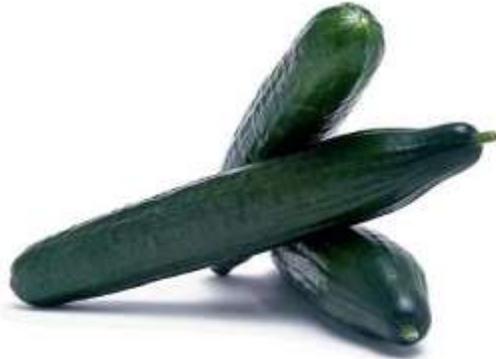
Son variedades de fruto pequeño (longitud máxima de 15 cm), de piel verde y rayas de color amarillo o blanco. Se utilizan para consumo en fresco o para encurtido, en este caso recolectándolos más pequeños. Las variedades pueden ser monoicas, ginoicas con polinizador y ginoicas partenocárpicas.



Fotografía 3. Pepino Corto y Pepinillo (tipo español)
Fuente: (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009)

5.6.4 Pepino medio largo (tipo francés).

Variedades de longitud medio (20-25 cm), monoicas y ginoicas. Dentro de éstas últimas se diferencian las variedades cuyos frutos tienen espinas y las de piel lisa o mini pepinos (similares al tipo Almería, pero más cortos), de floración totalmente partenocárpica.



Fotografía 4. Pepino medio largo (tipo francés)

Fuente: (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009)

5.6.5 Pepino largo (tipo holandés).

Variedades cuyos frutos superan los 25 cm de longitud, ginoicas, de frutos totalmente partenocárpicos y de piel lisa, más o menos asurcada. El tamaño de las hojas es mucho más grande.



Fotografía 5. Pepino largo (tipo holandés)

Fuente: (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009)

5.7 Método de siembra

5.7.1 La variedad del híbrido:

Se trabajó con el pepino europeo híbrido Cumlaude RZ - F1 Pepino tipo europeo, de atractivo color verde oscuro. Planta fuerte, semi-abierta y bien balanceada, produce frutos rectos y largos (32 cm). Es rápida para entrar en cosecha. Fuerte contra quemaduras de cogollo y *Mycosphaerella*. HR: Ccu/Px (ex Sf). (Saenz)

5.7.2 Bandejas para germinación:

Se utiliza como alternativa para mejorar la germinación, crecimiento y desarrollo de las plántulas en el cual se utilizan bandejas o contenedores con cavidades de igual capacidad y en donde son depositadas una a una y por separado las semillas. De esta forma se logran que todas las plántulas dispongan de espacios individuales que les permitan tener las mismas oportunidades de obtener nutrientes del sustrato y disponer de espacio (evitando competencias por luz), consiguiendo de esta manera un crecimiento más homogéneo.

El sustrato adecuado para el llenado de las bandejas depende del tamaño del alvéolo y de la especie que se va a sembrar. Así, bandejas con cavidades muy pequeñas requieren sustratos muy livianos y porosos (como la turba) y por este motivo realiza nebulizador y micro aspersores. En cambio, las bandejas con alveolos grandes admiten sustratos más pesados como el compost y la tierra.

El cual se presentaron bandejas de 162 unidades.

5.7.3 Presiembra:

Para la presiembra se debe primeramente preparar el suelo con base al terreno pasando el cincel y la rastra, para dejarlo suelto y favorecer la producción de raíces del cultivo; se deben hacer las enmiendas nutricionales de acuerdo al análisis del suelo para establecer un balance nutricional adecuado para posteriormente aplicar el sistema nutricional vía fertirriego de acuerdo a la fórmula estándar para el pepino. Se realiza un barbecho de 15 a 25 centímetros de profundidad en caso de ser necesario dar una cruz, continuar con uno o dos pasos de rastra según la composición del suelo para obtener una buena "cama de siembra".

De igual manera el pepino se siembra en camas de 0.9 mts de ancha largo según la distancia del invernadero. La calle entre camas no debe ser inferior de 40 cm. La distancia entre plantas es de 45 a 50 cm, y entre surco y surco 50 cm. Sembradas en tres bolillo.

La siembra se realiza en hoyos de 3 a 5 cm de profundidad en los que se colocan las plántulas, se ralea los chupones dejando tallo principal.

5.8 NUTRIENTES

Para (Bojacá & Monsalve, 2012), Los criterios de fertilización están basados principalmente en el tipo de sistema que se pretenda establecer, ya sea convencional, limpio o ecológico. Este es el punto de partida para implantar el método de fertilización más conveniente. No obstante, hay que tener en cuenta diversos factores que son relevantes para todos los sistemas de cultivo, entre los cuales están: los contenidos de elementos mayores, secundarios y menores, la acidez, la conductividad eléctrica (CE), la capacidad de intercambio catiónico (CIC), la materia orgánica y la textura del suelo.

5.8.1 Elementos Mayores

5.8.1.1 Nitrógeno (N):

El nitrógeno es un elemento esencial para todos los seres vivos. El nitrógeno predomina en formas orgánicas dentro de las plantas, ligado a aminoácidos y proteínas en forma reducida, denominado "nitrato asimilado". El nitrógeno asimilado actúa parcialmente en forma específica en procesos metabólicos de las plantas, y parcialmente en forma estructural. (Aldana, 2005)

De acuerdo con (Kass, 1998) Esto se explica así:

Si el nitrógeno dentro de las plantas actúa en forma específica, participa en procesos metabólicos. Las proteínas nitrogenadas se comportan como enzimas y coenzimas. Esta funcionabilidad controla procesos metabólicos internos. Las proteínas funcionales se degradan y re-sintetizan cíclicamente, al realizar sus funciones específicas.

Si el nitrógeno dentro de las plantas actúa en forma estructural, el nitrógeno pasa a ser parte del protoplasma celular.

En las plantas existen otras formas nitrogenadas además de aminoácidos y proteínas. Incluye compuestos como vitaminas, hormonas, pigmentos, purinas y pirimidinas.

(Wehner & Maynard, 2003), encuentra que el nitrógeno es componente esencial de la clorofila, unidad básica en la absorción de energía lumínica para el proceso de fotosíntesis. El proceso es muy importante para la formación de hidratos de carbono que, sujetos a condiciones favorables del ambiente para el crecimiento de las plantas, conduce a la formación de proteínas y posteriormente a la producción de masa protoplasmática.

Las funciones del nitrógeno tienen relación con efectos fácilmente observables en las plantas. Los efectos son los siguientes:

Estimula el crecimiento vegetativo y el desarrollo de un color verde oscuro en las hojas.

Incrementa la masa protoplasmática, sustancia que se hidrata fácilmente y produce succulencia foliar.

Investigaciones realizadas por (Bojacá & Monsalve, 2012) describen que al aumentar la succulencia foliar, se puede retrasar la época de cosecha de los cultivos; pero no es muy cierto para todos. Algunos cultivos pueden sufrir retrasos en la cosecha por succulencia, pero no ocurren retrasos importantes si hay un adecuado aporte de otros elementos esenciales por fertilización. La succulencia puede aumentar la susceptibilidad a plagas y enfermedades, porque las paredes celulares hidratadas se dilatan y los estiletes de insectos chupadores y minadores, penetran con mayor facilidad. Pero esto requiere un análisis cuidadoso de variables complejas.

El caso del pepino, como lo manifiesta (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2006) un aporte insuficiente de nitrógeno se manifiesta, en primer lugar por una frágil vegetación. La planta se debilita, se desarrolla poco, las hojas permanecen pequeñas, adquieren una notable rigidez y toman un color verde amarillento.

(Navarro & Navarro, 2000) Evidencian que de igual forma el peciolo se corta y las nerviaciones son más pronunciadas, ya que el desarrollo de las partes succulentas se retrasa. Debido a que el nitrógeno es muy móvil en la planta, la deficiencia se detecta primero en las hojas más viejas, ya que hay un desplazamiento hacia las más jóvenes. Para el caso del pepino, cantidad excesiva de nitrógeno originan plantas muy succulentas, entrenudos más largos, disminución muy marcada en el desarrollo de las raíces y un desarrollo abundante de la parte aérea de la planta. Las hojas toman un color verde muy oscuro y la maduración se retrasa

5.8.1.2 Fosforo (P):

El fosforo se encuentra en todos los tejidos de la planta en una concentración variable, según el órgano vegetativo que se considere.

El fosforo después de ser absorbido por las plantas de la solución del suelo, se encuentra dentro de ellas en formas inorgánicas y orgánicas.

(Kass, 1998) Afirma que el papel del fosforo es fundamental en procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas. Se encuentra en fuertes concentraciones en los tejidos meristemáticos, sede del crecimiento activo en las plantas. Es fuente primaria de energía vía adenosin trifosfato (ATP). Forma parte de las coenzimas adenina nicotina (NAD) Y adenidna-nicotinamida fosfato (NADP). Por su participación activa en la síntesis de proteínas, si hiciese falta, se produciría menor crecimiento de la planta y fuerte reducción del área radical. Se acumula en las semillas para activar los mecanismos meristemáticos del embrión, durante la germinación. Participa en procesos metabólicos tan importantes para la planta como fotosíntesis, la glucólisis, la respiración y la síntesis de ácidos grasos.

Las características más específicas cuando existe deficiencia en el pepino aparecen en las hojas, como muestra (Bojacá & Monsalve, 2012) haciéndose estas más delgadas, erectas, de menor tamaño que las normales, con las nerviaciones poco pronunciadas y se tornan rojizas a violetas, el cuajado de los frutos se reduce y por ende la producción. Debido a la alta movilidad del fósforo en la planta y a causa de la tendencia que presentan las hojas jóvenes a obtenerlo de las hojas más viejas, su deficiencia será visible inicialmente en las hojas antiguas. Las alteraciones por exceso de fósforo se observan solo en cultivos hidropónicos, debido al fuerte antagonismo que existe entre el fósforo y el hierro, esto genera una clorosis férrica por la insolubilización que se sufre el hierro ante dichos excesos de fósforo

5.8.1.3 Potasio (K):

(Aldana, 2005) Argumenta que el potasio es absorbido por las raíces en forma iónica K^+ . Este elemento es de vital importancia para el desarrollo vegetal, ya que activa más de sesenta enzimas. Por ello, juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y proteínas. Mejora el régimen hídrico de la planta, regula el cierre y apertura de estomas y aumenta su tolerancia a la sequía, helada y salinidad. Las plantas sufren menos enfermedades. Participa en el potencial osmótico celular, regulando su contenido de agua. Participa en la síntesis de azúcar, almidón y proteínas (dentro de sus uniones peptídicas). Interviene en la fosforilación oxidativa que se produce en las membranas de las mitocondrias.

En pepino, inicialmente, la falta de potasio genera un retraso general del crecimiento que se hace sentir especialmente sobre los frutos, pues se reduce el crecimiento y la calidad de los mismos. Estos signos de deficiencia se observan más fuertemente cuando el contenido de potasio es de tres a cinco veces inferior al óptimo. La deficiencia también induce el crecimiento de tallos más delgados, debido a que la cantidad disponible del elemento es redirigido hacia el ápice de la planta. En muchos casos, las hojas tienden a curvarse hacia arriba, en forma de teja, enrollándose cada vez más hasta tomar forma de cigarrillo, adquiriendo en general la planta un aspecto como si se hubiera quemado. Las alteraciones por exceso de potasio en la planta se representan con menos frecuencia, y están basadas en los antagonismos: K/Ca , K/Mg , K/Fe y K/B . La absorción excesiva y las altas concentraciones en la planta hacen disminuir los niveles de otros elementos. Por ello, el exceso origina comúnmente situaciones relacionadas con deficiencias de magnesio, hierro y zinc (Navarro & Navarro, 2000)

5.8.2 Elementos Secundarios

5.8.2.1 Calcio (Ca):

El elemento básico más abundante que existe en las plantas.

(Arjona, 1992) Este elemento se encuentra en mayor proporción en las hojas y tallos que en las semillas. Una de las principales funciones del calcio en la planta es la de actuar, formando parte de la estructura de la protopectina, como agente cementante para mantener las células unidas. El calcio es muy importante para el desarrollo de las raíces, en las cuales ejerce una triple función: multiplicación celular, crecimiento celular y neutralización de los hidrogeniones. Otras funciones atribuidas al calcio son: regular la absorción de nitrógeno, y activar algunas enzimas como la amilasa y la fosfolipasa. También regula la absorción o contrarresta los efectos perjudiciales debidos al exceso o acumulación de otros elementos como potasio, sodio o magnesio.

(Agrios, 2005), arguye que las deficiencias de calcio se hayan principalmente en suelos ácidos y salinos con elevada proporción de sodio. En los suelos ácidos, las deficiencias pueden ser complejas, por producirse además de forma conjunta con la de magnesio, y por presentarse posibles toxicidades de manganeso o hierro al encontrarse en exceso a causa de su solubilidad en un medio de pH bajo.

Sin embargo, para (Navarro & Navarro, 2000) la deficiencia de calcio se manifiesta en general desde la germinación. Provoca clorosis y detiene el desarrollo radicular, originándose raíces cortas, gruesas y con una coloración parda. Los síntomas aparecen frecuentemente en las hojas jóvenes las cuales se curvan o arrugan, a veces se produce necrosis en los bordes, puede causar muerte en los ápices y es más severa en los frutos, causando pudriciones apicales.

En pepino, las deficiencias de calcio se presentan en las hojas jóvenes y en los puntos de crecimiento de la planta, los cuales tienen bajas tasas de transpiración. Las hojas recién formadas se entorchan y los ápices pueden doblarse hacia adentro. Cuando la deficiencia es muy fuerte puede haber aborto de flores y el meristemo apical (cogollo) puede morir. Los frutos de plantas con deficiencias de calcio son más pequeños y de mal sabor. (Bojacá & Monsalve, 2012)

5.8.2.2 Magnesio (Mg):

Este elemento es un constituyente fundamental de la molécula de clorofila, por lo tanto está presente en las partes verdes de la planta. A diferencia del calcio, el magnesio es muy móvil en el floema, y puede trasladarse fácilmente de las hojas viejas a las jóvenes en caso de deficiencia. Por ello cuando esta se presenta, aparece en primer lugar en las hojas adultas. El magnesio participa en la composición de los pigmentos verdes, en la captación de la energía solar y la síntesis de los constituyentes orgánicos indispensables para la vida vegetal. Al igual que en muchos cultivos, la deficiencia de magnesio se manifiesta con

amarillamiento inter-venoso de las hojas viejas, las cuales conservan el borde aún verde. (American Phytopathological Society , 2004)

Cuando la deficiencia es severa como lo demuestra (Agrios, 2005) puede generar necrosis (muerte celular y la hoja se torna negra). Generalmente la deficiencia de este elemento se manifiesta de forma débil, provocada por el excesivo aporte de fertilizantes potásicos, la falta de un suministro adecuado de nitrógeno o la acumulación de fósforo. Como se mencionó anteriormente, el principal síntoma aparece en las hojas viejas, en donde se aprecia una clorosis intervenal. A veces se presenta necrosis en los márgenes y posterior abscisión (desprendimiento y caída) prematura de hojas.

Estos síntomas no se hacen realmente visibles hasta que la deficiencia ya es crítica. La generación de alteraciones por exceso de magnesio es poco documentada. Esta situación solo se puede llegar a producir cuando se aplica abundante magnesio en suelos pobres en calcio. Ensayos relacionados han evidenciado como síntomas concretos, necrosis, deformaciones en las hojas jóvenes y síntomas claros de daños a las raíces (Navarro & Navarro, 2000).

5.8.2.3 Azufre (S):

Datos revelados por (Kass, 1998) indican que el azufre es absorbido por la planta casi exclusivamente en forma de sulfato (SO_4^{2-}) a través de su sistema radicular. En pequeñas cantidades también puede ser absorbido del suelo como SO_3^{2-} y de la atmósfera como dióxido de azufre por las hojas, a través de las estomas. Una vez dentro de la planta, el azufre puede ser oxidado y permanecer en la planta como reserva. Bajo esta forma se encuentra distribuido en todos los órganos de la planta.

El azufre es poco móvil por lo que está disponible en los órganos de crecimiento más tardíamente, esto explica por qué una deficiencia de azufre se manifiesta inicialmente en las hojas jóvenes.

La deficiencia de azufre en la planta presenta una notable similitud con la de nitrógeno. Son síntomas característicos el retraso en el crecimiento, la clorosis uniforme de las hojas y la tendencia a formar gradualmente una coloración bronceada con necrosis en las puntas de las hojas. A diferencia de la deficiencia de nitrógeno, las plantas deficientes en azufre presentan clorosis inicialmente en las hojas más jóvenes. El azufre solo se considera tóxico cuando supera las 1.000 ppm de SO_4^{2-} . Por esta razón los aportes de azufre al suelo no perjudican a la planta, aun utilizando grandes dosis. Además el azufre elemental y otras formas de este elemento deben sufrir su previa transformación biológica antes de poder ser utilizadas por la planta. Las alteraciones por lo tanto, están ligadas a excesos de sulfato y a condiciones de salinidad en general. Los excesos se manifiestan principalmente por clorosis y amarillamientos, seguidos de necrosis y quemaduras en las hojas así como enanismo de la planta (Navarro & Navarro, 2000).

5.8.3 Elementos Menores

5.8.3.1 Hierro (Fe):

El hierro es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre. Casi siempre tiene valores altos en suelos mal drenados, o influenciados por cenizas volcánicas. La disponibilidad del hierro es influenciada principalmente por el pH del suelo y el equilibrio de reducción – oxidación entre las formas férricas y ferrosas. La disponibilidad de ambas formas iónicas decrece con un incremento en el pH. Las deficiencias son más fácilmente detectadas en suelos calcáreos y en suelos tropicales con altos contenidos de carbonatos libres. (Kass, 1998)

El hierro interviene en muchos procesos vitales para la planta, formando parte de diversos sistemas enzimáticos, bien como un componente metálico específico de las enzimas o como uno de los varios metales igualmente necesarios para la actividad de las enzimas correspondientes. Todos los vegetales deficientes en hierro muestran una sintomatología común, siendo muy fácil de reconocer entre las deficiencias características de elementos menores. Inicialmente se observa un ligero amarillamiento de las zonas intervenales de las hojas, en contraste con el color verde oscuro de sus nerviaciones. Cuando la deficiencia progresa, las hojas se van tornando cada vez más amarillas, y en casos extremos se llega a la ausencia total de clorofila. Hay que aclarar que los primeros síntomas aparecen en las hojas jóvenes, ya que el elemento es poco móvil en la planta. La rapidez de conversión de hierro soluble en compuestos insolubles no disponibles para la planta lleva consigo el que los problemas de toxicidad no se presenten, salvo muy raras excepciones. Suelos con contenidos incluso superiores al 5% de hierro total, no provocan efectos tóxicos en los cultivos que en ellos se desarrollan (Navarro & Navarro, 2000)

5.8.3.2 Manganeso (Mn):

El contenido de manganeso en las plantas varía mucho según el grado de disponibilidad del mismo en el suelo. El manganeso interviene en el desarrollo de la clorofila y en los sistemas enzimáticos vegetales. Su diversidad de valencias le otorga capacidad para funcionar, ya sea como coenzima metálico, ya sea como parte integrante de una molécula orgánica.

El manganeso, como el hierro, es un elemento de escasa movilidad en la planta. Los síntomas de su deficiencia aparecen, primero en las hojas jóvenes y varían según la especie; en las plantas de hoja ancha, suelen presentarse clorosis entre las nerviaciones (similares a las ocasionadas por la clorosis férrica).

La semejanza entre el manganeso y el hierro da lugar a una forma de competencia entre ambos. Los síntomas de toxicidad férrica corresponden a los de deficiencia de manganeso y viceversa. (Thompson & Troeh, 2002)

5.8.3.3 Boro (B):

El boro es un elemento que presenta escasa movilidad en la planta, de igual forma las plantas jóvenes absorben el boro más intensamente que las adultas, y la movilidad del elemento de los tejidos viejos a los jóvenes es pequeña.

El boro actúa en el metabolismo y transporte de carbohidratos, formación de las paredes celulares (lignificación), metabolismo de ácidos nucleicos y en la síntesis proteica. Los síntomas de deficiencia de boro dependen del cultivo, ya que todas las plantas no tienen las mismas necesidades del elemento (Bojacá & Monsalve, 2012).

Las características más generales de la deficiencia de boro son la disminución del crecimiento, así como del área foliar y de la concentración de clorofila. También se puede presentar una menor resistencia a las infecciones y a la actividad de enzimas oxidantes. Los síntomas visuales de la deficiencia de boro se centran fundamentalmente en las hojas y en los frutos de la planta. En las hojas se presenta un amarillamiento característico en las puntas, esta clorosis tiende a extenderse a los bordes y entre los nervios, con una coloración amarillo naranja, posteriormente los bordes se necrosan, aparecen exudaciones resinosas y, finalmente, en los casos agudos hay una defoliación intensa, que incluso puede llegar a la muerte de la planta.

Se puede presentar caída temprana de frutos, las tasas de aborto son elevadas, en los frutos maduros se presenta un moteado amarillo, rayas longitudinales que se convierten en marcas de corcho bien pronunciadas. Las plantas de pepino son altamente sensibles a excesos de boro, incluso se usa como herbicida. Se presenta como un amarillamiento intenso en las hojas viejas, seguido de la aparición de manchas marrones necróticas que finalmente se unen para formar grandes áreas de tejido muerto. Al mismo tiempo, las hojas jóvenes se vuelven cloróticas y se distorsionan desde su nacimiento. Muy pocas flores se pueden desarrollar. (Bojacá, Monsalve. (2012).

5.8.3.4 Zinc (Zn):

El zinc es absorbido por la planta como quelato por vía radicular o foliar. En ella, su movilidad no es grande, hallándose preferentemente en los tejidos de la raíz cuando se encuentra un suministro adecuado en el suelo. Los frutos presentan siempre las mínimas cantidades. El zinc actúa en la formación de diversos sistemas enzimáticos que intervienen en procesos vitales para la planta, tales como: biosíntesis auxínica, metabolismo nitrogenado, glucólisis y transformación de las hexosas fosforiladas, entre otras. (Bojacá & Monsalve, 2012).

Su carencia provoca anomalías en el desarrollo de las plantas: las hojas se alargan y los entrenudos se acortan. Las plantas, absorben el zinc de la solución del suelo bajo la forma Zn^{2+} , y también en forma de quelatos que se forman al combinarse con ciertos compuestos orgánicos. La solubilidad es buena en pH

ácido y prácticamente nula con pH neutro o básico. La asimilación del zinc está condicionada al contenido en el suelo de otros iones antagónicos (exceso de fósforo y un pH alto).

Las carencias por falta de zinc se corrigen fácilmente con pulverizaciones foliares de sulfato de zinc en concentraciones desde 0,1 al 1%. En soluciones con más del 0,3% de concentración conviene neutralizarlas con carbonato sódico al 0,1. Otros productos inorgánicos empleados son: óxido de zinc y carbonato de zinc. Los quelatos de zinc (EDTA-Zn) se aplican al suelo, ya que son más móviles que las sales minerales, pero el tratamiento resulta más caro. (Oliveira, Afif, Mayor, 2006)

5.8.3.5 Cobre (Cu):

El cobre es absorbido por la planta como Cu^{2+} o como complejo orgánico por vía radicular o foliar.

Las extracciones de cobre por parte de la planta son muy pequeñas, por lo que no suelen presentarse carencias. Las carencias se corrigen con sulfato de cobre que se aplica al suelo a razón de 10-30 Kg/Ha, actuando con precaución, ya que se pueden alcanzar con facilidad niveles tóxicos. En pulverizaciones foliares se utilizan soluciones de sulfato de cobre al 55 aplicadas sobre madera de árboles frutales antes del comienzo de la vegetación. En árboles en vegetación y sobre cultivos herbáceos se reduce la concentración al 0,5%, neutralizando el caldo con una cantidad igual de agua de cal. Las pulverizaciones con oxiclóruo de cobre al 0,1% de concentración son también eficaces. Los quelatos más utilizados son: EDTA-Cu, muy efectivo en suelos calizos, y EDTA-H-Cu. (Arjona, 1992)

5.9 Niveles óptimos en el suelo para el cultivo de pepino

En la fertilización debe haber un balance nutricional con todos los elementos necesarios para el buen desarrollo del pepino. Aún más importante que la fertilización es manejar correctamente el agua de riego, el cual es un factor crítico para obtener una óptima nutrición ya que toda la nutrición que logra el cultivo es a través del agua en el suelo. Es preciso enfatizar que el riego es el nutriente más importante que tiene la planta. Si se riega mucho se lixivia y se diluye mucho los nutrientes. Si se riega poco la planta no tiene disponibilidad de los mismos.

El balance de los nutrientes es tan importante como las relaciones que deben existir entre N: K, el K: Ca y el Ca: Mg, con el propósito de evitar tener antagonismo y poder controlar el desarrollo de las plantas y su resistencia a los factores ambientales o enfermedades. Una nutrición bien balanceada permite tener el desarrollo adecuado de la planta para mejorar el fruto.

El Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) Variedad Cumlaude RZ1, Niveles óptimos en el suelo para el cultivo de pepino son:

MAYORES			MENORES		
ELEMENTO	UNIDAD	NIVEL OPTIMO	ELEMENTO	UNIDAD	NIVEL OPTIMO
Ph	Unidades	6,5 – 6,8	S	ppm	69
CE	dS/m	<1,57	Fe	ppm	25
N mineral	ppm	78	Mn	ppm	19
P2O5	ppm	345	Cu	ppm	2
K20	% saturación	17	Zn	ppm	6
Ca	% saturación	63	B	ppm	0.56
Mg	% saturación	15	Al	Meq/100g	<1
Na	% saturación	<2			

Cuadro 3. Niveles óptimos en el suelo para el cultivo de pepino

Fuente: Manual de producción de pepino bajo invernadero

5.10 Acolchamiento (mulch):

Para la empresa privada (T. P. Agro) El acolchamiento es una técnica empleada para proteger los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, los cuales, entre otros efectos, reducen la calidad de los frutos, resecan el suelo, enfrían la tierra y arrastran los fertilizantes, incrementando los costos.

Para enfrentar estos problemas, la agricultura dispone del plástico, denominado polietileno para acolchado o mulch, con el cual se cubren las camas como capa protectora. Esta capa actúa como barrera de separación entre el suelo y el ambiente para amortiguar los efectos negativos. Las camas cubiertas de polietileno ofrecen, además, otras ventajas: la opacidad a la luz solar que impide el desarrollo de la vegetación espontánea que compite por los fertilizantes; la absorción de calor durante el día y su posterior restitución durante la noche que se convierte en un excelente medio de defensa contra las bajas temperaturas nocturnas, contribuyendo notablemente en la aceleración del proceso fotosintético que redundará en precocidad e incremento de los rendimientos.

El uso de polietileno como cobertura de las camas ha dado excelentes resultados y se incrementa de manera sustantiva en el mundo.

Los más utilizados han sido los plásticos negros, pero se han descubierto grandes beneficios adicionales con el desarrollo de los polietilenos plata, plata/negro y blanco/negro, que además de bloquear el paso de luz producen también reflexión, con lo cual aportan luz al reverso de las hojas, estimulando la fotosíntesis y por lo tanto la precocidad y el tamaño de los frutos, además de que inciden en la reducción de áfidos y por lo tanto de ciertos virus de los cuales los insectos son vectores.

Los polietilenos con propiedades fotoselectivos son la más reciente generación de plásticos para cobertura de suelos. Estos plásticos absorben la parte del espectro

lumínico que estimula el proceso fotosintético y dejan pasar el resto de la radiación.

5.11 Sistema de riego

La planta de pepino tiene un sistema radicular poco profundo. El manejo del riego es por consiguiente importante, y es conveniente mantener una alta frecuencia de riego desde el comienzo del cultivo hasta que los frutos hayan alcanzado el tamaño adecuado. La planta responde muy bien al riego por goteo. (Nuñez Viñals & Ruiz Martínez, 1996)

Un buen manejo del riego hace que la planta desarrolle un buen sistema radicular con una buena distribución de raíces. Una buena distribución de raíces hace que la planta sea más eficiente al momento de alimentarse. Esto ayuda a que la planta se alimente correctamente ya que el agua y el aire constituyen el 96% de los nutrientes que una planta necesita para vivir y casi todo esto entra por las raíces. (USAID, 2007)

5.11.1 Coeficiente De Cultivo (K_c):

Durante el período del crecimiento del cultivo de pepino, la variación de coeficiente del cultivo K_c , expresa los cambios en la vegetación y en el grado de cobertura del suelo.

Esta variación del coeficiente K_c a lo largo del crecimiento de la planta está representada por la curva del coeficiente de cultivo. Para describir y construir la curva del coeficiente de cultivo se necesitan solamente tres valores de K_c : los correspondientes a la etapa inicial (K_c inicial), la etapa de mediados de temporada (K_c medio) y la etapa final (K_c final). (Sacón, 2009)

Coeficiente K_c para calcular las necesidades de riego de una plantación de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) variedad Cumlaude RZ 1:

INICIAL	DESARROLLO	MEDIA	MADURACION
0.45	0.70	0.90	0.75

Cuadro 4. Coeficiente del Pepino

Fuente: Curso de riego para regantes, (Yagüe, 1998)

5.11.2 Evapotranspiración De Referencia (E_{To}):

La tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia, y se denomina E_{To} . La superficie de referencia corresponde a un cultivo hipotético de pasto con características específicas. El concepto de evapotranspiración de referencia se introdujo para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del cultivo, y de las prácticas de manejo (FAO, 1998).

5.11.3 Evapotranspiración Potencial (ETp):

La evapotranspiración potencial (ETp) es la evapotranspiración de un cultivo en función de su grado de desarrollo vegetativo y bajo condiciones de disponibilidad suficiente de agua. En términos simples, significa las necesidades hídricas potenciales de un cultivo y por tanto, depende además de los factores ambientales y de las características genéticas del cultivo (follaje, raíces, estructura estomática, etc.) (Aveñado, 2007).

5.12 Particularidades del cultivo

5.12.1 Marcos de plantación

Siguiendo con (Bojacá & Monsalve, 2012) para cultivos tempranos con intención de ser reemplazados pronto en aras de realizar un cultivo de primavera, los marcos suelen ser más pequeños (1,5 m x 0,4 m ó 1,2 m x 0,5 m). La densidad de plantación se encuentra alrededor de 200 plántulas divididas en 3 ciclos cada 60 días para obtener una producción constante. Sí el cultivo presenta rendimiento más tardío o se pretende alargar la producción cubriendo los meses de invierno, se tendrá que ampliar los marcos para reducir la densidad de plantación, con el fin de evitar la competencia por la luz y proporcionar aireación.

5.12.2 Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida, mejorando la aireación general de la misma y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, entre otras). Todo ello habrá de repercutir en la producción final, calidad del fruto y control patológico.

Acudiendo a (Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, 2006) la sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno sujeto de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta. Conforme la planta va creciendo, se va sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de ese momento se dirige la planta hasta otro alambre situado aproximadamente a 0,5 m, dejando colgar la guía y uno o varios brotes secundarios.

5.12.3 Poda

Las plantas de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) variedad Cumlaude RZ, presentan dos tipos de crecimiento continuo durante el periodo de desarrollo, un crecimiento reproductivo en el cual hay nuevas flores frutos y semillas y un crecimiento vegetativo donde crecen hojas, tallos. Las cuales conforman órganos vertederos.

Los frutos crecen gracias a la función fotosintética que desarrollan las hojas que envían los elementos fotoasimilados al fruto de tal manera que las hojas son los órganos fuente enviando carbohidratos que son la fuente de energía para el

crecimiento dentro de la planta que son sintetizados en el proceso de fotosíntesis del cual requiere de energía lumínica, agua y dióxido de carbono (CO₂) (Kriedemann, 1971)

Al realizar las podas de formación buscamos dar un equilibrio entre el crecimiento reproductivo y vegetativo de la planta es decir evitar un crecimiento excesivo de chupones y hojas que le quitan nutrientes a los frutos de la misma forma evitamos dejar producir excesivos flores que nos daría como resultado frutos débiles de bajo tamaño y por ende su calidad, permitiendo la adecuada ventilación y la intersección de luz solar por parte de las hojas que nos mejora el rendimiento del cultivo, como es sabido a más horas luz mas proceso fotosintético se lograra a nivel de todas las plantas.

5.13 Plagas y enfermedades del pepino

La información sobre vectores entomológicos fue obtenida de (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009)

5.13.1 Cochinillas: (*Armadillium Vulgare* y *A. Opacum*).

Las cochinillas atacan fundamentalmente los tallos. Tienen forma redonda u ovalada y cubierta por una especie de concha de color marrón o rojizo. Se reproducen muy fácilmente, lo cual hace que su ataque se presente en cualquier momento y el principal daño ocasionado se produce en tallos tiernos y jugosos recién plantados, donde se dedican a roer la corteza en donde producen canales; la planta se debilita y puede perecer. Cuando el daño es muy importante, pueden arrancarse de forma manual (con las uñas) o empleando algodón con humedecido con alcohol.

En cuanto al control preventivo, se puede utilizar trampas humedeciendo paños, cartón o madera, y localizando cerca de la planta; eliminar hojas o residuos vegetales.

El manejo biológico, puede realizarse empleando insecticidas con ajo y guindilla.

5.13.2 Araña roja:

(*Tetranychus Urticae*, *T. Turkestani* y *T. Luden*). La primera especie citada es la más común en los cultivos hortícolas protegidos, pero la biología, ecología y daños causados son similares, por lo que se abordan las tres especies de forma articulada. Se desarrollan en la parte frontal de las hojas provocando decoloraciones, manchas e imperfecciones en la forma de las hojas y pueden ser observadas en el haz como patologías de alerta. Con el aumento de la población se puede producir desecación o defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. La presencia de altas temperaturas y escasa humedad relativa estimulan la aparición de la plaga.

El control preventivo requiere de desinfección de estructuras y del suelo antes de plantación de parcelas con historial de araña roja. Eliminación de material vegetal. Controlar los excesos de nitrógeno. Vigilar el desarrollo de los cultivos en sus inicios.

Los controles biológicos abarcan especies depredadoras de huevos, larvas y adultos entre los cuales se encuentran *Amblyseius Californicus*, *Phytoseiulus Persimilis*, *Feltiella Acarisuga*.

Control químico:

Ingrediente activo: fenbutaestan, 0.05-0.10%, S.C. Quinometionato 2%, 20-30 kg/Ha polvo, tebuferpirat 20%, aplicación de 1 litro/Ha.

5.13.3 Araña blanca (*Polyphagotarsonemus latus*):

Este vector entomológico ataca principalmente los cultivos de pimiento, aunque también se ha detectado en tomate y berenjena. La aparición de síntomas se aprecia con rizado de nervios en hojas apicales y curvaturas de las hojas más desarrolladas. Los ataques más avanzados producen enanismo y una intensidad mayor del color verde en las plantas. La distribución dentro del invernadero se da de manera focalizada, sin embargo puede dispersarse en condiciones secas con altas temperaturas.

5.13.4 Mosca Blanca (*Trialeurodes Vaporium* y *Bemisia Tabaci*):

Las áreas en desarrollo de la planta son invadidas por los adultos desovando en las zonas posteriores de las hojas. De allí emergen las primeras larvas, que son móviles. Tras fijarse en la planta atraviesan tres estados larvarios y uno en forma de pupa, el cual varía de acuerdo con la especie. Los daños directos son realizados por larvas y adultos en el proceso de alimentación, absorbiendo la savia de las hojas suelen apreciarse con manchas amarillas y debilitamiento de las plantas. Los daños indirectos se deben a la expansión neegrilla sobre la melaza obtenida durante la alimentación, manchando y reduciendo los frutos, dificultando el adecuado desarrollo de las plantas. Ambos tipos de lesión se consideran importantes en el momento en que los niveles de población son altos o se detecte transmisión de virus.

(*Trialeurodes Vaporium*) es transmisora de amarillamiento en cucurbitáceas.

(*Bemisia Tabaci*) es un potente transmisor de virus en la horticultura, actualmente se perfila como transmisor del virus de rizado amarillo de tomate, comúnmente conocido como “virus de la cuchara”

Dentro del tratamiento de prevención que puede realizarse se mencionan la colocación de mallas, limpieza de material vegetal residual y/o arvense, evitar la asociación de cultivos en un mismo invernadero, no abandonar los brotes

finalizando el ciclo ya que los brotes en desarrollo son bastante atractivos por los adultos, ubicación de trampas cromáticas amarillas.

La regulación biológica suele ser más efectiva empleando poblaciones de *Encarsia Formosa*, *E. Transvena*, *E. lutea*, *E. Tricolor*, *Cyrtopeltis Tenuis*. *Eretmocerus Californicus*.

5.13.5 *Trialeurodes vaporariorun*:

Es transmisora del virus del amarilleamiento en cucurbitáceas. *Bemisia tabaci* es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del virus del rizado amarillo de tomate (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara”

Control preventivo y técnicas culturales: Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos, limpieza de malas hierbas y restos de cultivos, no asociar cultivos en el mismo invernadero, no abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca, colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico: Mediante enemigos naturales, los principales parásitos de larvas de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) son: Fauna auxiliar autóctona: *Encarsia formosa*, *E. Transvena*, *E. lutea*, *E. tricolor*, *Cyrtopeltis Tenuis*. Fauna auxiliar empleada: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus Californicus*. Para *Bemisia tabaci*. Fauna auxiliar autóctona: *Eretmocerus mundus*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Cyrtopeltis Tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Eretmocerus Californicus*, *Eretmocerus sineatis*.

Control químico: Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, azufre micronizado + dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, endosulfan + azufre, permanganato potásico + azufre micronizado, propargita, tetradifon.

5.13.6 *Pulgón (Aphis gossypii y Myzus persicae)*:

Son las especies homópteras de la familia Aphididae. Son los pulgones más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara. Las formas áptera del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas. Control preventivo y técnicas culturales: Colocación de mallas en las bandas del invernadero, eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior, colocación de trampas cromáticas amarillas .

5.14 Vectores patológicos

5.14.1 Oidiopsis (*Leveillula taurica*).

Es un parásito de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende. (Agrios, 2005).

Control preventivo y técnicas culturales: Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, utilización de plántulas sanas.

Control químico: Materias activas: azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojado, azufre molido, azufre sublimado, bupirimato, ciproconazol, ciproconazol + azufre, dinocap, dinocap + azufre coloidal, fenarimol, hexaconazol, miclobutanil, miclobutanil + azufre, nuarimol, penconazol, pirifenox, quinometionato, triadimefon, triadimenol, triforina.

5.14.2 Ceniza u oidio de las cucurbitáceas (*Sphaerotheca fuliginea*).

(American Phytopathological Society, 2004) Establecen que son de orden Ascomycete de la Familia Erysiphales. Los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y pecíolos e incluso frutos en ataques muy fuertes. Las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan. Las malas hierbas y otros cultivos de cucurbitáceas, así como restos de cultivos serían las fuentes de inóculo y el viento es el encargado de transportar las esporas y dispersar la enfermedad. Las temperaturas se sitúan en un margen de 10-35 °C, con el óptimo alrededor de 26 °C. La humedad relativa óptima es del 70%

Control preventivo y técnicas culturales: Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, utilización de plántulas sanas, Realizar tratamientos a las estructuras.

5.14.3 Podredumbre gris (*Botryotinia fuckeliana*, anamorfo: *Botrytis Cinerea*):

Ascomycete, de la familia Helotiales. Parásito que ataca a un amplio número de especies vegetales, afectando a todos los cultivos hortícolas protegidos, pudiéndose comportar como parásito y saprofito. En plántulas produce damping-off. En hojas y flores se producen lesiones pardas. En frutos tiene lugar una podredumbre blanda (más o menos acuosa, según el tejido), en los que se observa el micelio gris del hongo. Las principales fuentes de inóculo las constituyen las conidias y los restos vegetales que son dispersados por el

viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en plástico y agua de riego. La temperatura, la humedad relativa y fenología influyen en la enfermedad de forma separada o conjunta. (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2009)

La humedad relativa óptima oscila alrededor del 95% y la temperatura entre 17°C y 23°C. Los pétalos infectados y desprendidos actúan dispersando el hongo.

Control preventivo y técnicas culturales: Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas, tener especial cuidado en la poda, realizando cortes limpios a ras del tallo. A ser posible cuando la humedad relativa no sea muy elevada y aplicar posteriormente una pasta fungicida.

Controlar los niveles de nitrógeno, utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta, emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación, manejo adecuado de la ventilación y el riego.

5.14.4 Podredumbre blanca (*Sclerotinia sclerotiorum*):

Ascomycete, de la familia Helotiales. Hongo polífago que ataca a la mayoría de las especies hortícolas. En plántulas produce damping-off.

En planta produce una podredumbre blanda (no desprende mal olor) acuosa al principio que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco, observándose la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que germinan en condiciones de humedad relativa alta y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. El apotecio cuando está maduro descarga numerosas esporas, que afectan sobre todo a los pétalos. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas producen la infección secundaria. (Cifuentes, 2006)

Control preventivo y técnicas culturales: Eliminación de malas hierbas, restos de cultivo y plantas infectadas, utilizar cubiertas plásticas en el invernadero que absorban la luz ultravioleta, emplear marcos de plantación adecuados que permitan la aireación, Manejo adecuado de la ventilación y el riego, solarización.

Control químico: Materias activas: captan + tiabendazol, clozolinato, procimidona, tebuconazol, tiabendazol + tiram, tiram + tolclofos-metil, tolclofos-metil, vinclozolina.

Chancro gomoso del tallo (*Didymella bryoniae*). Ascomycete, de la familia Dothideales. En plántulas afecta principalmente a los cotiledones en los

que produce unas manchas parduscas redondeadas, en las que se observan puntitos negros y marrones distribuidos en forma de anillos concéntricos. El cotiledón termina por secarse, produciendo lesiones en la zona de la inserción de éste con el tallo. Los síntomas más frecuentes en melón, sandía y pepino son del "chancro gomoso del tallo" que se caracterizan por una lesión beige en tallo, recubierta de picnidios y/o peritecas, y con frecuencia se producen exudaciones gomosas cercanas a la lesión.

En la parte aérea provoca la marchitez y muerte de la planta. Con frecuencia el interior de esta mancha se rompe, quedando perforada.

En cultivos de pepino y calabacín se producen ataques al fruto, que se caracterizan por estrangulamiento de la zona de la cicatriz estilar, que se recubre de picnidios. Puede transmitirse por semillas. Los restos de cosecha son una fuente primaria de infección y las esporas pueden sobrevivir en el suelo o en los tallos y en la estructura de los invernaderos, siendo frecuentes los puntos de infección en las heridas de podas e injertos. La temperatura de desarrollo de la enfermedad es de 23-25°C, favorecido con humedades relativas elevadas, así como exceso de abono nitrogenado. Las altas intensidades lumínicas la disminuyen.

Control preventivo y técnicas culturales: Utilizar semilla sana, eliminar restos de cultivo tanto alrededor como en el interior de los invernaderos, desinfección de las estructuras del invernadero, control de la ventilación para disminuir la humedad relativa, evitar exceso de humedad en suelo. retirar goteros del pie de la planta, deben sacarse del invernadero los frutos infectados y los restos de poda, realizar la poda correctamente.

Control químico: Materias activas: benomilo, metil-tiofanato, procimidona.

5.14.5 Virus de las venas amarillas del pepino (CVYV):

El CVYV es un virus ARN con partículas flexuosas de 740-780 nm de longitud, perteneciente a la familia Potyviridae. Está extendido por el Mediterráneo oriental: Israel, Valle del Jordán y Turquía. Este virus afecta a especies de la familia Cucurbitaceae: pepino, calabacín, sandía y melón. Existen dos cepas: CVYV-Jor, inducen síntomas similares en pepino y melón (amarilleo de las venas), aunque el CVYV-Jor causa más enanismo en pepino. Los síntomas de este virus en pepino son el amarilleo de las venas, aunque dependiendo del momento de infección, puede presentarse en toda la planta, así como un menor desarrollo de la misma. (American Phytopathological Society , 2004)

En frutos de pepino se produce un mosaico, verde-claro, verde-oscuro. Si este virus se asocia al virus del enanismo amarillo del pepino (cucurbit yellow stunting disorder closterovirus) (CYSDV), produce un sinergismo que potencia los síntomas de ambos virus. La transmisión del virus se realiza por el

insecto vector *Bemisia tabaci* de forma semipersistente. El insecto retiene el virus durante 6 horas y tiene un periodo de latencia de 75 minutos. El virus necesita de 15 a 20 insectos por planta como mínimo para su transmisión. El ciclo de vida de la mosca blanca en cultivo de pepino, a temperatura constante, puede completarse en 17.8 días a 32°C y 38.2 días a 20°C.

Control preventivo y técnicas culturales: Utilización de variedades resistentes, vigilancia y control del vector en estados tempranos del cultivo y semilleros, colocación de malla en las bandas y cubreras del invernadero con una densidad mínima de 10 x 20 hilos /cm², excepto en aquellos casos en los que no permitan una adecuada ventilación del invernadero, colocación de doble puerta o puerta y malla (mínimo 10 x 20 hilos/cm²) en las entradas del invernadero. La estructura del invernadero debe mantener una hermeticidad completa que impida el paso del insecto vector. Colocación de trampas cromáticas amarillas para seguimiento y captura de mosca blanca. Eliminar los restos vegetales y malas hierbas en el invernadero y alrededores, dejando más de un metro de perímetro limpio de malas hierbas. Arrancar y eliminar las plantas afectadas por virus y las colindantes al inicio del cultivo y antes del cuaje. En amplias zonas de cultivo se debe dejar un periodo de descanso entre un cultivo de cucurbitáceas y el siguiente para romper el ciclo de la mosca blanca.

Control químico: Realizar tratamientos con insecticidas específicos contra mosca blanca antes de retirar los restos vegetales de la parcela.

Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

CAPITULO VI

6. HIPÓTESIS

6.1 Hipótesis de la investigación h_i :

Realizada la evaluación bajo condiciones de invernadero en la vereda cascadas, finca el porvenir del municipio de Susa (Cundinamarca), se determinó la viabilidad de producción del pepino europeo (*Cucumis sativus* L.), híbrido Cumlaude Rz - F1.

6.2 Hipótesis nula $h_0: \theta = \theta_0$

Realizada la evaluación bajo condiciones de invernadero en la vereda cascadas, finca el porvenir del municipio de Susa (Cundinamarca), se determinó que no es viable la producción del pepino europeo (*Cucumis sativus* L.), híbrido Cumlaude Rz - F1.

6.3 Hipótesis alterna $h_1: \theta = \theta_1$

Realizada la evaluación bajo condiciones de invernadero en la vereda cascadas, finca el porvenir del municipio de Susa (Cundinamarca), se determinó que si es posible la viabilidad de la producción del pepino europeo (*Cucumis sativus* L.), híbrido Cumlaude Rz - F1.

CAPITULO VII

7. METODOLOGIA

7.1 Germinación:

La germinación del Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.), híbrido Cumlaude RZ-F1, con semillas importadas por la empresa semillas Sáenz mostrando una pureza de 99%, germinación de 85% y un número de semillas de 100 por sobre. El proceso de germinación de las semillas fue realizado por las plántulas de Colombia a solicitud de los autores de este trabajo, dicha empresa se encuentra ubicada a 2km vía Tinjacá-Tunja (Boyacá), estando a una altura 2114 msnm, con una temperatura promedio de 20 °C y 70 °F.

La primera parte de la germinación se realiza en la zona denominada área de siembra donde se establece por bandejas para germinación, con una capacidad de 128 celdas; alveolos más grandes, de mayor capacidad (25-40 ml/alveolo) por que estas plántulas poseen raíces que exploran una mayor cantidad de sustrato del cual es utilizado de cultivo a base turba rubia K-TS1 Sphagnum exportado de Canadá presentando:

TURBA RUBIA K-TS1 SPHAGNUM							
pH	nivel de fertilización gr/l	turba negra	turba rubia	materia orgánica	Densidad aparente seca	Conductividad eléctrica (C.E)	Estructura
5-5, 6-5	1,0	0%	100%	14-16 kg	90%	35 ms/m	Fina/media

Cuadro 5. Propiedades de Turba Rubia K-Ts1 Sphagnum
Fuente: Finca plántulas de Colombia

NUTRIENTES		
Turba	90%	H ₂ - H ₁ Cal, NPK-Abono
Nitrógeno (N)	140mg/l	(CaCl ₂)
Fosfato (P₂O₄)	160mg/l	(CAL)
Potasio (K₂O)	180 mg/l	(CAL)
Magnesio Mg	100mg/l	(CaCl ₂)
Azufre (S)	120 mg/	(CaCl ₂)

Cuadro 6. Nutrientes de Turba Rubia K-Ts1 Sphagnum
Fuente: Finca plántulas de Colombia

Después de realizar la siembra en las bandejas de germinación, se llevan al cuarto oscuro donde permanecen 5 días con una temperatura promedio de 5 °C donde emerge la plántula, pasando este trascurso de tiempo se llevan inmediatamente al invernadero el cual es tipo túnel que duran 25 días, con temperaturas de 12° C en la mañana, 35 °C al medio día y 28 °C en la tarde, el riego se presenta una a dos veces dependiendo de la temperatura y crecimiento, la fertilización se aplica con base a las necesidades que se presentan.

Las plántulas al transcurrir los 25 días bajo invernadero y listas para ser trasplantadas obtienen entre tres hojas verdaderas y un tamaño de 10 cm.

7.2 Presiembra:

7.2.1 Preparación del suelo:

En la finca el Porvenir, municipio de Susa (Cundinamarca); de acuerdo al análisis de suelo tenemos un pH de 5.5 que es ligeramente ácido para lo cual realizamos una corrección utilizando como fuente cal dolomita “Huila” aplicando 200 gr/m² en cada ciclo; ya que nuestro suelo es Franco arcilloso (Tabla N° 4) para llevarlo al nivel óptimo del pH.

pH	Franco	Franco Limoso	Franco Arcilloso
5,5 a 6,5	3,8	4,5	5,2
5 a 6,5	5,2	6,3	7,4
4,5 a 6,5	6,5	7,8	9,4

Cuadro 7. Volúmenes de cal según acidez y tipo de suelo
Fuente: (Agromatica, 2013)

Se inicia con la adecuación del terreno, más adelante con una desinfección con hipoclorito de calcio fórmula: Ca (ClO)₂, a una dosis de 1.25 gramos por litro de agua, adicionamos un bactericida “Agrodine” y un fungicida “Kasumin” y posteriormente se cincela con arado de chuzo método tracción animal obteniendo un corte a una profundidad de 25-30 cm, después de esto nuevamente se vuelve a desinfectar con los mismos productos a un 25% con fumigadora estacionaria. Luego se realiza la desbrozada limpiando algo de hojas y retirando raíces de arvenses que pueden afectar el cultivo.

Adicionalmente se le aplicó materia orgánica de muy buena calidad “Abob” para una cama de 20 mts en una cantidad de 2 bultos por cama.

7.2.3 Calculo de necesidades de fertilización:

Para realizar una recomendación de fertilización, ya sea de fondo (pre-siembra) o de mantenimiento, es necesario tener en cuenta tres aspectos fundamentales: el contenido nutricional de los materiales a utilizar (fertilizantes, abonos y/o

enmiendas), los requerimientos nutricionales de las plantas y el contenido nutricional del suelo.

ANALISIS DE SUELO				
Textura			F. Arcilloso	
Ph potenciómetro a 18°C			5,5	
Capacidad de cambio catiónico ccc (me/100gr)			31,8	
Materia Orgánica		VALOR	RANGO ADECUADO	
% Carbono ©		2,90		
% Nitrógeno (N)		0,14	0,09	0,17
Fosforo admisible kg./hectárea como P ₂ O ₅		95	15,00	25,00
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	RANGO ADECUADO	
Calcio (Ca)	(me/100gr)	1,82	6,00	10,00
Magnesio (Mg)	(me/100gr)	0,78	4,00	6,00
Potasio (K)	(me/100gr)	0,25	0,20	0,30
Sodio (Na)	(me/100gr)	0,3	0,10	1,00
Aluminio (Al)	(me/100gr)	0,05	0,10	1,00
Elementos Menores				
Boro (B)	ppm	0,51	0,60	1,00
Zinc (Zn)	ppm	0,43	1,50	3,50
Manganeso (Mn)	ppm	0,98	15,00	20,00
Hierro (Fe)	ppm	3,5	20,00	50,00
Cobre (Cu)	ppm	0,2	1,50	3,00

Cuadro 8. Análisis de Suelo

RELACION CATIONICAS		RANGO ADECUADO	
Ca/Mg	2,33	3,00	6,00
Ca/K	7,28	15,00	30,00
Mg/K	3,12	10,00	15,00
(Ca+Mg)/K	10,4	20,00	40,00
%Saturación. De Na	0,94	5,00	15,00
%Saturación. De K	0,79	3,00	4,00
%Saturación. De Ca	5,72	50,00	60,00
%Saturación. De Mg	2,45	15,00	20,00

Cuadro 9. Relaciones Cationicas – Rango Adecuado

Cuadro 8 y 9. Niveles de los elementos obtenidos del análisis de suelo
Fuente: Laboratorio químico Internacional Interlabco S.A.S

Con base a los datos que obtuvimos del análisis de suelo (Cuadro 8 y 9) y de los niveles óptimos en el suelo para el cultivo de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) Variedad Cumlaude RZ1 8 (Cuadro 2). Procedemos hacer el cálculo adecuado para las enmiendas necesarias a fin de colocar el suelo en los niveles adecuados para el cultivo de Pepino Europeo.

7.2.4 Materia orgánica y nitrógeno:

$$\text{Carbono orgánico (\%)} * 1.724 = \text{Materia Orgánica (M.O)\%}$$

$$2.90\% * 1.724 = 5 \text{ Materia Orgánica (M.O)\%}$$

$$\text{Materia Orgánica (M.O)\%} = \frac{N \text{ Total (\%)}}{2}$$

$$\text{Materia Orgánica (M.O)\%} = \frac{0.14 \text{ \%}}{2}$$

$$\text{Materia Orgánica (M.O)\%} = 0.07 * 100 = 7\%$$

Según los niveles óptimos de materia orgánica está entre los rangos de 5-10 que es una categoría media.

7.2.4.1 Nitrógeno (N):

Con base al análisis de suelo (Tabla 8) se realiza la respectiva formulación para el nitrógeno, tenemos que:

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{\text{materia orgánica}\%}{20}$$

$$\% \text{ de Nitrógeno} = \frac{2.9}{20} = 0.145$$

$$\%N \text{ total} * 10.000 = 0.145 * 10.000 = 1.45 \text{ N total (ppm)}$$

$$N \text{ total (ppm)} * 0,015 = 1.45 * 0.015 = 0.2175 \text{ N disponible (ppm)}$$

$$N \text{ disponible (ppm)} * 2 = 0.2175 * 2 = 0.435 \text{ N disponible (kg/ha)}$$

Según los niveles óptimos de nitrógeno está entre los rangos de 0.25-0.50 que es una categoría media.

Cálculo del nitrógeno requerido:

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{Rpc - Ds * 100 \text{ kg N/ha}}{E}$$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{78 - 0.435 * 100 \text{ kg N/ha}}{20\%}$$

Necesidad de fertilización = 1.72 Kg/Ha

Donde:

Rpc = requerimientos nutricionales ponderados del cultivo o tasa anual de extracción para su producción potencial esperada.

Ds = disponibilidad del nutrimento en el suelo/kg/ha

E = eficiencia de la fertilización en % = 100-% de fijación. Esta eficiencia fluctúa para el N entre 20 y 70%, con un promedio no superior a 50%.

7.2.4.2 Fosforo (P):

Cálculo del fósforo disponible en el suelo:

*Peso atómico (P₂O₅) > P = 31 * 2 = 62 Fosforo*
*> O = 16 * 5 = 80 Oxigeno*
> 62 + 80 = 142

*P (en ppm) * 4.58 = $\frac{Kg}{Ha}$ P2O5 Disponible en suelo*

1ppm → 4.58

X ← 217.58

ppm = $\frac{217.58}{4.58} = 47.5$

Cálculo del fósforo requerido:

Necesidad de fertilización = $\frac{Rpc - Ds \times 100}{E}$

Necesidad de fertilización = $\frac{345 - 47.5 \times 100}{7\%} = \frac{4250kg/Ha}{100} = 42.5\%$

Donde:

Rpc = requerimientos nutricionales ponderados del cultivo o tasa anual de extracción para su producción potencial esperada.

Ds = disponibilidad del nutrimento en el suelo/kg/ha

Se calcula igual al caso anterior, teniendo en cuenta que E= 100 - % de fijación. Se acepta una eficiencia de 7 – 10% en términos generales.

Según los niveles óptimos de fosforo los rangos de mayor a 40 que es una categoría alta. Esto quiere decir que la aplicación con abonos fosforados es baja.

7.2.4.3 Boro (B):

Boro disponible en el suelo 0.51 según análisis de suelo

1ppm → 4.58

X ← 0.51

$$ppm = \frac{0.51}{4.58} = 0.11$$

Cálculo del Boro requerido:

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{Rpc - Ds \times 100}{E}$$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{0.56 - 0.11 \times 100}{7\%} = 6.42 \text{ Kg/Ha}$$

Donde:

Rpc = requerimientos nutricionales ponderados del cultivo o tasa anual de extracción para su producción potencial esperada.

Ds = disponibilidad del nutrimento en el suelo/kg/ha

Se calcula igual al caso anterior, teniendo en cuenta que E= 100 - % de fijación. Se acepta una eficiencia de 7 – 10% en términos generales.

Según los niveles óptimos de Boro los rangos son de 0.20-0.40 que es una categoría deficiente. Esto quiere decir que la aplicación de boro debe ser alta.

7.2.4.4 Zinc (Zn):

Zinc disponible en el suelo 0.43 según análisis de suelo

Zn (en ppm) x 4,58 = kg/ha de Zn disponible en el suelo

Zn 0.43 x 4,58 = 1.96

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{Rpc - Ds \times 100}{E}$$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{6 - 1.96 \times 100}{7\%} = 57.71 \text{ Kg/Ha}$$

Donde:

Rpc = requerimientos nutricionales ponderados del cultivo o tasa anual de extracción para su producción potencial esperada.

Ds = disponibilidad del nutrimento en el suelo/kg/ha

Se calcula igual al caso anterior, teniendo en cuenta que E= 100 - % de fijación. Se acepta una eficiencia de 7 – 10% en términos generales.

Según los niveles óptimos de Zinc los rangos son de 1.5- 3.0 que es una categoría deficiente. Esto quiere decir que la aplicación de Zinc debe ser alta.

7.2.4.5 Manganeso (Mn):

Manganeso disponible en el suelo 0.95 según análisis de suelo

$Zn \text{ (en ppm)} \times 4,58 = \text{kg/ha de Mn disponible en el suelo}$

$Zn \ 0.95 \times 4,58 = 4.35$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{Rpc - Ds \times 100}{E}$$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{19 - 4.35 \times 100}{7\%} = 209.2 \text{Kg/Ha}$$

Donde:

Rpc = requerimientos nutricionales ponderados del cultivo o tasa anual de extracción para su producción potencial esperada.

Ds = disponibilidad del nutrimento en el suelo/kg/ha

Se calcula igual al caso anterior, teniendo en cuenta que E= 100 - % de fijación. Se acepta una eficiencia de 7 – 10% en términos generales.

Según los niveles óptimos de manganeso los rangos son de 5-10 que es una categoría baja. Esto quiere decir que la aplicación de manganeso debe ser alta.

7.2.4.6 Cobre (Cu):

Cobre disponible en el suelo 0.2 según análisis de suelo

$Cu \text{ (en ppm)} \times 4,58 = \text{kg/ha de Cu disponible en el suelo}$

$Cu \ 0.2 \times 4,58 = 0.91$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{Rpc - Ds \times 100}{E}$$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{2 - 0.91 \times 100}{7\%} = 15.7 \text{Kg/Ha}$$

Donde:

Rpc = requerimientos nutricionales ponderados del cultivo o tasa anual de extracción para su producción potencial esperada.

Ds = disponibilidad del nutrimento en el suelo/kg/ha

Se calcula igual al caso anterior, teniendo en cuenta que E= 100 - % de fijación. Se acepta una eficiencia de 7 – 10% en términos generales.

Según los niveles óptimos de cobre los rangos son de 1-3 que es una categoría deficiente. Esto quiere decir que la aplicación de cobre debe ser alta.

7.2.4.7 Hierro (Fe):

Hierro disponible en el suelo 3.5 según análisis de suelo

Cu (en ppm) $\times 4,58 = kg/ha$ de Cu disponible en el suelo

Fe $3.5 \times 4,58 = 16.03$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{Rpc - Ds \times 100}{E}$$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{25 - 16.03 \times 100}{7\%} = 128Kg/Ha$$

Donde:

Rpc = requerimientos nutricionales ponderados del cultivo o tasa anual de extracción para su producción potencial esperada.

Ds = disponibilidad del nutrimento en el suelo/kg/ha

Se calcula igual al caso anterior, teniendo en cuenta que $E = 100 - \%$ de fijación. Se acepta una eficiencia de 7 – 10% en términos generales.

Según los niveles óptimos de hierro los rangos son de 25-50 que es una categoría óptima. Esto quiere decir que la aplicación de hierro debe ser alta porque está por debajo de los niveles.

7.2.4.8 Potasio (K):

La densidad aparente en la mayoría de los suelos (1.1-1.6) por la textura del suelo y según el laboratorio se estima que se tiene un suelo franco arcilloso.

Para estos suelos (1.4-1.5) calculamos el potasio

Potasio disponible en el suelo 0.25 según análisis de suelo

1meq K/100g de suelo \rightarrow 0.25 kg/ha de K_2O en el suelo

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{Rpc - Ds \times 100}{E}$$

$$\text{Necesidad de fertilización} = \frac{2 - 0.25 \times 100}{70\%} = 2.5$$

La eficacia para potasio se estima en 70% bajo condiciones de humedad adecuada.

7.2.4.9 Calcio (Ca):

Calcio disponible en el suelo 1.82 según análisis de suelo

$1.82 * 420 = 764 \text{kg/Ha}$ Disponible en el suelo

$$\frac{\text{Ca } 1.82 * 100}{31.80} = 5.72\% \text{ Bajo}$$

Según los niveles óptimos de hierro los rangos son de 25-50 que es una categoría óptima. Esto quiere decir que la aplicación de hierro debe ser alta porque está por debajo de los niveles.

7.2.4.10 Magnesio (Mg):

Magnesio disponible en el suelo 0.78 según análisis de suelo

$$\frac{0.78 * 100}{31.80} = 2.5\% \text{ Bajo}$$

7.2.5 Levantamiento de camas

Para el levantamiento de camas se levantaron los surcos a unos 20cms de altura *90 de ancho y luego se rastrilla, después se nivela con una tabla para que la superficie quede igualada para la colocación de la manguera de cinta por goteo de 16 mm para el fertirriego.

7.2.6 Instalación del acolchamiento (mulch):

Después de haber levantado las camas se realiza la instalación del plástico negro plata de calibre 2 con ancho de 1,20, expandiéndolo sobre el surco, el cual se asegura con tierra del mismo cultivo para que no se levante y rompa las plantas.

Se mide con un listón respectivamente los 50 cms entre bolillo se marca sobre el plástico situado en el surco y se abre el hueco con un herrete teniendo cuidado de no dañar la cinta de riego.

7.3 Siembra de las plantas

Mediante el sistema de riego colocamos a capacidad de campo, se utiliza una estaca para hacer un hueco de aproximación 10 cm de profundidad colocamos la plántula del pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) variedad Cumlaude RZ-F1; le damos forma a la planta para que queden lo más derecho para que no se caigan sobre el mulch y no se presente una alta mortalidad dándole apoyo con el sustrato "tierra".

Se realiza una fumigada preventiva contra plagas (minadores, gusanos medidores, chupadores y minadores) con insecticida (Decis) en una proporción de $0.5 * L^3$. La siembra se realiza preferiblemente a las 3 pm en adelante ya que la temperatura

bajo invernadero ha bajado, las plantas no se estresan por el calor y así se aprovecha la noche para que la plántula comience a obtener energía mediante la absorción de los nutrientes.

Del primer al cuarto día mediante el sistema de riego se hidratan, del 5 día en adelante se comienza a utilizar el fertirriego.

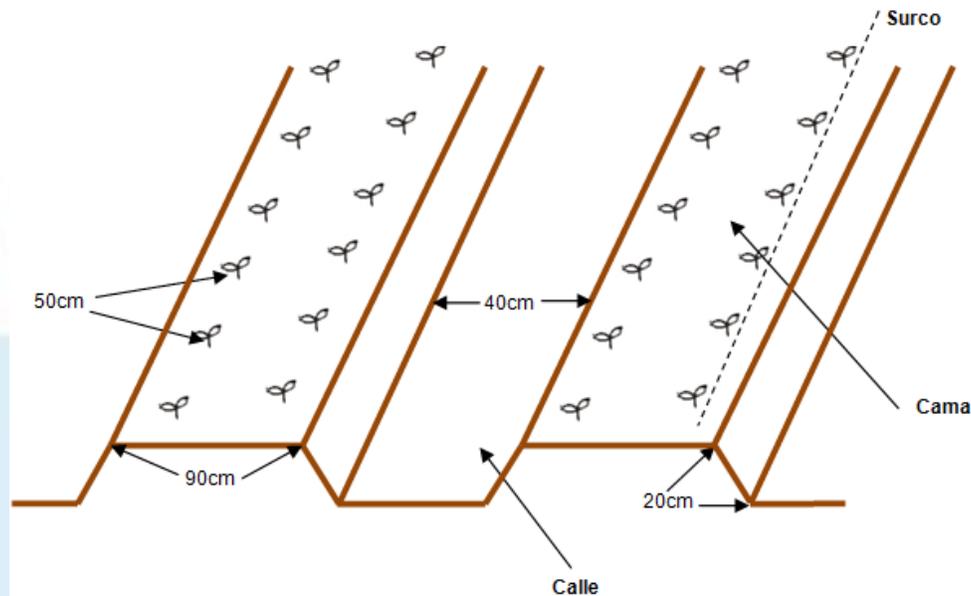


Grafico 1. Plantación del Pepino Europeo
Fuente: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

7.8 Riego

7.8.1 Sistema De Riego:

El sistema de riego para el presente proyecto es:

Una electrobomba de 2 caballos trifásica que está instalada en un reservorio de 20.000 litros, el cual es llenado por un canal de la laguna de Fúquene, de igual manera se contó con un tanque de 2000 litros donde se hacen las mezclas de los distintos fertilizantes; contando con una tubería principal de conducción de 1½ pulgada de polietileno y luego se distribuye a los diferentes surcos mediante las cintas de goteo de 16 mm, calibre 8.000, distancia entre goteros 10 cm con sus respectivas válvulas de apertura y cierre para controlar los diferentes eventos del sistema de fertilización, otros componentes del sistema son los manómetros que ayudaron a medir la presión adecuada para la cinta (10 libras de presión).

De igual manera se utiliza este sistema de riego no solo para el cultivo pepino europeo (*Cucumis sativus* L. Híbrido Cumlaude RZ-F1), sino que también se maneja para el cultivo tomates Cherry y Larga Vida.

Es necesario hacer un riego Presiembra profundo un día antes de la siembra para dar uniformidad a la humedad en el suelo y facilitar la siembra; no debe haber exceso de agua que nos produzca encharcamientos durante esta actividad. Posteriormente debe mantenerse la humedad del suelo tomando en cuenta la evapotranspiración diaria del invernadero.

7.9 Cuantificación de las necesidades de riego del cultivo

7.9.1 Coeficiente De Cultivo (Kc):

De acuerdo al enfoque del coeficiente del cultivo, la evapotranspiración del cultivo E_{Tc} se calcula como el producto de la evapotranspiración del cultivo de referencia, E_{Tr} y el coeficiente del cultivo K_c (FAO, 1998):

7.9.2 Evapotranspiración De Referencia (ETo):

Cálculo de la evapotranspiración de referencia (E_{To}). Hargreaves.

La fórmula que plantea Hargreaves es la que se presenta a continuación:

$$E_{To} = 0,0023 * RA(T_{max} - T_{min})^{1/2} * (T_{med} + 17,8)$$

$$T_{med} = (T_{max} + T_{min})/2$$

RA = es la radiación extraterrestre (mm/día)

T.max = temperatura máxima (°C)

T.min = temperatura mínima (°C)

T.med = temperatura media (°C)

$$T_{med} = \frac{24^{\circ}C + 9^{\circ}C}{2}$$

$$T_{med} = 16^{\circ}C$$

$$E_{To} = 0,0023 * 6 \text{ mm/día } (24^{\circ}C - 9^{\circ}C)^{1/2} * (16^{\circ}C + 17,8)$$

$$E_{To} = 3.7 \text{ mm/día}$$

7.9.3 Evapotranspiración Potencial (ETp):

La fórmula de Hargreaves (Hargreaves, 1985) para evaluar la Evapotranspiración Potencial necesita solamente datos de temperaturas y de Radiación Solar. La expresión general es la siguiente:

$$ET_p = 0,0135 (t_{med} + 17,78) R_s$$

Dónde: ET_p = evapotranspiración potencial diaria, mm/día
 T_{med} = temperatura media, °C
 R_s = radiación solar incidente, convertida en mm/día.

$$ET_p = 0,0135 (16 + 17,78) 6$$

$$ET_p = 2.9$$

7.9.4 Necesidades De Riego (Etc) en etapas de cultivo

INICIAL 0.45	DESARROLLO 0.70	MEDIA 0.90	MADURACION 0.75
$ET_c = ET_o * K_c$ $ET_c = 3.7 * 0.45$ $ET_c = 1.7mm$ ET_c $= 17.000 \frac{\text{litros}}{\text{ha/dia}}$	$ET_c = ET_o * K_c$ $ET_c = 3.7 * 0.70$ $ET_c = 2.6mm$ $ET_c = 26.000 \frac{\text{litros}}{\text{ha/dia}}$	$ET_c = ET_o * K_c$ $ET_c = 3.7 * 0.90$ $ET_c = 3.4mm$ $ET_c = 34.000 \frac{\text{litros}}{\text{ha/dia}}$	$ET_c = ET_o * K_c$ $ET_c = 3.7 * 0.75$ $ET_c = 2.8mm$ $ET_c = 28.000 \frac{\text{litros}}{\text{ha/dia}}$

Cuadro 10. Necesidades De Riego (ETc) en etapas de cultivo

Siendo ET_o , la evapotranspiración de referencia del cultivo de referencia [mm].

ET_c , la evapotranspiración del cultivo [mm].

K_c , el coeficiente cultural del cultivo.

Ya teniendo los datos de la evapotranspiración del cultivo realizamos una regla de tres para pasarlos a litros/ha-día para poder hallar el requerimiento que necesitamos en el riego. (Tabla 6.)

Determinación necesidades de riego del cultivo:

Evapotranspiración de referencia del cultivo (ET_o): 3.7 mm/día

Densidad de siembra = 3.6 plantas/m² (36.000 plantas/ha)

Coeficiente cultural del cultivo (K_c) para pepino: $K_c = \text{MEDIA } 0.90$ (Tabla 5)

Entonces: Ahora se calculan los requerimientos de riego con base a las plantas sembradas

$$\text{Requerimientos de riego} = \frac{ET_c}{N^\circ \text{ plantas/ha}}$$

INICIAL	$\text{Reqto de riego} = \frac{17000 \frac{\text{litros}}{\text{ha/día}}}{36000 \frac{\text{plantas}}{\text{ha}}}$ $\text{Reqto de riego} = 0.47 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \text{ planta}$
DESARROLLO	$\text{Reqto de riego} = \frac{26000 \frac{\text{litros}}{\text{ha/día}}}{36000 \frac{\text{plantas}}{\text{ha}}}$ $\text{Reqto de riego} = 0.72 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \text{ planta}$
MEDIA	$\text{Reqto de riego} = \frac{34000 \frac{\text{litros}}{\text{ha/día}}}{36000 \frac{\text{plantas}}{\text{ha}}}$ $\text{Reqto de riego} = 0.94 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \text{ planta}$
MADURACION	$\text{Reqto de riego} = \frac{28000 \frac{\text{litros}}{\text{ha/día}}}{36000 \frac{\text{plantas}}{\text{ha}}}$ $\text{Reqto de riego} = 0.78 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \text{ planta}$

Cuadro 11. Requerimiento de Riego en etapas del cultivo
FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

7.10 Fertirriego

Se compran los elementos por separados Nitrógeno (N), fosforo (P), potasio (k) calcio (Ca) y magnesio (Mg) y se preparan a la hora de la fertilización para aplicarlos en la plantación, se necesita 5 gramos por planta.

La fertilización se realiza de la siguiente manera:

Lunes potasio (k)
Martes calcio (Ca)
Miércoles magnesio (Mg)

Y se repite la dosis el jueves, viernes y sábado.

Lo normal sería aplicarle en el día todo pero es más complicado porque tendría que realizarse dos riegos; pero se acostumbró a realizar un riego de 10 a las 11 de la mañana una dosis alta y cuando hay días muy soleados o en julio y agosto

cuando corren vientos fuertes ahí se le aplica dos riegos al día por que se reseca más el suelo.

Para (Bojacá & Monsalve, 2012) Es muy importante contar con una buena fertirrigación ya que es una técnica que permite la aplicación simultánea de agua y fertilizantes a través del sistema de riego, para aplicar los nutrientes necesarios a las plantas utilizándolo en el manejo de riego por goteo.

En la (Tabla 11), se presenta la formula estándar de fertirriego para el cultivo de pepino bajo invernadero. La fórmula estándar esta presentada con los nutrientes en forma de elementos pero de forma práctica es necesario convertirlas a cantidades de fertilizantes comerciales. Para elaborar la formula estándar de fertirriego se debe conocer la extracción nutricional del cultivo y los requerimientos hídricos de la planta. Se asume que el contenido nutricional del suelo se ha nivelado previamente con la fertilización de fondo.

MAYORES		MENORES	
ELEMENTO	CONTENIDO ppm o g/m ³	ELEMENTO	CONTENIDO ppm o g/m ³
N total	56	Fe	0.2
NH₄	50	Mn	0.1
NO₃	6	Cu	0.2
P₂O₅	16	Zn	0.1
K₂O	39	B	0.1
Ca	23	Mo	0.05
Mg	20		

Cuadro 12. Contenido nutricional de la formula Estándar de fertirriego para el cultivo de pepino.

MAYORES			MENORES		
ELEMENTO	EXTRACCION		ELEMENTO	EXTRACCION	
	Kg/ha	g/m ²		Kg/ha ²	g/m ²
N mineral	172	0,172	Fe	200	0,2
P₂O₅	4250	4,25	Mn	209,2	0,2092
K₂O	250	0,25	Cu	1292	1,292
Ca	572	0,572	Zn	5700	5,7
Mg	250	0,25	B	642	0,642

Cuadro 13. Extracción de nutrientes del cultivo De pepino por ciclo de producción.

FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

Nitrato de calcio 16-0-0-27 Nutrimon

$$N = \frac{1000l * 0.05^g / planta\ dia}{0.4^l / planta\ dia} = 125$$

$$\frac{56}{0.16} = 350 * 1.25 = 4379\ g\ de\ Nitrogeno$$

$$\frac{77}{0.27} = 285 * 1.5 = 427\ g\ de\ Calcio$$

Kista Magnesio; Nitrógeno 10.7, Magnesio 15.5%

$$\frac{56}{0.107} = 523 * 1.25 = 624$$

$$\frac{47}{0.155} = 303 * 1.5 = 454\ g\ Magnesio$$

Calcinit > 15.5% Nitrógeno, Calcio 26.5%

$$\frac{56}{0.155} = 361 * 1.25 = 451\ g\ de\ Nitrogeno$$

$$\frac{77}{0.265} = 290 * 1.5 = 455\ g\ de\ Calcio$$

Kristasol 15-30-15-1-12

0.24-0.5 g por litro

Krista Mag

Nitrógeno 10.7 Mag 15.5% - 0.5 a 20 g

Calcinit 15.5% Calcio 26.5%

0.2 gr/0.3 gr

$$\frac{56}{0.15} = 373.3 * 1.5 = 560$$

$$\frac{100}{0.30} = 333 = 500\ g\ m^2\ de\ agua - fosforo$$

$$\frac{667}{0.15} = 444 * 222 \text{ g m}^2$$

7.10.1 Ajuste de la fórmula estándar de fertirrigación

Mediante el procedimiento anterior se demostró la elaboración de la fórmula estándar de fertirriego para el cultivo. Esta fórmula es funcional siempre y cuando los contenidos en el suelo sean óptimos, lo que se consigue mediante la fertilización inicial de fondo. Sin embargo, es posible modificar la fórmula de fertirrigación estándar, con el objetivo de equilibrar los contenidos nutricionales del suelo desde un inicio, ya sea para reemplazar la fertilización de fondo o para reforzarla. Con base en el resultado del análisis de suelos se multiplica el contenido de la fórmula de fertirrigación final por:

- Óptimo: no se multiplica
- Deficiente: se multiplica por 1,5
- Bajo: se multiplica por 1,25
- Alto: se multiplica por 0,75
- Exceso: se multiplica por 0,5

7.11 LABORES CULTURALES

7.11.1 Tutorado:

Dadas las condiciones del medio ambiente y la utilización adecuada del sistema de riego nos proporciona unas plantas uniformes y vigorosas, dado su crecimiento indeterminado para obtener un óptimo rendimiento en frutos.

se hace necesario utilizar un sistema de tutorado que es un apoyo a la plántula para favorecer el aprovechamiento de la energía lumínica y una adecuada ventilación que nos provee buenos rendimientos y menor incidencia desde humedades y plagas obteniendo frutos de buena uniformidad, color y sabor permitiéndonos cultivar una mayor densidad por metro cuadrado.

Los materiales y métodos que se utilizaron fue el sistema espaldera vertical que consiste en utilizar una pita en fibra nylon o material tanga de una longitud aproximada de 6.5 metros de longitud colgada a un alambre galvanizado calibre 12 para que aguante el peso de las plantas y a futuro no tenga problemas de rompimientos en plena producción, colocado horizontalmente a una altura de 2.60 metros soportado a los extremos del invernadero.

7.11.2 Podas de formación:

Europeo (*Cucumis sativus* L.) variedad Cumlaude RZ, se caracteriza por generar en cada nudo del tallo una hoja, una o dos flores, y una yema floral que es el chupón, el cual continua creciendo similar al eje principal por tal razón hay que realizar la poda de formación y las podas de mantenimiento una vez la planta ha desarrollado su sistema vegetativo.

La poda de formación la comenzamos a realizar a los 25 días después del transplante y las podas de mantenimiento cada 12 días.

Para realizar esta poda se empieza a quitar las primeras flores, frutos y chupones que se generan en los nudos del tallo principal sobre los primeros 50 cms de altura de la planta con el fin de acelerar el crecimiento apical de esta.

7.11.3 Control de malezas y control de plagas:

Para el control de arvenses y malezas se cuenta previamente con el acolchamiento del mulch que ayuda a proteger el cultivo de este, y las que afloran al pie de la planta son eliminadas de forma manual arrancándolas.

7.11.3.1 Control de plagas

Para el control de plagas se realiza de las siguientes labores:

Para el control de mosca blanca (Trialesterus vaporariorum):

-Eliminamos los residuos de cultivos anteriores y arvenses hospederas de la plagas.

-El control químico:

Tipo de producto: Insecticida agrícola.

Formulación: Suspensión Concentrada.

Ingrediente activo: Bifentrina +.

Concentración: Bifentrina 50 g/litro.

Imidacloprid 250 g /Litro.

Cada ocho días se aplicó este producto para el manejo y control de la mosca blanca con la siguiente dosificación de 300 cms por caneca, tratando de humedecer las partes bajas y altas de la planta y por debajo de las hojas que son donde más se concentran estas plagas.



Fotografía 6. Mosca blanca (*Trialesterus Vaporium*)
FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

Para el control de Trips (Frankliniella occidentalis, Trips palmi):

Control químico:

Producto Firponil:

Dosis de 100 cc por caneca de 200 litros, la aplicación se realizó cada 10 días para controlar el Trips.



Fotografía 7. Trips (*Frankliniella occidentalis, Trips palmi*)
FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

Para el control de Minador (Phyllocnistis citrella):

Control químico:

Producto Ciromazina:

Dosis de 80 ml por caneca de 200 litros, la aplicación se realizó cada 10 días para controlar el minador.



Fotografía 8. Minador en Hoja (*Lyriomiza* sp.)
FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

7.11.3.2 Para las enfermedades:

Gota o tizón tardío (Phytophthora infestans):

-Manejar la ventilación del invernadero adecuadamente subiendo las cortinas para permitir que la humedad relativa baje rápidamente en las horas de la mañana, cerrándolas para mantener una temperatura adecuada durante la noche de esta manera se logra controlar el ambiente y disminuir las condiciones propicias para que el hongo se desarrolle.

-para su control se hacen monitoreos a las plantas afectadas y eliminar las hojas o frutos afectados, también ha dado excelente resultado el hidrolato de chiapca y el control químico con fungicidas preventivos (cymoxanil, cobretane) y curativos.

Control químico:

Producto OXICLORURO DE COBRE 58.8% WP

La aplicación de este producto para el control de gota o tizón tardío es de bolsa de 500 gr * caneca cada 15 días, desde la floración hasta la producción.

Moho Gris (Botrytis Cinerea):

- Para el control de la enfermedad es fundamental controlar la humedad relativa dentro del invernadero, manteniendo una adecuada ventilación
- Se eliminaron residuos vegetales
- Realización de podas a tiempo

- Se evitó hacer grandes heridas donde el hongo pueda entrar

Control químico:

Producto Difenconazole: se aplicó en forma preventiva desde el inicio del cultivo. Repitiendo cada 10 días, con un máximo de 3 aplicaciones por temporada de 100 cc por caneca de 200 litros, utilizando la dosis máxima y el intervalo menor en condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.



Fotografía 9. Moho Gris (*Botrytis Cinerea*) en fruto
FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

Mildeo polvoso (Sphaerotheca fuliginea):

-Se controla teniendo como practica preventiva evitar las corrientes de aire fuerte de forma lateral o transversal bajo el invernadero cerrando las cortinas o instalando angeos finos para evitar la diseminación de la espora.

Hacer monitoreo y controlar los focos infectados ya que si se aumentan los niveles, reduce drásticamente la producción

Control Químico:

Producto Kresoxim-metil:

Dosis de 0.25 por litro, aplicación cada 12 días.



Fotografía 10. Mildeo polvoso (*Sphaerotheca fuliginea*) en Hojas
FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

7.12 Cosecha

En la novena semana se encontró frutos de muy buena calidad con las siguientes medias de: 21, 23, 24, 25, 26, 27, y 29 cms, también se encontraron pepinos donde se notaban el daño causado por el frio el cual se manifestó en enrollamiento de los frutos.



Fotografía 11. Fruto en excelentes condiciones
FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)



Fotografía 12. Fruto curvo daño por el frío
FUENTE: (Alvarado, Beltran, & Mateus)

El pepino se cosecha de 2 veces por semana dependiendo de las condiciones climáticas y fenológicas del cultivo; el fruto debe manipularse con estricto cuidado de tal manera que se eviten golpes y fricciones en su superficie, así como también debe realizarse un acomodo ideal de los frutos dentro de la caja para asegurar la preservación de las características organolépticas del producto.

Los pepinos se cosecharon en forma manual en diversos estados de desarrollo, cortando el fruto con tijeras en lugar de arrancarlo colocando dentro de canastillas plásticas que no excedan el peso de 20 kilos para que no haya daños en el transporte del producto; de igual manera se lleva a la zona de clasificación y empackado para darle una buena presentación a la hora de la comercialización.

Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

CAPITULO VIII

8. MATERIALES Y METODOS

8.1 Materiales

8.1.1 Localización

Departamento: Cundinamarca

Municipio: Susa

Vereda: Cascadas

8.1.1.1 Situación geográfica y climática

Latitud	5°27'25.55" Norte
Longitud	73°46'16.64" Oeste
Altitud	2655 msnm
Temp. Max.	23
Temp. Minim.	8
Temp. Media	16
Humedad Relativa	70%
Precipitación	4 mm

Cuadro 14. Situación geográfica y climática

8.1.1.2 Infraestructura

Invernadero Capilla Simple y Doble (una o dos aguas)

8.1.1.3 Material De Oficina

- *Libreta de campo
- *Computador
- *Esfero
- *Metro para medir
- *Lápiz
- *Regla
- *Cámara fotográfica

8.1.1.4 Material De Campo

- *Semilla
- *Germinador
- *Bomba espalda
- *Bomba estacionaria
- *Análisis químico del suelo
- *Hilo plástico
- *Carretilla
- *Canastilla a 20 kg
- *Herramientas
- *Postes de madera

8.1.1.5 Insumos

- *Fertilizantes
- *Fungicidas
- *Insecticidas
- *Bactericidas
- *Reguladores de pH

8.2 Métodos

8.2.1 Factores En Estudio

Factor A: Híbrido

-Híbrido Cumlaude Rz- F1

Factor B: Método de manejo

- Camas con plástico gris

Factor C: Sistema de Cultivo

-Bajo cubierta

8.3 Grafico distribución de las plantas de investigación

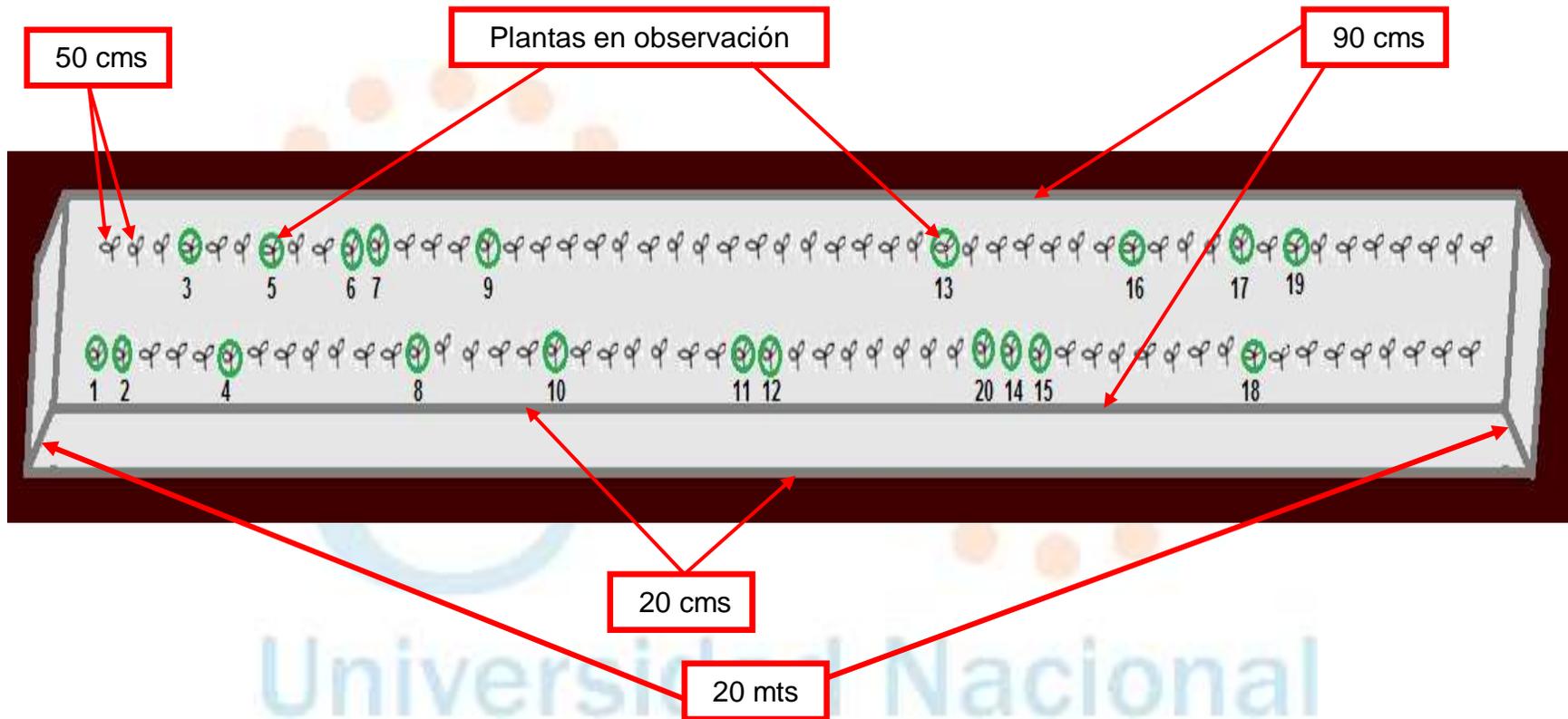


Grafico 2. Distribución de las plantas de investigación

- a) 20 mts Longitud de Cama
- b) 50 cms entre planta y planta.
- c) 90 cms La cama
- d) 20 cms Altura de Cama
- e) Los círculos en verde son las plantas de observación

8.4 Análisis funcional

8.4.1 Variables e Indicadores

Las variables a evaluar en la presente investigación fueron los siguientes:

VARIABLES	INDICADORES
Altura/planta	cms
N° Hojas/planta	Unidades
N° Frutos/planta	Unidades
N° Flores/planta	Unidades
N° Chupones/planta	Unidades
Días a la cosecha	días
Longitud de fruto	cms
Peso del fruto	Gramo

Cuadro 15. Variables e indicadores

8.4.1.1 Métodos de evaluación de las variables

Altura: Se registró cada semana la altura, tomando de 200 plantas, 20 muestras para realizar la respectiva investigación.

Numero de hojas por planta: Se registró para determinar cuántas hojas por planta se presentan cada semana

Número de Frutos por planta: Esta variable se evaluó en 20 plantas de la parcela durante el periodo del cultivo. Se registraron los datos semanalmente para luego obtener los promedios.

Numero de flores por planta: Se registró esta variable, cuando las plantas de muestra mostraron las primeras flores.

Numero de Chupones por planta: Se tomó de cada muestra las unidades de chupones para ir observando el rendimiento del cultivo.

Días a la cosecha: Esta variable se registró cuando las plantas de muestra mostraron los primeros pepinos listos para la cosecha.

Longitud de fruto: Los datos se obtuvieron de 20 plantas tomadas como muestra de las cuales se midieron la longitud de sus frutos expresados en cms.

Peso del fruto: Se determinó el peso total de los pepinos cosechados durante las semanas de producción.

CAPITULO IX

9. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

9.1 Resultados:

9.1.1 Datos de estación meteorológica

En el siguiente fragmento se presentara los promedios en graficas de las mediciones que se tomaron en le estación meteorológica Isla del Santuario el cual queda ubica en la laguna de Fúquene, desde el mes de Enero hasta el mes de Junio, semestre en que se realizó el cultivo de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L.) Híbrido Cumlaude Rz- F1.

DATOS									
MES	TEMP. MAXIMA	TEMP. MINIMA	RADIACION	PRECIPITACION mm	EVAPORIZACION	TEMP. MEDIA	ETO	ETP	KC
ENERO	23	8	7	2	89	16	3,9	3,2	1,8
FEBRERO	24	9	6	2	65	16	3,7	2,9	0,8
MARZO	23	9	6	4	88	16	3,1	2,7	0,9
ABRIL	22	9	6	4	75	16	3,0	2,7	0,9
MAYO	21	10	6	6	65	15	2,6	2,5	1,0
JUNIO	21	9	5	1	60	15	2,3	2,3	1,0

Cuadro 16. Datos de estación meteorológica

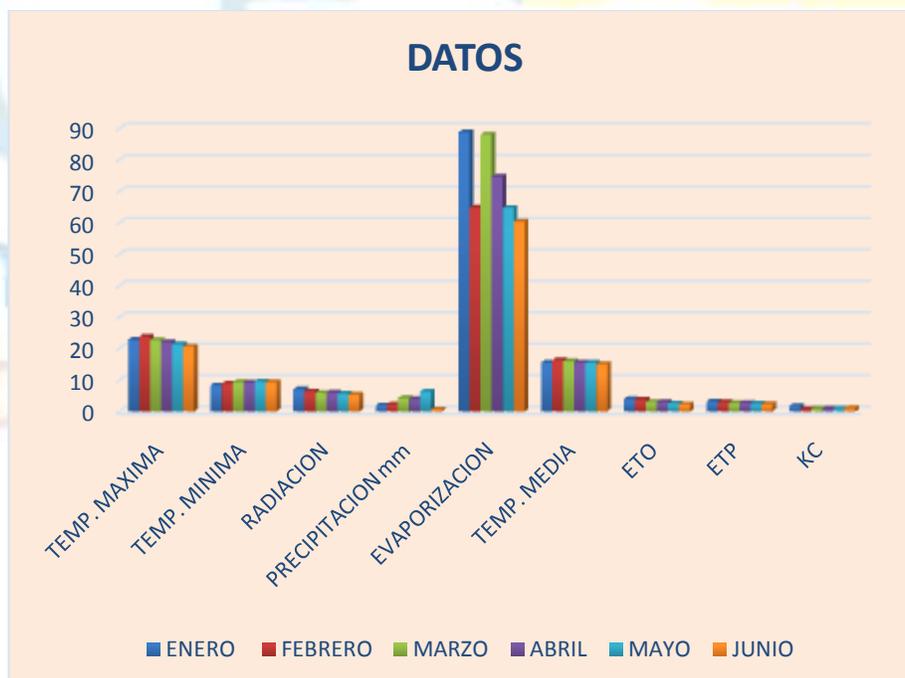


Gráfico 3. Datos de estación meteorológica

9.1.2 Necesidades del riego del cultivo (ETc) en meses

Del mismo modo se presenta las necesidades de riego del cultivo (ETc) que se realizó mediante los datos obtenidos de la estación meteorológica semestral desde enero hasta junio.

NECESIDADES DE RIEGO DE CULTIVO (ETc)			
ÉPOCA	INICIAL 0,45	Reqto. del riego litros/ha-día	Reqto. del riego*planta
ENERO	1,8	20000	0,56
FEBRERO	1,7	17000	0,47
MARZO	1,4	13000	0,36
ABRIL	1,3	13000	0,36
MAYO	1,2	13000	0,36
JUNIO	1,0	10000	0,28
ÉPOCA	DESARROLLO 0,70	Reqto. del riego litros/ha-día	Reqto. del riego*planta
ENERO	2,8	28000	0,78
FEBRERO	2,6	26000	0,72
MARZO	2,1	20000	0,56
ABRIL	2,1	21000	0,58
MAYO	1,8	20000	0,56
JUNIO	1,6	16000	0,44
ÉPOCA	MEDIA 0,90	Reqto. del riego litros/ha-día	Reqto. del riego*planta
ENERO	3,5	35000	1,00
FEBRERO	3,4	34000	0,94
MARZO	2,8	26000	0,72
ABRIL	2,7	26000	0,72
MAYO	2,3	26000	0,72
JUNIO	2,0	20000	0,56
ÉPOCA	MADURACION 0,75	Reqto. del riego litros/ha-día	Reqto. del riego*planta
ENERO	3,0	30000	0,83
FEBRERO	2,8	28000	0,78
MARZO	2,3	21000	0,58
ABRIL	2,2	22000	0,61
MAYO	1,9	21000	0,58
JUNIO	1,7	17000	0,47

Cuadro 17. Necesidades de riego de cultivo (ETc) en meses



Gráfico 4. Requerimiento Inicial del Cultivo pepino europeo (Cucumis sativus L.)



Gráfico 5. Requerimiento de desarrollo del Cultivo pepino europeo (Cucumis sativus L.)



Gráfico 6. Requerimiento media del Cultivo pepino europeo (Cucumis sativus L.)

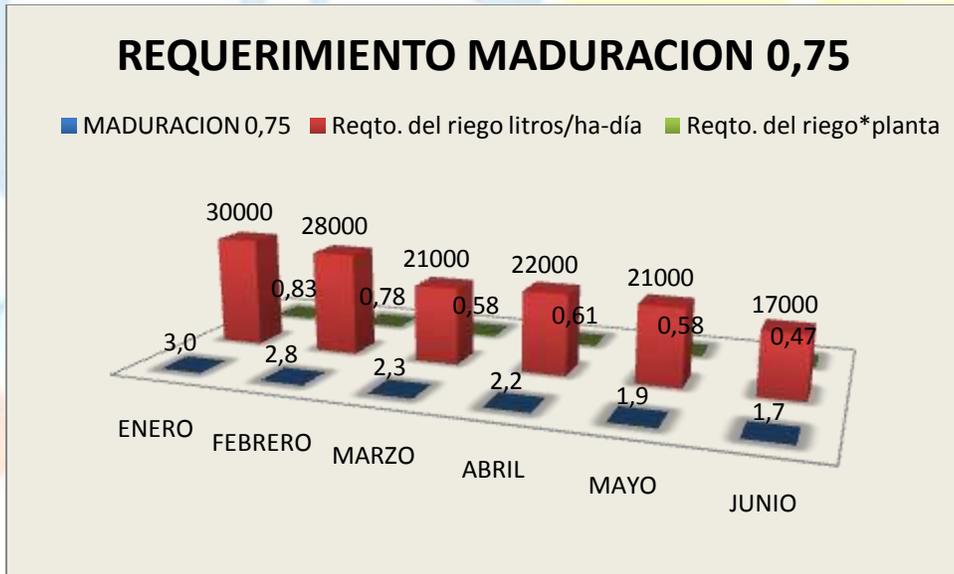


Gráfico 7. Requerimiento en maduración del Cultivo pepino europeo (Cucumis sativus L.)

9.1.3 Mediciones de Cultivo

En el cultivo de pepino europeo se tomó los datos de 13 semanas de altura, hojas flores, frutos; y más adelante se realizó una tabla de distribución de frecuencias que se muestra en el siguiente informe mostrando el crecimiento de la planta en trece semanas.

Así mismo en los datos de hojas, flores y frutos se obtuvo el promedio y análisis de varianza dando a conocer la evolución del cultivo de pepino europeo (*Cucumis sativus* L).

9.1.3.1 Altura de plantas

CRECIMIENTO DE LA PLANTA EN TRECE SEMANAS						
Altura (Cms)	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA	FRECUENCIA REALTIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PORCENTAJE	
96	1	1	0,05	0,05	5	
100	1	2	0,05	0,1	10	
102	1	3	0,05	0,15	15	
106	1	4	0,05	0,2	20	
107	1	5	0,05	0,25	25	
108	2	7	0,1	0,35	35	
110	2	9	0,1	0,45	45	
113	1	10	0,05	0,5	50	
120	1	11	0,05	0,55	55	
121	1	12	0,05	0,6	60	
122	1	13	0,05	0,65	65	
123	3	16	0,15	0,8	80	
124	1	17	0,05	0,85	85	
125	1	18	0,05	0,9	90	
134	1	19	0,05	0,95	95	
140	1	20	0,05	1	100	
TOTAL	1851	20	1			

Cuadro 18. Tabla de Distribución de frecuencias "Crecimiento de la planta en trece semanas"

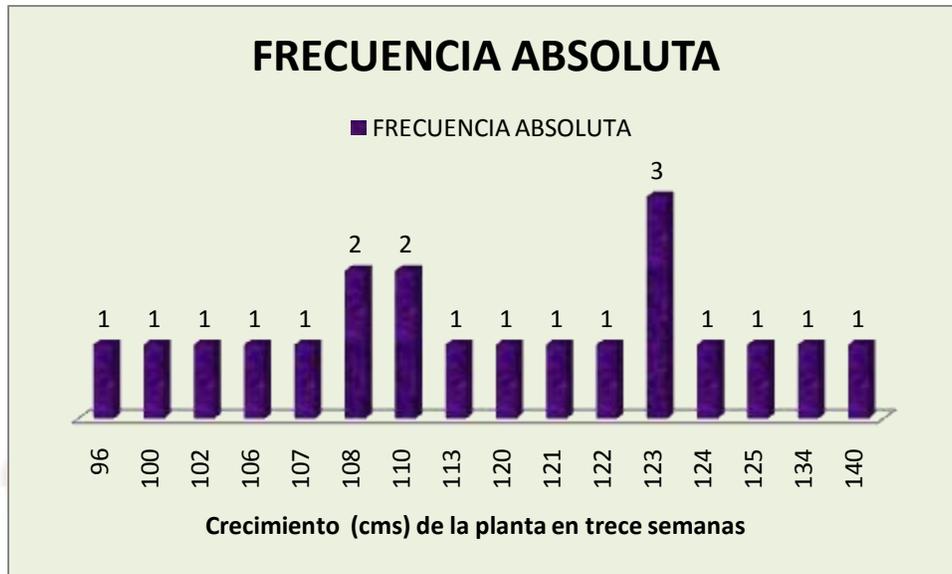


Gráfico 8. Frecuencia Absoluta de "Crecimiento de la planta en trece semanas"

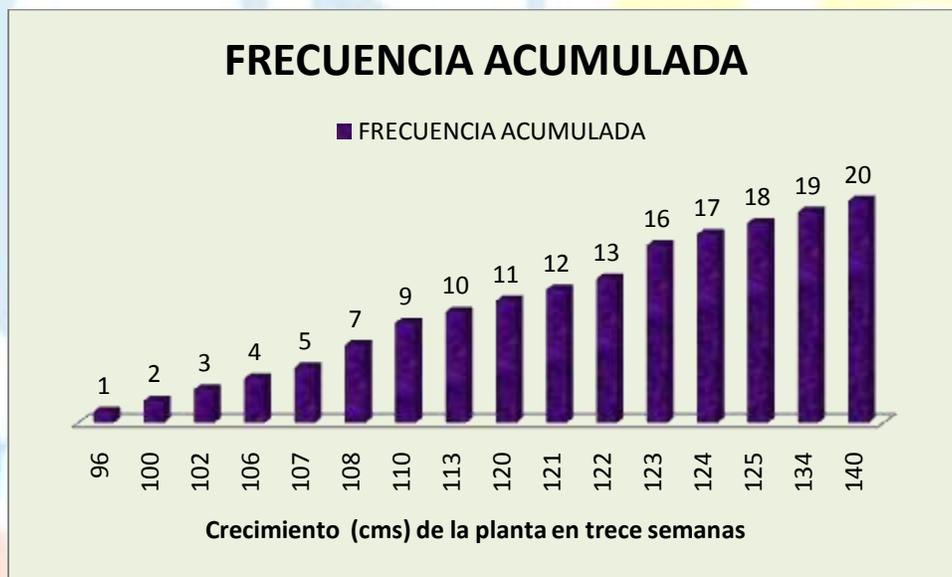


Gráfico 9. Frecuencia Acumulada de "Crecimiento de la planta en trece semanas"

En esta grafica de crecimiento de plantas podemos interpretar el comportamiento de estas durante 13 semanas el cual se concluye siendo este el resultado: 2 plantas con 108 cm, 2 plantas con 110cm, y 3 plantas con 123cm, las 13 restantes todas variaron, de acuerdo a lo anterior se presume que se presentó un desbalanceo nutricional por el taponamiento de la cinta de goteo, por el desnivel del terreno o por el inadecuado manejo del operario, por esta razón se hace una gran evidencia en el comportamiento del crecimiento de las plantas.

9.1.3.2 Hojas de plantas

$$MEDIA ARITMETICA \bar{X} o (Promedio) = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$VARIANZA \sigma^2 = \frac{(\bar{X} - X^1)^2 + (\bar{X} - X^2)^2 \dots + \dots + (\bar{X} - X_n)^2}{n - 1}$$

HOJAS			
	PROMEDIO	VARIANZA σ^2	NUMERO DE EVENTOS
SEMANA 1	2	0	0
SEMANA 2	4	0	0
SEMANA 3	4	0	0
SEMANA 4	5	0	0
SEMANA 5	6,5	13	0,68
SEMANA 6	8,95	51,02	2,69
SEMANA 7	11,6	46,8	2,46
SEMANA 8	15,3	100,2	5,27
SEMANA 9	19,4	340,8	17,94
SEMANA 10	12	70	3,68
SEMANA 11	12,25	550,7	28,98
SEMANA 12	5,7	22,2	1,17
SEMANA 13	6,7	26,2	1,38

Cuadro 19. Promedio y varianza en medición de hojas por semana

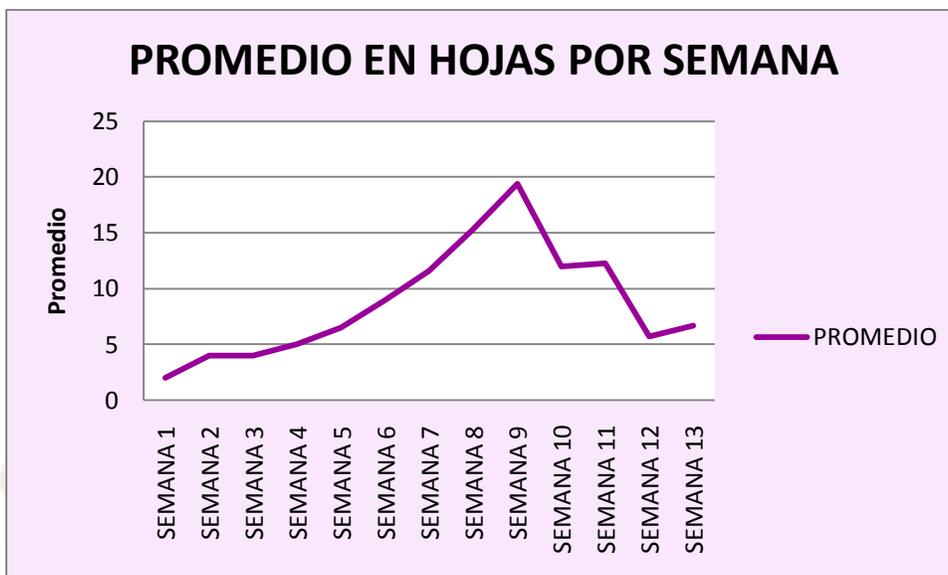


Gráfico 10. Promedio en medición de Hojas por semana

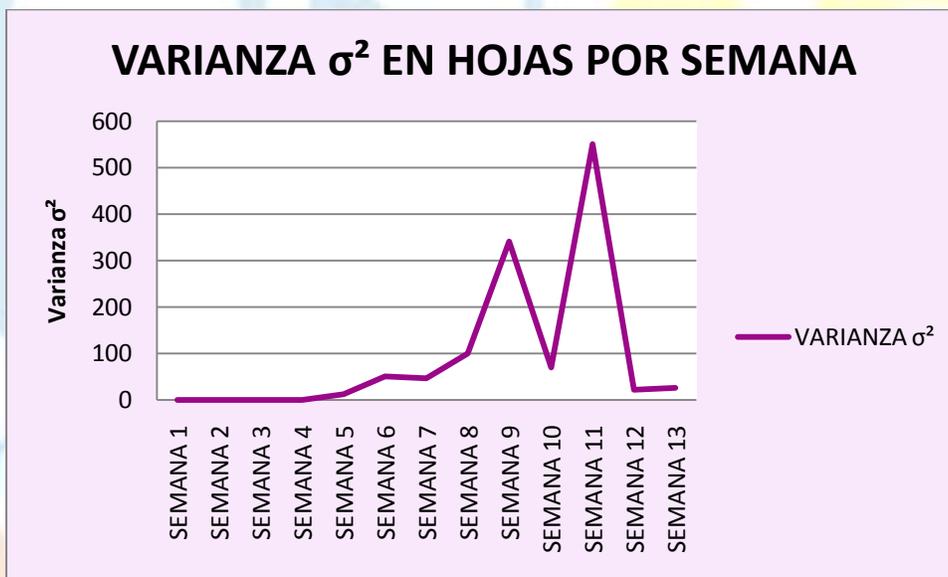


Gráfico 11. Varianza σ^2 en Hojas por semana

Teniendo en cuenta la anterior grafica se evidencia que en la semana número 5 se empieza a ver un aumento de hojas el cual se prolonga hasta la semana 9; por motivos de sanidad en el cultivo y para mejorar la producción se hace una poda en la semana 10 a los 30cm del piso, el cual significó la pérdida de algunas flores y frutos, esta poda se ve evidenciada hasta la semana numero 11 pero por problemas fitosanitarios se pierde la mayoría de hojas por Mildeo polvoso (*Sphaerotheca fuliginea*) en la semana 12 y 13 el cual también se ve afectada la producción.

9.1.3.3 Flores

FLORES			
	PROMEDIO	VARIANZA σ^2	NUMERO DE EVENTOS
SEMANA 3	1,8	7,20	0,38
SEMANA 4	4,5	23,00	1,21
SEMANA 5	4,65	46,50	2,45
SEMANA 6	7,4	50,80	2,67
SEMANA 7	6,35	28,50	1,50
SEMANA 8	7,05	20,90	1,10
SEMANA 9	8,55	55	2,89
SEMANA 10	6,7	18,20	0,96
SEMANA 11	5	10	0,53
SEMANA 12	5,3	32,2	1,69
SEMANA 13	4,65	44,5	2,34

Cuadro 20. Promedio y varianza en medición de flores por semana

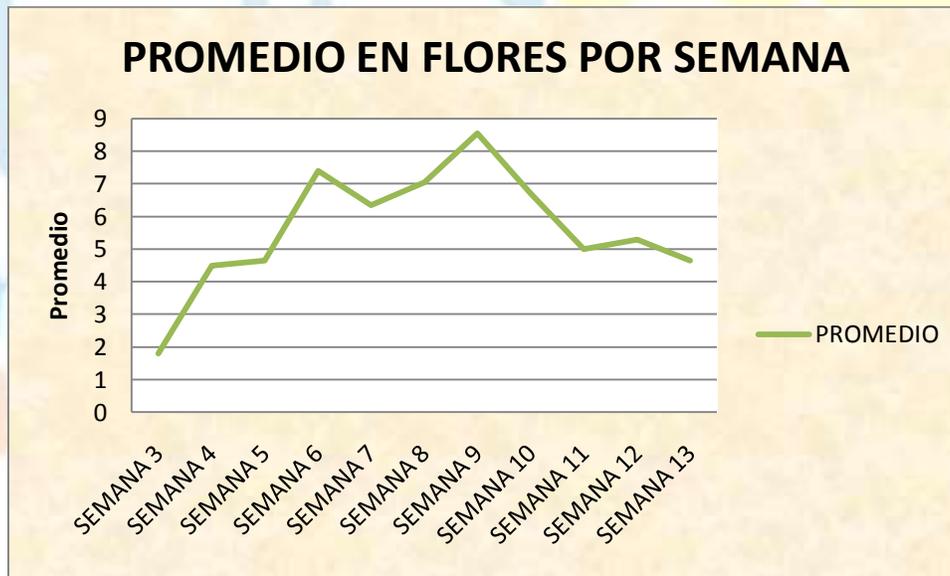


Gráfico 12. Promedio en medición de Flores por semana

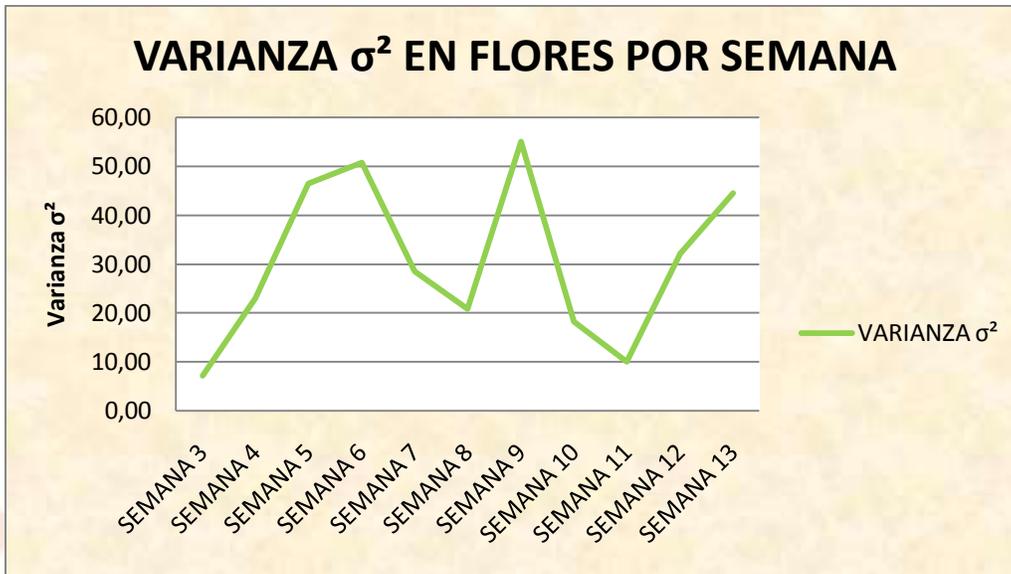


Gráfico 13. Varianza σ^2 en medición de flores por semana



9.1.3.4 Frutos

FRUTOS			
	PROMEDIO	VARIANZA σ^2	NUMERO DE EVENTOS
SEMANA 5	2,45	19,90	0,68
SEMANA 6	4,15	24,50	1,29
SEMANA 7	4,5	31	1,63
SEMANA 8	5,3	22,20	1,17
SEMANA 9	6,75	47,08	2,48
SEMANA 10	2,9	97,80	5,15
SEMANA 11	2,65	10,5	0,55
SEMANA 12	3,65	66,68	3,51
SEMANA 13	1,65	40,50	2,13

Cuadro 21. Promedio y varianza en medición de frutos por semana

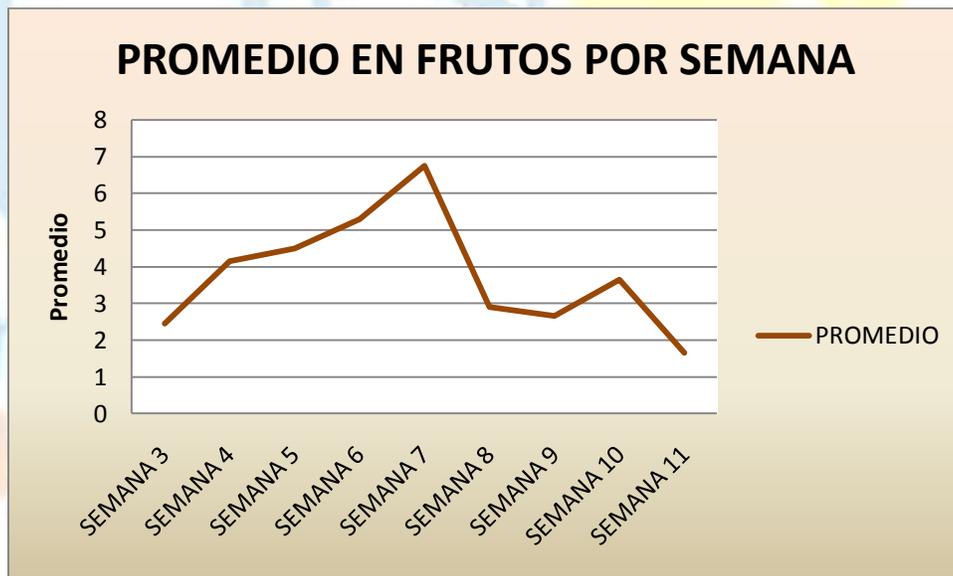


Gráfico 14. Medición de Frutos por semana

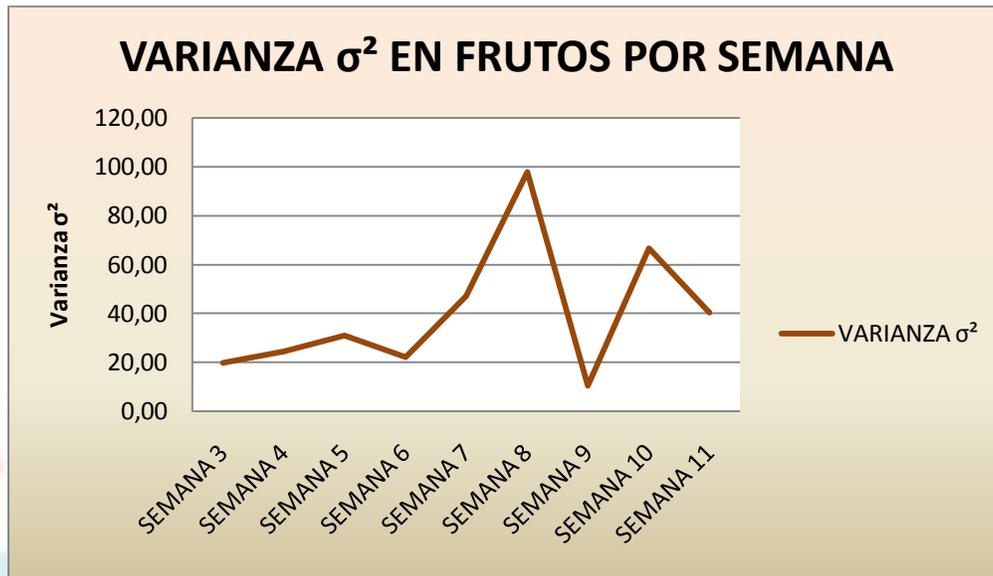


Gráfico 15. Varianza σ^2 en medición de frutos por semana

9.1.3.4.1 Medición de tamaño y peso de frutos por planta

PEPINOS	
MEDICION (Cms)	PESO (Gramo)
24	220
25	280
23	245
24	265
25	320
22	205
24	240
22	290
23	265
20	200
20	195
25	250
19	170
20	215
20	160
24	265
23	220
26	300
29	320
27	310
465	4935

Cuadro 22. Medición y peso de pepinos por planta

9.1.3.4.2 Promedio y varianza sobre tamaño (cms) del fruto

PROMEDIO Y VARIANZA SOBRE TAMAÑO (Cms) DEL FRUTO	
PROMEDIO	23,25
VARIANZA σ^2	0,56
	3,06
	0,06
	0,56
	3,06
	1,56
	0,56
	1,56
	0,06
	10,56
	10,56
	3,06
	18,06
	10,56
	10,56
	0,56
	0,06
	7,56
	33,06
	14,06
SUMATORIA	129,75
NUMERO DE EVENTOS	6,83

Cuadro 23. Promedio y varianza sobre tamaño del fruto

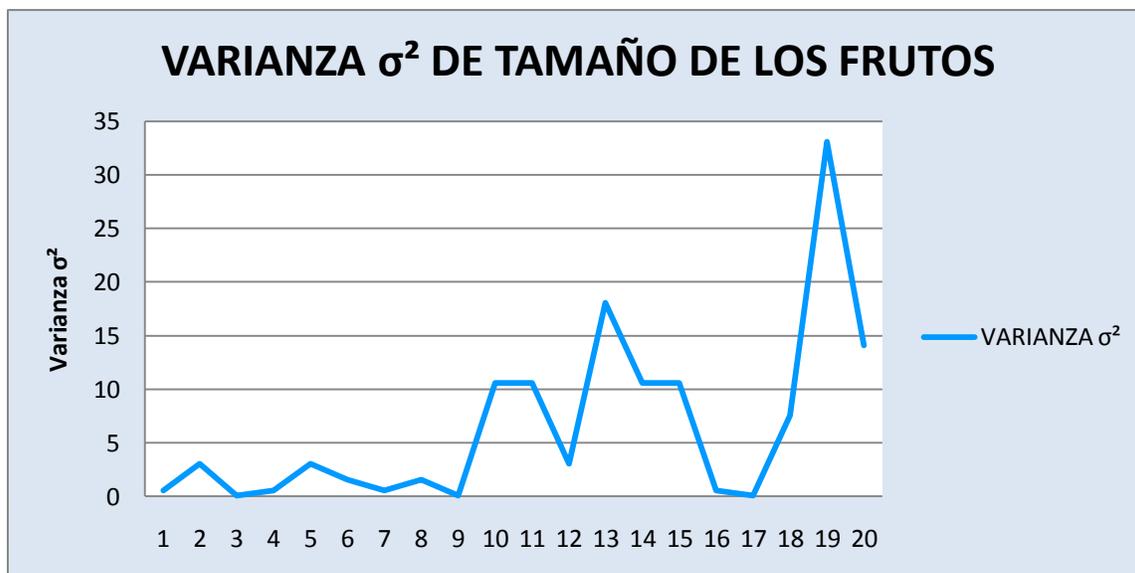


Gráfico 16. Varianza de tamaño de los frutos

9.1.3.4.3 Tabla de frecuencia sobre peso (gr) del fruto

Peso (gr) por pepino						
Peso (gr) por pepino	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ACUMULADA	FRECUENCIA REALTIVA	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA	PORCENTAJE %	
160	1	1	0,05	0,05	5	
170	1	2	0,05	0,1	10	
195	1	3	0,05	0,15	15	
200	1	4	0,05	0,2	20	
205	1	5	0,05	0,25	25	
215	1	6	0,05	0,3	30	
220	2	8	0,1	0,4	40	
240	1	9	0,05	0,45	45	
245	1	10	0,05	0,5	50	
250	1	11	0,05	0,55	55	
265	3	14	0,15	0,7	70	
280	1	15	0,05	0,75	75	
290	1	16	0,05	0,8	80	
300	1	17	0,05	0,85	85	
310	1	18	0,05	0,9	90	
320	2	20	0,1	1	100	
TOTAL	3865	20	1			

Cuadro 24. Tabla de Distribución de frecuencia "Peso (gr)" del Fruto

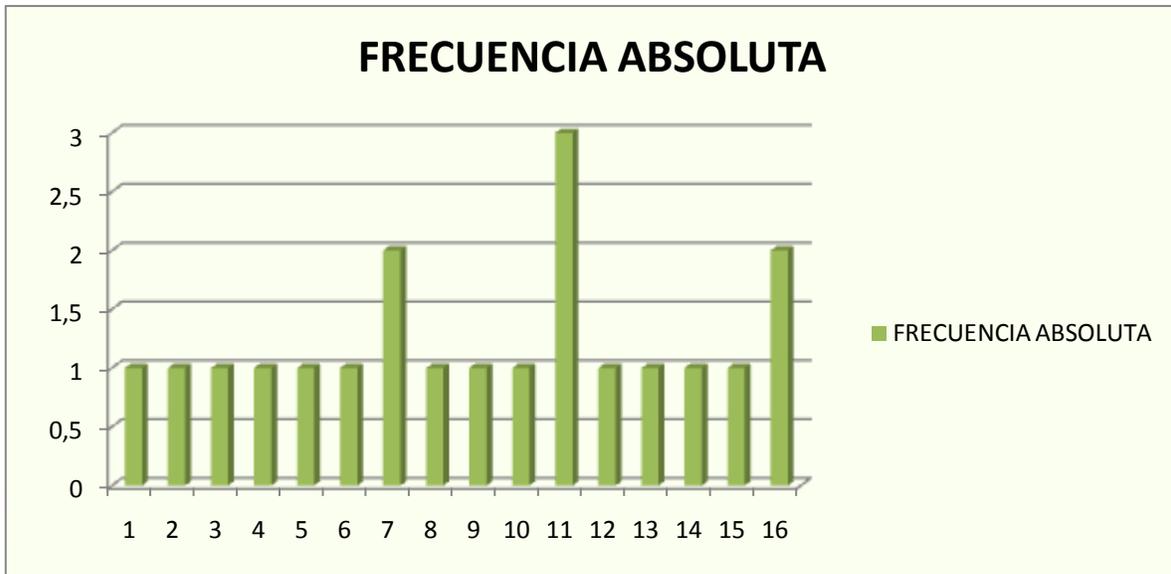


Gráfico 17. Frecuencia Absoluta de peso (gr) por pepino



Gráfico 18. Frecuencia Acumulada de peso (gr) por pepino

En las gráficas anteriores se muestra el peso de 20 pepinos, dando como resultado: 2 pepinos pesaron 220 gramos, 3 pesaron 265 gramos, 2 pesaron 320 gramos y de los 13 restantes el peso vario significativamente, uno de los factores que tiene que ver con el peso es cuando se hace el proceso de fertilización, debido a que algunas plantas obtienen mayor cantidad de agua y fertilizantes que las demás, esto debido a no tener una estandarización en el proceso de riego y fertilización, por lo tanto no garantiza una equidad en la distribución de mismo, mostrando tamaños irregulares por tanto afectando su peso.

9.1.4 Comparación entre flores y frutos

	PROMEDIO	VARIANZA
FLORES	61,95	336,80
FRUTOS	34,00	360,16

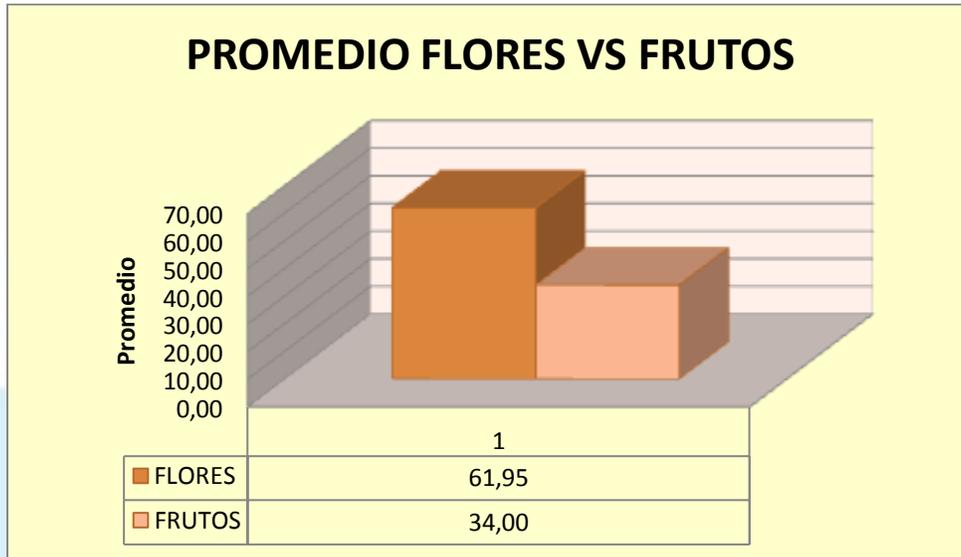


Gráfico 19. Promedio de Flores vs Frutos del Cultivo

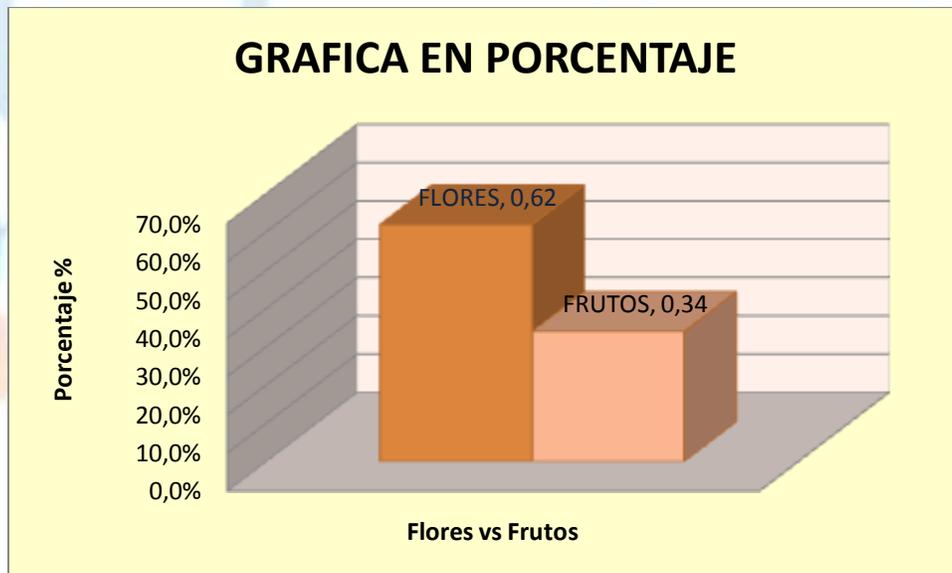


Gráfico 20. Porcentaje de Flores vs Frutos

Con base en las gráficas anteriores (Grafico 18 y Grafico 19) se muestra el comportamiento de floración y producción evidenciando la pérdida de frutos, mostrando un margen alto de pérdida de esta, una de las razones de estas pérdidas es el ataque de moho gris (*Botritis Cinera*) que se presentó en la etapa de producción, otra razón es la fertilización que no fue uniforme en la plantas por el taponamiento de la cinta de riego, otra consecuencia que se presenta es la ubicación de las plantas que están al lado donde se realiza el ascenso y descenso de la cortina del invernadero, dando como consecuencia la malformación de frutos por el frío; otra causa es la poda que se practicó en la semana 10; en las semanas 11 y 13 se empieza a evidenciar daños fitopatológicos que se presentó en la mayoría de las plantas donde se evidencia un 28 % de pérdida de la producción



9.2 Discusión:

La investigación realizada tuvo propósito de mostrar el impacto socioeconómico frente a las políticas de mejoramiento continuo e implementación de las cadenas productivas.

Para presentar esta información se utilizó la recolección de datos en 20 plantas seleccionadas al azar de 200 plantas, lo cual se manejó el método estadístico para expresar los resultados obtenidos

Al realizar la experimentación en condiciones edafoclimáticas presentes en la vereda cascadas, finca el Porvenir del municipio de Susa (Cundinamarca), en un sistema de producción agrícola bajo invernadero, se mostró adaptabilidad con la producción del pepino Europeo Cumlaude RZ - F1 sin embargo de igual manera se presentó factores endógenos del cultivo en la zona donde se sembró.



CAPITULO X

10.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 Conclusiones

De acuerdo a la viabilidad bajo condiciones de invernadero del cultivo de Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L) en la Vereda Cascadas del Municipio de Susa, Cundinamarca, se puede ultimar que la variedad Cumlaude RZ - F1 al ser asociada con otros cultivos como tomate Cherry se ve afectada por las plagas y hongos que estos pueden generar causando resistencia, perjudicando seriamente los dos cultivos por tanto si se encuentran bajo el mismo invernadero el manejo es insostenible.

De igual manera se puede concluir que el pepino europeo (*Cucumis sativus* L) se puede adaptar de acuerdo a las condiciones agroclimatológicas de la zona.

Así mismo este tipo de hortaliza puede convertirse en alternativa interesante de rotación desde el punto de vista económico y de esta forma, disminuir el riesgo asociado a la variación de precios que tradicionalmente ha tenido no solamente el tomate sino también, muchos de los productos hortícolas producidos y comercializados en el país.

De tal manera, con la realización del cultivo se pudo elaborar una guía técnica para la producción de pepino europeo bajo condiciones de invernadero, dando así un beneficio para aquellos agricultores que opten por sembrar este tipo de hortaliza y que pretendan renovar sus siembras; contribuyendo al agricultor conocimiento nuevo sobre la forma y la manera de realizar sus siembras, sin afectar la integridad de los mismos dando posibilidades que no solo realizando los cultivos tradicionales se ven beneficiados, sino que también observando el conocimiento (teórico) es importante para cumplir con la siembra de manera satisfactoria.

10.2 Recomendaciones

En el transcurso del proyecto se mostró que el pepino europeo (*Cucumis sativus* L) es un cultivo muy sensible a ciertos parámetros tales como luminosidad, condición del aire, humedad, y dióxido de carbono entre otros. Fluctuaciones grandes en cualquiera de estas condiciones resulta un rendimiento pequeño, y en frutos de mal sabor. Por eso es muy importante mantener el ambiente a las necesidades del cultivo cumpliendo con las normas necesarias para obtener un buen desarrollo de crecimiento y producción.

Para la siembra es muy importante tener en cuenta los suelos con buen drenaje, sueltos, profundos y de textura arenosa-arcillosa. Es muy exigente con la cantidad de materia orgánica del suelo. Puede crecer en suelos de pH entre 5,5 y 7,5. Entre 6 y 7,3 crece al máximo.

Se recomienda una buena fertilización y un detallado seguimiento con respecto a plagas y enfermedades por su gran sensibilidad de igual manera también es aconsejable no realizar policultivos y manejarlo solo, por sus requerimientos edafoclimáticos

Al obtener un coeficiente del cultivo (Kc), se puede determinar la cantidad de agua requerida por la siembra según su área foliar; suministrando a la planta la dosis de riego necesaria sin excesos, para así obtener un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos, dando un uso óptimo del agua

Se recomienda el uso del acolchado, debido a que se pudo observar un mejor crecimiento de la planta, poca presencia de plagas, evita el crecimiento de malezas y se disminuye la pérdida de agua por evaporación.

Igualmente se puede obtener pepinos de buena calidad mostrando que la clave de este cultivo está en el manejo de las temperaturas dentro del invernadero en procesos cuando se cierran las cortinas a destiempo o se abren.

Es aconsejable que se realicen más investigaciones de este tipo, puesto que sería muy beneficioso para adquirir más conocimiento y nuevas opciones de cultivos, de las diferentes siembras producidas en nuestro medio influenciadas por los factores climatológicos que inciden en esta zona.

CAPITULO XI

11. FUENTES

Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology*. Florida: University of Florida.

Agromatica. (02 de febrero de 2013). Recuperado el 10 de marzo de 2014, de Agromatica: <http://www.agromatica.es/como-cambiar-el-ph-del-suelo/>

Aguado, G. (2002). *Guía de pepino suelo en invernadero frío*. Tudela - España.

Alcaldía Municipal de Susa, Cundinamarca. (2008). *Plan Unico para la Atención Integral a Población Desplazada*. Susa: Documento Oficial.

Aldana, A. (2005). *Módulo de edafología y fertilidad*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Alvarado, J., Beltran, M., & Mateus, A. Descripción de Cultivo de Pepino Europeo. *Evidencia de Unidades Experimentales*. Universidad Nacional Abierta Y a Distancia, Chiquinquirá.

American Phytopathological Society . (2004). *Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas*. Michigan: Mundi - Prensa Libros.

Arjona, H. (1992). Impacto del comportamiento agronómico de tres híbridos y dos cultivares de pepino cohombro. *Agronomía Colombiana* , 147 - 154.

Aveñado, J. E. (2007). Necesidades hídricas de los cultivos en: Irrigación y Drenaje. En J. E. Aveñado, *Necesidades hídricas de los cultivos en: Irrigación y Drenaje* (págs. 28-36). Sinaloa - Mexico.

Blanco, & Folegatti. (2003). Evapotranspiration and crop coefficient of cucumber in greenhouse. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* , 281 - 291.

Bojacá, C., & Monsalve, O. (2012). *Manual de producción de pepino bajo invernadero*. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Cifuentes, G. (2006). *Módulo curso de fitopatología* . Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. (2006). *Cucumis Sativus*. Mexico: Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados.

Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. (2009). *Monografía del Pepino*. Veracruz: Documento Oficial.

Estación Experimental San José. (2013). *El invernadero características y materiales de la estructura*. San Pedro: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

FAO, F. A. (1998). Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. En F. A. (FAO), *FAO Irrigation and drainage paper N° 56* (pág. 326). Roma - Italia.

Gomez, S. (2009). *Modulo curso de floricultura*. Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia.

Grijalba, R., & F., R. (2003). *Avances en la producción de hortalizas bajo invernadero*. SONORA: INIFAB - CIRNO - CECAB.

Hargreaves, G. S. (1985). Reference crop evapotranspiration from temperature. En G. S. Hargreaves, *Reference crop evapotranspiration from temperature*. (págs. 96-99.).

Hernandez, J. A. (2013). *Evaluación Técnica De La Efectividad Del Profesionalismo En El Manejo Del Cultivo De Pepino (Cucumis sativus)*. Guatemala: Centro Pedagógico Guatemala .

Instituto Geografico Agustín Codazzi. (1987). *Zonificación agroecologica*. Bogotá: IGAC-ICA.

Kass, D. (1998). *Fertilidad de suelos*. San José: EUNED.

Kriedemann, P. &. (1971). Effects of irradiance, temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves. En *Photosynthetica* 5 (1) (págs. 6-15).

Navarro, S., & Navarro. (2000). *Química agrícola- el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. Madrid: Ediciones Mundi Prensa.

Núñez Viñals, F., & Ruiz Martínez, J. J. (1996). *El pepino dulce y su cultivo*. Roma, Italia: FAO.

Reyes, D. L. (2011). *Cultivo y manejo de plantas*. Alamo: Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario.

Román, F. J. (s.f.). *Cálculo de la Evapotranspiración Potencial*. Recuperado el 23 de marzo de 2014, de Cálculo de la Evapotranspiración Potencial: http://hidrologia.usal.es/practicas/ET/ET_Hargreaves.pdf

Román, F. J. (s.f.). *Cálculo de la Evapotranspiración Potencial mediante la fórmula de Hargreaves*. Recuperado el 23 de marzo de 2014, de Cálculo de la Evapotranspiración Potencial mediante la fórmula de Hargreaves: http://hidrologia.usal.es/practicass/ET/ET_Hargreaves.pdf

S.A.S, L. q. (2014). *Resultado de Analisis de Suelo*. Municipio de Ubaté.

Sacon, W. M. (2009). *Determinacion de un coeficiente de cultivo Kc para pepino (Cucumis Sativus L) relacionado estimaciones alométricas del área foliar y contenido de agua del suelo, en valle Carizal-Chone de la provincia de Manabí*. Portoviejo Manabí - Ecuador.

Saenz, S. (s.f.). *Semillas Saenz*. Recuperado el 21 de Agosto de 2014, de Semillas Saenz: <http://semillas.com.co/wp-content/uploads/2013/07/Pepino-Europeo-Cumlaude-RZ-FI.pdf>

Salas, J. A. (2013). *Paquete Tecnológico de Pepino*. Torreón; Coahuila: Universidad Autonoma Agraria; Antonio Narro.

T. P. Agro, C. (s.f.). *Tecnología para el Agro y Soluciones Agropecuarias T. P. AGRO Colombia*. Recuperado el 22 de Agosto de 2014, de Tecnología para el Agro y Soluciones Agropecuarias T. P. AGRO Colombia: <http://www.tpagro.com/espanol/acolchamiento.htm>

Thompson, L., & Troeh, F. (2002). *LOs suelos y su fertilidad*. Barcelona: Reverte.

USAID, U. S. (2007). *Manual de produccion, produccion de pepino*. Estados Unidos: Usaid-red proyecto de diversificacion economica rural.

Victoriano, S. (2013). *El cultivo de pepino europeo*. República Dominicana: Fundación de Desarrollo Agropecuario.

Wehner, T., & Maynard, D. (2003). Cucumbers, melons, and other cucurbits. En *Encyclopedia of food and culture*. (págs. 474-479). New York: Mc Graw Hill.

Yagüe, J. L. (1998). Curso de riego para regantes. En J. L. Yagüe, *Curso de riego para regantes*. Madrid - España: Editorial Mundi - Prensa Libros S.A.

CAPITULO XII

12. ANEXOS Y FOTOGRAFIAS

12.1 Anexos

12.1.1 Análisis de suelo

Interlabco S.A.S.
LABORATORIO QUÍMICO INTERNACIONAL

Villa de San Diego de Matán, Febrero 25 de 2014

Ref: 41077
O.T: 13333

MATERIA ORGÁNICA	
NC	2,90
NN	0,14
Fósforo Adsorbible (q. inactiva como P_2O_5)	95

ELEMENTOS MENORES, ppm	
Boro, B	0,91
Zinc, Zn	0,43
Manganeso, Mn	0,98
Hierro, Fe	3,50
Cobre, Cu	0,20

PH: Ácido.
ALTO: Capacidad de cambio catiónico.
BAJO: Sales totales. Saturación de bases, Nitrógeno, Calcio, Magnesio y Potasio.

RECOMENDACIONES: Remover leonzo, adicionar Cal y fertilizar con abonos ricos en Nitrógeno, Fósforo, Calcio, Magnesio y Potasio.

NOTA: El alcance de la Certificación sólo incluye análisis, Observaciones y recomendaciones, la dosificación de los fertilizantes debe ser recomendada por un Agrónomo o técnico en la materia.

APROBADO POR:

EDGAR J. GONZÁLEZ MELO
Jefe de Laboratorio

FLOR EMILCE CARRILLO
Directora Gestión Calidad
FIRMA AUTORIZADA

NOTA 1: Los resultados analíticos corresponden única y exclusivamente al laboratorio Interlabco S.A.S. y no a los de otros laboratorios.
NOTA 2: Los resultados analíticos que se certifican corresponden a las condiciones y los estándares publicados del referente en que se analizó la muestra.
NOTA 3: INTERLABCO S.A.S. no se hace responsable por los resultados obtenidos en los análisis de muestras que no fueron analizadas por el laboratorio.
NOTA 4: Los resultados de análisis de laboratorio en INTERLABCO S.A.S. se dan en forma de reportes digitales (PDF) emitidos por el laboratorio.
NOTA 5: En los casos de reclamaciones sobre los resultados analíticos emitidos y eventualmente emitidos por el laboratorio, se debe presentar una solicitud de reclamación por escrito.
NOTA 6: El laboratorio no se hace responsable de los resultados de análisis de muestras que no fueron analizadas por el laboratorio.
NOTA 7: El laboratorio no se hace responsable de los resultados de análisis de muestras que no fueron analizadas por el laboratorio.

Anexo 1. Resultado de análisis de suelos realizado en Villa de San Diego en Municipio de Ubaté
Fuente: Laboratorio químico Internacional Interlabco S.A.S



Interlabco S.A.S.

LABORATORIO QUÍMICO INTERNACIONAL

Código: P1004/004

Página: 1 de 1

Vigencia desde: 28. Feb. 12

Villa de San Diego de Ubaté, Febrero 25 de 2014

Ref. 41077
Q.T. 13353

Señor
JUAN RAMON ALVARADO
Ciudad

CERTIFICADO DE CALIDAD

*¡Mejoramos continuamente:
Conocimiento, información e inteligencia
al servicio de nuestros clientes*

Nuestros INTERLABCO S.A.S. certificamos que hemos Preparado y Analizado Una (1) Muestra de SUELO, recibida el día 17 de Enero de 2014 a las 10:00 horas, y los resultados obtenidos son los siguientes según normas ASTM.

IDENTIFICACION: **MUESTRA LOTE N° 3**

FECHA DE ANALISIS: **FEBRERO 25 DE 2014**

RESULTADOS

DETERMINACION

Textura	F. Arcilloso
Ph, potenciométrica a 10°C	5,5
Capacidad de cambio catiónico ccc (me/100gr)	31,88
Ca (me/100gr)	1,82
Mg (me/100gr)	0,78
K (me/100gr)	0,26
Na (me/100gr)	0,30
Al (me/100gr)	0,05
BT bases libres (me/100gr)	3,15
% SATURACIÓN	
SATURACION TOTAL	9,31
S Ca	6,72
S Mg	2,45
S K	0,79
S Na	0,94

CONTINUA ...

Muestreo, Preparación y Análisis Fisicoquímico de carbonos, cenizas, minerales, aguas, suelos, alimentos, textur, aceites, y medios fibrosos como gases, aerosoles y Productos Químicos en General.

ASesorías, CONSULTORÍAS Y CAPACITACIÓN
EN TODAS LAS LINEAS DE SERVICIO.

Calle 5 No. 8 - 37 Ubaté (Condensadora, Colombia)
Teléfono: (571) 899 6388 - 856 3644 - 869 1349
Celulares: 309 218 8675 - 321 453 1296
E-mail: gerencia@interlabco.com - gestionscalidad@interlabco.com
serviciosalcliente@interlabco.com / Chat: gerencia@interlabco.com

PAGINA WEB: www.interlabco.com

LÍNEA DE ATENCIÓN AL CLIENTE: SUGERENCIAS, QUEJAS Y RECLAMOS. CEL.: 321 453 1296 GERENCIA GENERAL

Anexo 2. Resultado de análisis de suelos realizado en Villa de San Diego en Municipio de Ubaté
Fuente: Laboratorio químico Internacional Interlabco S.A.S

12.1.2 Presupuesto

INVERSION NECESARIA PARA PRODUCIR 333 m² DE PEPINO EUROPEO			
PRESIEMBRA PARA 1000 PLANTULAS DE PEPINO EUROPEO			
RUBRO	UNIDAD	UNITARIO	TOTAL
INFRAESTRUCTURA DEPRECIABLE			\$ 3.663.000
Estructura invernadero	m ²	\$ 7.000	\$ 2.331.000
Cable via	m ²	\$ 1.000	\$ 333.000
sistema riego	m ²	\$ 3.000	\$ 999.000
INFRAESTRUCTURA NO DEPRECIABLE			\$ 999.000
Arriendo * 5 meses	Glb	\$ 50.000	\$ 50.000
Cubierta invernadero	m ²	\$ 2.000	\$ 666.000
Tuberia terciaria	m ²	\$ 500	\$ 166.500
Acolchado plastico	m ²	\$ 500	\$ 166.500
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS			\$ 2.290.000
Bomba espalda	Unid	\$ 200.000	\$ 200.000
Bomba estacionaria	Unid	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Carretilla	Unid	\$ 150.000	\$ 150.000
Canastilla 20 Kg	Unid	\$ 8.000	\$ 240.000
Herramientas	Unid	\$ 200.000	\$ 200.000
INSUMOS			\$ 1.417.000
Semilla	Unid	\$ 800	\$ 800.000
Germinacion	m ²	\$ 50	\$ 50.000
Fertilizacion *150 dias	Unid	\$ 1	\$ 207.000
Analisis quimico del suelo	Unid	\$ 150.000	\$ 150.000
Analisis quimico del agua	Unid	\$ 90.000	\$ 90.000
Analisis microbiologico de suelo	Unid	\$ 60.000	\$ 60.000
Analisis microbiologico de agua	Unid	\$ 60.000	\$ 60.000
GESTION			\$ 1.225.000
Papeleria	Unid	\$ 100	\$ 100.000
Salarios *150 dias	Unid	\$ 6	\$ 825.000
Administracion	Unid	\$2	\$300.000
TOTAL INVERSION			\$ 9.594.000

Anexo 3. Presupuesto

12.1.3 Datos recolectados durante 13 semanas del cultivo de pepino Europeo (Cucumis sativus I. Híbrido Cumlaude RZ-F1)

Altura

N° PLANTAS	ALTURA												
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13
1	12	15	18	20	33	46	65	69	74	85	103	110	124
2	10	13	18	20	32	40	64	77	90	103	106	126	140
3	11	13	15	23	42	47	65	80	94	106	107	127	125
4	10	10	13	22	35	48	50	65	80	93	103	110	120
5	12	12	16	25	38	42	65	71	77	88	96	105	106
6	11	14	16	24	38	52	60	63	67	80	82	86	110
7	10	11	15	27	36	40	60	61	63	73	88	102	108
8	10	16	18	23	32	39	62	73	83	95	103	103	110
9	10	16	15	19	38	41	65	70	76	88	102	107	113
10	10	12	20	22	32	44	58	67	76	88	102	105	121
11	12	13	16	18	36	36	60	63	66	78	78	90	96
12	9	12	15	22	34	48	65	65	66	78	81	81	100
13	11	16	18	25	41	43	58	65	73	85	101	110	123
14	10	12	19	23	29	49	61	66	70	82	90	100	102
15	10	12	17	22	29	48	68	74	81	93	101	110	123
16	11	13	20	25	28	33	47	65	83	95	106	110	122
17	10	12	18	24	31	47	56	62	68	80	87	97	107
18	10	10	16	25	26	34	60	68	77	90	95	100	108
19	11	11	19	24	27	46	60	73	86	98	106	108	134
20	10	12	17	23	25	37	60	67	75	87	95	100	123
Promedio	210	255	339	456	662	860	1209	1364	1525	1765	1932	2087	2315

Anexo 4. Datos recolectados de Altura por planta en trece semanas del cultivo

12.1.4 Hojas

HOJAS													
N° PLANTAS	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13
1	2	4	4	5	9	11	14	17	21	14	12	6	11
2	2	4	4	5	7	7	12	13	15	15	13	6	6
3	2	4	4	5	7	9	11	12	13	16	11	7	6
4	2	4	4	5	6	9	15	15	15	15	14	6	7
5	2	4	4	5	7	9	12	15	20	13	14	6	7
6	2	4	4	5	7	11	15	16	18	12	13	6	6
7	2	4	4	5	6	6	11	16	20	10	11	6	7
8	2	4	4	5	7	6	10	15	20	11	12	6	6
9	2	4	4	5	7	8	11	16	20	10	13	7	6
10	2	4	4	5	6	8	13	20	28	11	13	5	7
11	2	4	4	5	6	10	11	11	15	11	11	5	6
12	2	4	4	5	6	9	11	17	24	9	13	5	6
13	2	4	4	5	7	11	11	12	13	12	12	5	7
14	2	4	4	5	6	9	10	16	22	11	12	6	7
15	2	4	4	5	6	11	12	12	13	12	10	3	7
16	2	4	4	5	6	8	9	15	22	10	12	5	7
17	2	4	4	5	7	10	11	17	22	11	11	4	7
18	2	4	4	5	5	9	11	17	22	11	13	6	6
19	2	4	4	5	6	11	11	16	20	12	14	6	5
20	2	4	4	5	6	7	11	18	25	14	11	8	7
Sumatoria	40	80	80	100	130	179	232	306	388	240	245	114	134

Anexo 5. Datos recolectados de Hojas por planta durante el cultivo

12.1.5 Flores

FLORES											
N° PLANTAS	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13
1	1	2	7	11	9	9	7	5	6	8	5
2	2	6	7	6	6	6	9	7	6	7	5
3	1	6	6	8	8	7	8	7	5	8	5
4	2	6	5	8	7	7	8	7	6	4	5
5	1	6	6	10	8	8	11	7	6	4	6
6	2	5	6	6	6	6	6	8	5	4	4
7	3	5	4	9	6	7	10	5	4	5	5
8	2	4	5	8	5	7	12	5	4	5	4
9	1	3	5	8	4	9	11	7	5	6	4
10	3	4	3	6	6	6	8	7	6	6	5
11	1	4	6	6	5	7	8	6	4	4	4
12	2	4	5	8	6	8	9	6	5	4	5
13	2	5	4	9	6	8	11	8	5	5	5
14	2	4	2	8	6	7	9	8	4	5	3
15	2	4	3	6	8	7	7	8	5	4	5
16	2	3	5	8	7	7	7	7	5	5	3
17	2	5	6	5	6	8	9	7	5	5	1
18	1	5	3	6	5	5	7	6	5	5	4
19	2	5	3	7	6	6	7	7	5	7	9
20	2	4	2	5	7	6	7	6	4	5	6
Sumatoria	36	90	93	148	127	141	171	134	100	106	93

Anexo 6. Datos recolectados de Flores durante el cultivo

12.1.6 Frutos

FRUTOS									
N° PLANTAS	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13
1	2	6	8	6	7	5	4	7	3
2	2	4	6	6	7	9	4	8	4
3	2	6	5	7	10	6	3	7	2
4	2	3	5	5	6	5	3	2	0
5	4	5	5	6	8	6	3	3	0
6	3	3	5	5	5	3	2	2	1
7	2	6	3	3	4	1	2	5	2
8	3	2	4	6	8	1	3	2	2
9	3	5	4	4	4	3	4	4	0
10	2	3	5	5	6	1	2	4	2
11	4	4	3	4	6	2	2	2	0
12	3	4	4	5	7	1	2	2	0
13	3	5	4	4	5	1	2	5	0
14	1	4	3	5	8	3	3	4	3
15	2	4	5	7	9	4	2	3	4
16	3	5	3	7	9	2	2	4	1
17	3	3	3	5	7	2	3	2	4
18	2	4	5	5	6	1	3	2	1
19	2	4	4	5	6	1	2	3	3
20	1	3	6	6	7	1	2	2	1
Sumatoria	49	83	90	106	135	58	53	73	33

Anexo 7. Datos recolectados de frutos durante el cultivo

12.2 Sistema de germinación



Fotografía 13. Plántulas de Colombia



Fotografía 14. Bandejas de Germinación



Fotografía 15. Bandeja de germinación 64 Cavidades



Fotografía 16. Compost “ Turba Rubia K-Ts1 Sphagnum”



Fotografía 17. Plántulas de Pepino Europeo



Fotografía 18. Plantas de Pepino listas para transplante

12.2.1 Cultivo de pepino europeo (*Cucumis sativus* L. Híbrido Cumlaude RZ-F1)



Fotografía 19. Etapa Inicial del Cultivo



Fotografía 20. Etapa Desarrollo del Cultivo



Fotografía 21. Etapa Media del Cultivo



Fotografía 22. Etapa de Maduración del Cultivo



Fotografía 23. Fruto en Formación



Fotografía 24. Fruto Pepino Europeo
(*Cucumis sativus* L. Híbrido Cumlaude Rz- F1)



Fotografía 25. Cultivo Pepino Europeo (*Cucumis sativus* L. Híbrido Cumlaude Rz- F1



Fotografía 26. Frutos para cosechar



Fotografía 27. Daños fitosanitarios del cultivo



Fotografía 28. Daños fitosanitario por Mildew polvoso (*Sphaerotheca fuliginea*)