

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO DE LOS SANTOS**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON
ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA SOSTENIBLE**

**PRODUCCIÓN DE PIMENTONES BAJO AMBIENTE PROTEGIDO
EN EL ÁREA DE AZUERO**

**POR
JULIO CÉSAR BARRAGÁN COBA.
CIP: 6-71-39**

**PROYECTO DE INTERVENCIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA
OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON
ESPECIALIZACIÓN EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA SOSTENIBLE**

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ.

2018

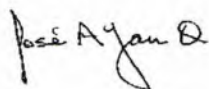


**PRODUCCIÓN DE PIMENTONES BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN EL AREA DE
AZUERO**

**PROYECTO DE INTERVECIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR
AL GRADO DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ESPECIALIZACIÓN
EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA SOSTENIBLE**

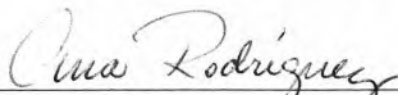
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:



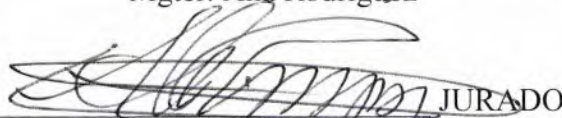
ASESOR

Ph. D. José Alberto Yau Q



JURADO

Mgter. Ana Rodríguez



JURADO

Mgter. Alberto Moreno

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2017

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
I. INTRODUCCIÓN	3
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
III. ANTECEDENTES.....	6
IV. JUSTIFICACIÓN.....	9
V. IMPORTANCIA.....	11
VI. OBJETIVOS.....	12
A. Objetivo General.....	12
B. Objetivos Específicos	12
III. METODOLOGÍA.....	13
A. Ubicación.....	13
B. Descripción del Proyecto	15
C. Consideraciones técnicas para el diseño, construcción e instalación de una casa de cultivo en ambientes tropicales.....	16
D. Perfil técnico del cultivo de pimentón en ambiente protegido.	17
1. Carta tecnológica del pimentón	17
a. Generalidades del pimentón.....	18
b. Condiciones agroecológicas	20
c. Siembra y manejo agronómico del cultivo	22
2. Cosecha y pos-cosecha	42
E. Ventajas y desventajas del empleo de invernaderos	44
F. Impacto socio económico	51
G. Impacto ambiental	51
H. Análisis económico	52
VIII. CONCLUSIONES.....	55
IX. RECOMENDACIONES.....	56
X. BIBLIOGRAFÍA.....	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I. Distribución de productores y hectaras de estructuras de agricultura protegida 2017.....	7
Cuadro II. Histórico de Producción de Pimentones en Panamá desde la Campaña 2010 al 2015.....	8
Cuadro III. Condiciones meteorológicas del corregimiento de Agua buena, Provincia de Los Santos (Fuente: IDIAP 2017).....	14
Cuadro IV. Análisis económico del Proyecto Cooperativa EL PROGRAS RL.	53
Cuadro V. Comparación entre el sistema tradicional Vs Propuesta del Proyecto PROGRAS RL.....	54
Cuadro VI. Recuperación de la inversión del Proyecto PROGRAS RL.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lineal comparativo de las campañas de producción del año 2010 al año 2015 (Fuente: Dirección de Agricultura MIDA 2016).	8
Figura 2. Mapa, coordenadas GPS e imagen de satélite de Agua Buena de Los Santos, Los Santos, Panamá (Fuente: Google Earth 2017).	14

PRODUCCIÓN DE PIMENTONES BAJO AMBIENTE PROTEGIDO EN EL ÁREA DE AZUERO

RESUMEN

Con la ejecución de este proyecto lograremos el objetivo de capacitar a los productores de la Cooperativa El Progreso en la Producción de Pimentón en Ambiente Protegido y haremos los ajustes de diseño de las estructuras requeridas para las condiciones climáticas del área de Agua Buena, de Los Santos y los ajustes tecnológicos de manejo de cultivos bajo estos sistemas, los objetivos de mejorar los rendimientos por planta en kilos producidos en comparación con los cultivos en campo abierto, como se muestra en la tabla comparativa, pasarán de producir 1.5 kilogramos a 8 kilogramos y por lo tanto minimizamos los costos de producción por kilo, podemos abastecer el mercado durante todo el año con alta calidad y mejorando la imagen como proveedores de productos frescos en el mercado. Para obtener mejores precios y una mayor rentabilidad del producto.

PRODUCTION OF PEPPERS UNDER PROTECTED ENVIRONMENT IN THE AREA OF AZUERO

SUMMARY

With the execution of this project we will achieve the objective of training the producers of the Cooperativa El Progreso in the Production of Paprika under Protected Environment and we will make the design adjustments of the structures required for the climatic conditions of the Agua Buena area, of Los Santos and the technological adjustments of crop management under these systems, the objectives of improving the yields per plant in kilos produced compared to crops in the open field, as shown in the comparative table, will go from producing 1.5 kilograms to 8 kilograms and therefore minimize production costs per kilo, we can supply the market throughout the year with high quality and continuity, improving the image as suppliers of fresh products in the market. In order to get better prices and greater profitability of the item.

I. INTRODUCCIÓN

En este trabajo planteamos una alternativa de producción viable y sostenible, la cual nos permitirá aumentar hasta 10 veces más el promedio nacional, que es de unas 20 toneladas por hectárea, siempre y cuando se aplique y maneje la tecnología de producción en ambiente protegido de la forma adecuada para las condiciones agroclimáticas de la comunidad de Agua Buena de Los Santos. La ubicación y dirección de la casa de cultivo juega un papel preponderante en el manejo del micro clima interno. Dentro de las adecuaciones que se deben hacer a las estructuras de producción podemos resaltar , el aumento del volumen interno, esto se logra elevando la altura a unos 8 a 9 metros a nivel de la ventana cenital, aumentando el área cenital como mínimo que corresponda a un 20 % del área total de la estructura, uso de mallas que impidan el paso de ciertas plagas y que permitan una mayor aireación dentro, uso de mallas sombra retractiles la cual nos ayude a bajar la incidencia de los rayos de luz solar a fin de disminuir temperatura, uso de coberturas de suelo color blanco que difunden la luz y no retienen el calor, aireación asistida con ventiladores, labores culturales como la siembra a favor de la dirección del viento, densidad de siembra, tutorado y poda. Además de aumentar la productividad se podrá conseguir productos de más alta calidad e inocuidad lo que redundará en mejores precios, y por ende mejorará las condiciones socio económicas de los productores de la región. Lógicamente toda esta tecnología requiere una curva de aprendizaje la cual se pretende cumplir con la implementación de este proyecto, con la ayuda de los productores asociados a la Cooperativa El Progreso.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente los productores se encuentran descapitalizados, y enfrentan problemas como la comercialización de sus productos, los intermediarios, quienes acaparan a más bajo precio los productos, los costos de los insumos cada día están más elevados y las condiciones ambientales son impredecibles objeto del cambio climático, la baja producción que se obtiene de los sistemas tradicionales, de igual manera a una alta oferta de producto en épocas específicas, debido a la desorganización de las siembras. Pérdidas por plagas en general y al elevado uso de plaguicidas designados para su control. Todo esto incrementó los costos de producción, haciendo poca atractiva la actividad de la horticultura. (Robledo et al. 2002; Barrios 2004; Cimadevila et al 2007).

La variación climática nos ha llevado a tener muchos problemas de sequía, altas temperaturas, etc., donde mediante el uso de sistemas de ambiente controlado, se puede producir mejor, y con más oportunidad, incluso en época donde hay de escasas de pimentón, aprovechando la poca oferta y mayor demanda del producto con mejor precio de venta (Mendoza 1995; Karle y Ray 1999; Koontz y Weihrich 2004)

Los productores de esta región, sufren mucho por la falta de empleo y un trabajo fijo digno, que les permita mantener a su familia y proporcionarle los elementos necesarios para una mejor calidad de vida. Es por ello que algunos prefieren migrar hacia la capital del país, incluso buscar el sueño americano, de mejores condiciones de empleo y mejor remuneración económica, que después envía a sus familiares para su sustento y mejor calidad de vida.

La buena calidad comercial que presentan los productos es una limitante en los sistemas tradicionales de producción, por lo tanto, es importante aplicar Buenas Prácticas Agrícolas actualizadas que permita obtener una certificación de calidad, evitando con esto efectos residuales, lo que incrementaría el valor en el mercado, aunque sabemos que este sistema será gradualmente implementado. Por otra parte, se hace referencia al intermediario, el cual se aprovecha la desorganización de los productores y el desconocimiento en tácticas de comercialización.

III. ANTECEDENTES

Las primeras acciones de protección de cultivo se realizaron en Boquete con el cultivo de la cebolla, al recomendarse a los productores de la región, la realización de siembra en la época lluviosa. Para evitar el daño ocasionado por las frecuentes lluvias durante esta época, se diseñaron, evaluaron y recomendaron techos de polietileno de 200 micras de espesor, para cubrir los semilleros.

Para el secado de los bulbos recién cosechados, se diseñó, evaluó y recomendó el uso del secador solar. A partir de estos primeros pasos se inicia la producción bajo ambiente protegido utilizando estructuras hechas de madera, cañazas y cubierta plástica. De estas estructuras sobresalen: el tipo techitos muy difundidas para el área de Rio Sereno y que en la actualidad dominan. Otro fue el llamado invernadero tipo “Panamá”. En los años noventa se empieza la introducción de estructuras metálicas de tecnología importada, la cual se adapta de buena manera en tierras altas de Chiriquí, gracias a sus condiciones favorables de clima.

En el Cuadro I se muestra la participación de las provincias que producen bajo sistemas de agricultura protegida, destacándose la provincia de Chiriquí con unas 272.24 has de diferentes hortalizas. Del gran total se estima que unas 20 hectáreas producen pimentón, representando el 7% de estos sistemas.

Cuadro I. Distribución de productores y hectaras de estructuras de agricultura protegida 2017.

Provincia	Superficie En has	N° de Productores	Cultivos	Sistema De riego
Chiriquí	272.24	366	Hortalizas, fresas y tuberculos	Hidroponicos y goteo
Panamá oeste	14	3	Hortalizas y orquideas	Micro aspersión, hidroponocos
Los santos	1.05	2	Hortalizas y melón	Hidroponicos y goteo
Veraguas	0.21	7	Hortalizas	Goteo
Coclé	2.5	4	Hortalizas	Hidroponicos y goteo
Colón	2.4	2	Tomate, aji y melón	Hidroponicos y goteo
TOTAL	292.4	384		

Fuente: Dirección de Agricultura, MIDA 2017

En superficie cosechada el Cuadro II nos muestra un promedio de 130 has en producción, en cuanto a rendimiento entre los años 2010 y 2014 se mantuvo un promedio de 425 quintales por hectárea, mientras que en el año 2015 el rendimiento promedio subió a 1,108 quintales. Esto se debe a que en ese año la empresa mayor productora de pimentones de exportación no pudo enviar su cosecha al exterior y su producción invadió el mercado nacional. En lo referente a número de productores hubo una disminución del 50% de un total de 413 en el año 2010 manteniéndose en un promedio de 195 productores por las campañas siguientes hasta el año 2015.

Cuadro II. Histórico de Producción de Pimentones en Panamá desde la Campaña 2010 al 2015.

VARIABLE	AÑO				
	2010-11	2011-12	2012-13	2013-14	2014-15
Sup. Cosechada en hectareas	163.03	117.22	125.54	82.31	162.75
Rendimiento en quintales	374.95	507.55	397.79	420.48	1108.26
No. PRODUCTORES	413	198	194	158	231

Fuente: Dirección de Agricultura, MIDA 2016.

En la Figura 1 podemos resaltar que el número de hectáreas cosechadas mantiene constante lineal, horizontalmente, pero en cuanto al número de productores se muestra una variabilidad con tendencia a la baja, por otro lado la constante de rendimientos se observa al alza, lo que pudiera indicar que los productores son más eficientes y mejoran su productividad.

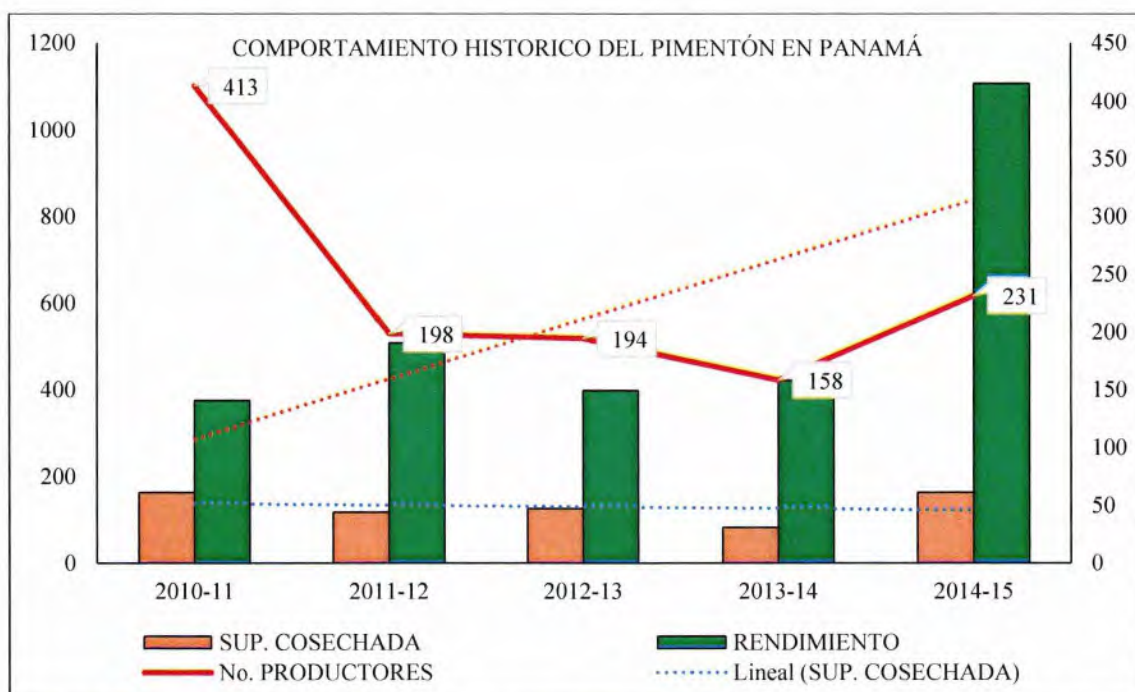


Figura 1. Lineal comparativo de las campañas de producción del año 2010 al año 2015 (Fuente: Dirección de Agricultura, MIDA 2016).

IV. JUSTIFICACIÓN

Debido a las condiciones climáticas fluctuantes por el calentamiento global y el efecto invernadero se han modificado las condiciones de producción en campo, ya que existen problemas de sequías, inundaciones, altas temperaturas, que en cierta forma afectan la producción agrícola (López et al. 2002; Robledo et al. 2002). Es evidente que se busquen nuevas alternativas de producción, tendiente a la producción amigable con el ambiente y el uso de sistemas tecnificados, como por ejemplo las condiciones controladas mediante casas de cultivos. Los cultivos más rentables para la producción en casas de cultivo son el tomate, pimentones y flores en diferentes zonas de temperaturas (Álvarez y Camacho 2003).

Haciendo énfasis en la producción para esta región de Azuero, se pretende producir pimentón bajo sistema de casa de cultivo, ya que dichas estructuras brindan mejorar las condiciones ambientales para incrementar la productividad de 30 a 50 toneladas en el primer año, estando en función de la tecnificación de la casa de cultivo, lo cual garantiza que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados nacionales e internacionales (Camacho y Fernandez 2000).

Las casas de cultivo son estructuras cerradas cubiertas por materiales transparentes, dentro de las cuales es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima y con ello cultivar plantas fuera de temporada en condiciones óptimas (Robledo et al. 2002; Castañeda-Miranda et al. 2007).

Muchas son las ventajas que este sistema de producción proporciona a los cultivos hortícolas como son: cultivar fuera de época y realizar cultivos en zonas climáticas y épocas

estacionales en las que no es posible hacerlos al aire libre, disminuir el tiempo de los ciclos vegetativos de las plantas, obteniendo un mayor número de cosechas por año, de igual manera, con estos sistemas de producción, se incrementa, la posibilidad de obtener más de un ciclo de cultivo al año, logrando un aumento de la producción, la obtención de mejor calidad del producto, mejor control de las plagas y enfermedades, ahorro de agua de riego, menor riesgo de catástrofes, se trabaja con más comodidad y seguridad para los jornaleros y todo esto nos ayuda a tener una actividad más atractiva económicamente, amigable con el ambiente y de forma sostenida (Altieri 1999).

V. IMPORTANCIA

Al año 2017 en Panamá se mantienen unas 292.4 has bajo ambiente protegido, donde se cultiva principalmente hortalizas, de las cuales destaca el pimentón, en franco desarrollo productivo, ya que con menor área de producción se están alcanzando mayores rendimientos. Debido a que es un cultivo altamente rentable, actualmente se siembran 20.3 hectáreas, bajo sistemas casas de cultivos de las cuales 10 están dirigidas al mercado de exportación. El pimentón en el mercado nacional alcanza precios de B/ 0.99 por libra y en el mercado internacional hasta B/ 2.50 (IMA 2015).

Utilizando como referencia el año 2,015 donde se obtuvo una producción de 180,369.52 quintales, con un precio promedio de B/. 99.00 por quintal, obteniéndose B/. 17, 856,582.48 representando una inyección económica directa muy importante a la cadena de producción. (MIDA 2015).

VI. OBJETIVOS

A. Objetivo General

El presente proyecto tiene como objetivo contribuir al fomento de la producción del cultivo de pimentones bajo ambiente protegido en el área de Azuero, como una estrategia para el desarrollo de la empresa y de la región, pretende establecer los factores críticos de éxito que permiten alcanzar rentabilidades financieras competitivas en el desarrollo de proyectos agrícolas, y por este medio se divulga las bondades que este tipo de proyecto pueden aportar como una opción de inversión, si se maneja de manera adecuada, lo que determina el desarrollo exitoso del mismo. Permitirá transmitir a las comunidades empresarial e inversionista los fundamentos que determinan el desarrollo exitoso de cultivos estratégicos en nuestro país.

B. Objetivos Específicos

1. Mejorar los rendimientos por planta en kilos producidos en comparación con cultivos en campo abierto.
2. Minimizar los costos de producción por kilo.
3. Abastecer el mercado durante todo el año con alta calidad y continuidad.
4. Mejorar la imagen como proveedores de productos frescos en el mercado.
5. Capacitar a los productores socios de la Cooperativa el Progreso en la producción de pimentones bajo ambiente protegido.

III. METODOLOGÍA

A. Ubicación

El Proyecto estará ubicado en el Corregimiento de Agua Buena, Distrito de Los Santos, Provincia de Los Santos República de Panamá. El sitio seleccionado se encuentra ubicado en las coordenadas N 07°50'437" y W 080°24'223" a una altura sobre el nivel del mar de 70 msnm, con vientos predominantes noreste en época seca y sureste en época lluviosa, con velocidades en condiciones normales que no superan los 30 kilómetros por hora, con una estación lluviosa de 7 a 8 meses iniciando la misma entre los meses de mayo a junio, con una precipitación promedio en los últimos años de unos 1,019 milímetros. Temperatura promedio de 26°C, humedad relativa de 68 % y radiación promedio de 198.5 watts/metro cuadrado, como se observa en la Figura 2.

Estas condiciones atmosféricas son poco favorables para el cultivo de pimentón, como se muestra en el Cuadro III; pero con los sistemas de producción bajo ambiente protegido adecuados se pueden mejorar y llevar con éxito el cultivo.

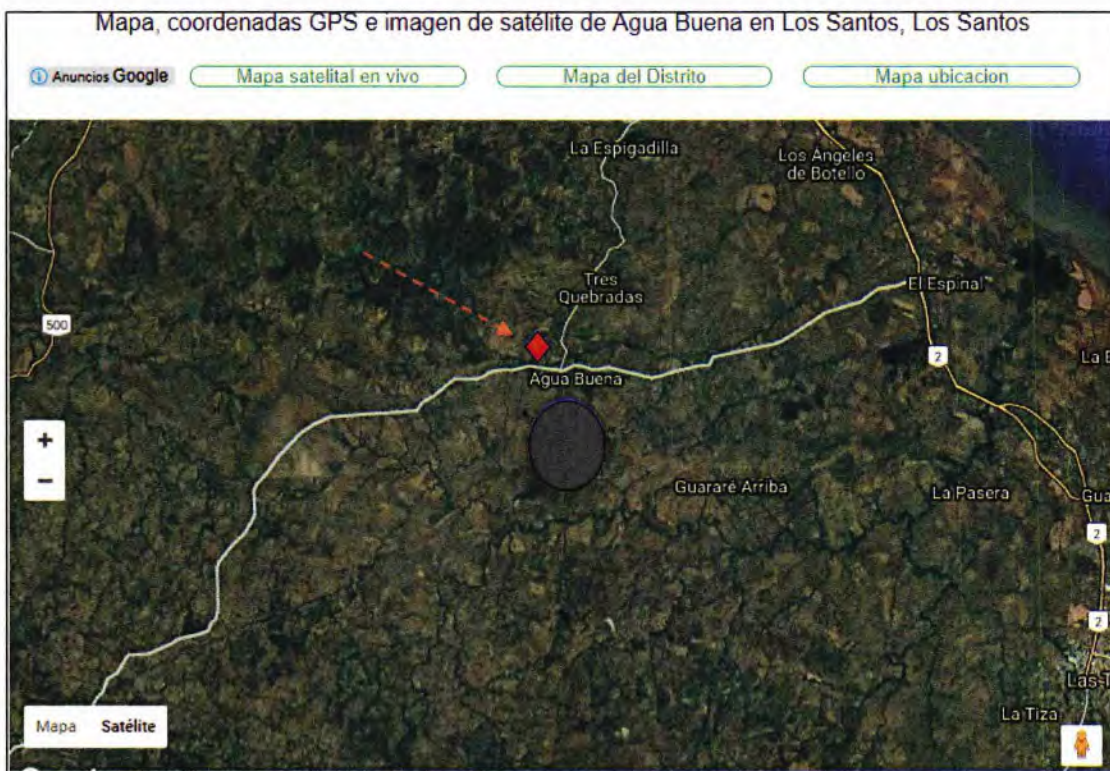


Figura 2. Mapa, coordenadas GPS e imagen de satélite de Agua Buena de Los Santos, Los Santos, Panamá (Fuente: Google Earth 2017).

Cuadro III. Condiciones meteorológicas del corregimiento de Agua buena, Provincia de Los Santos (Fuente: IDIAP 2017).

Variable	Año		Promedio
	2015	2016	
Temperatura Promedio	27.4	24.8	26.1
Temperatura Máxima	35.3	32.8	34.0
Temperatura Mínima	22.0	21.9	21.9
Humedad Promedio	74.9	61.1	68.0
Humedad Mínima	33.1	26.1	29.6
Velocidad de Vientos Promedio(m/seg)	1.22	1.3	1.3
Velocidad de Vientos máxima (m/seg)	4.93	5.7	5.3
Radiación Promedio(watts/m)	194.4	202.6	198.5
Radiación Máxima	1131.8	1140.2	1136.0
Presión atmosférica Promedio	1019.1	1018.8	1019.0
Precipitación Promedio(diaria)	1.7	4.9	3.3
Precipitación Máxima	20.8	40.0	30.4
Precipitación Total	464.1	1793	1128.6

B. Descripción del Proyecto

El proyecto de producción a ejecutar será de 1.5 Hectáreas, el cual estará formado por el estudio, diseño y construcción que será realizado por una empresa capacitada e idónea en la construcción de estas estructuras, dicho diseño deberá contar con las siguientes características: Estar diseñado para soportar carga vertical de 35 kg/m², ser diseñado y autorizado por un ingeniero, los materiales de construcción deben ser durables y resistentes, debe garantizar penetración adecuada de luz y minimizar el sombrero en las plantas durante el día, favorecer la aireación. La altura del tutorado requerida para producir pimentones es, como mínimo, de 3.00 m (Ganma et al. 2008); debe soportar velocidad de viento hasta 150 km/h. Es recomendable instalar tensores alrededor de la estructura para reforzar su resistencia a vientos fuertes; deberá tener una vida útil de, 10 años (FAO 2002).

Debe ser construido con una pendiente de 0.5 a 2.0% tanto lineal como lateral para el eficiente drenaje de las lluvias. Se debe tener una entrada accesible para la circulación del equipo y la remoción y transporte de la cosecha (Jaramillo et al. 2007).

El proyecto se realizará por etapas, donde la primera se construirá tres naves de 500 m² sumando 1,500 m² que representa un 10% del total del proyecto. Dichas estructuras servirán de módulos de aprendizaje, adecuación de la tecnología y el manejo del cultivo por dos años. La siembra se realizará en suelo mejorado con la aplicación de enmiendas, como materia orgánica, arena etc.

Según las necesidades que resulten del análisis de suelo. Luego se instalaran dos naves de 1,500 m² cada una sumando 3,000 m² por año hasta alcanzar los 15,000 m². Se pretende dar el salto tecnológico de cultivo en suelo a cultivo sin suelo, específicamente con sustratos de fibra de coco y el uso de soluciones nutritivas, una vez los productores

aprendan el manejo del cultivo dentro de ambientes protegidos. Consideramos que esto puede suceder a partir del tercer año de aprendizaje

C. Consideraciones técnicas para el diseño, construcción e instalación de una casa de cultivo en ambientes tropicales.

El incremento del volumen mediante la construcción de estructuras con mayor altura y con ventilación cenital, aumenta la inercia térmica, acelera el efecto de flotación e incrementa la ventilación natural. Se presentan las comparaciones entre las velocidades de aire calculadas y medidas en la ventilación cenital y el efecto del acoplamiento lateral es de diferentes tamaños sobre la renovación de aire causada por efecto dinámico del viento. Estos resultados reafirman la tendencia observada en la construcción de casas de cultivos altas. (Bouchet et al. 2007)

Mallas difusoras, con su uso se puede reducir la luminosidad entre un 30% y 90%, dependiendo del tipo y necesidades del cultivo, color beige con porcentaje de sombra del 30%, ya que se alcanza una producción mayor de hasta 132.8 % por encima de las 20.4 t ha cosechadas en cultivos sin malla (Ayala et al. 2015)

Aumentar el tamaño de la ventana cenital por encima del 15 % del área de piso del invernadero aumenta la tasa de ventilación en 20-40 % con velocidades del viento entre 0 y 4 m/seg (Gómez et al. 2009)

Mallas anti insectos. Existe en el mercado una gran variedad para utilizar en las aberturas laterales y cenitales del invernadero, todas con el mismo objetivo: impedir la entrada de insectos que puedan ser vectores de virus o disminuyan la calidad del fruto por daños directos como pueden ser picaduras o puestas de huevos. La diferencia entre unas y

otras a parte del precio, estriba en el tamaño de los poros de los tejidos. Según esto, cabría pensar que la más eficaz es la que tenga un menor tamaño en sus poros, que será la más difícil de franquear por los insectos. Sin embargo, estas mallas además de impedir la entrada de insectos deben ser lo suficientemente permeables al paso del aire como para proporcionar al cultivo un microclima óptimo, sin perjuicio de unas condiciones adversas para el desarrollo de enfermedades (García, 2011). Para la región de Azuero sería recomendable usar mallas de 30 mesh por lo antes expuesto.

Cobertura de suelo, con diferentes tratamientos de acolchados de polietileno superan en 35% al testigo sin acolchar, pero el mejor rendimiento se obtiene con el polietileno de color blanco de baja densidad, superando al testigo sin acolchar en un 51% (Alvarado y Castillo 2003).

D. Perfil técnico del cultivo de pimentón en ambiente protegido.

El manejo del cultivo se realizará bajo las recomendaciones del modelo productivo del pimentón bajo condiciones protegidas en el Oriente Antioqueño de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), debido a que no existe información sobre este sistema de producción generado en el país.

1. Carta tecnológica del pimentón

El pimentón es una especie dulce del género *Capsicum*, es parte de la familia botánica de las solanáceas. Es la especie más cultivada de este género. Tuvo su origen en el

continente americano, probablemente en lo que hoy comprende la parte sur de Brasil; pero también se considera a Colombia como uno de los centros de origen.

a. Generalidades del pimentón

Dada la complejidad taxonómica existente para el pimentón, es difícil establecer una clasificación homogénea que agrupe las distintas variedades; por esto su identificación se basa en características morfológicas, fisiológicas y organolépticas como tamaño y forma de los frutos, evolución del color durante la maduración y el sabor picante, entre otras. Desde el punto de vista práctico, existen tres grupos varietales: variedades dulces, variedad dulce italiano y variedades con sabor picante.

Variedades dulces

Suelen tener frutos de tamaño grande; son los que se cultivan en invernaderos y su cultivo está muy extendido para el consumo en fresco y la industria de conservas. En Panamá las variedades dulces más cultivadas son del tipo lamuyo y California.

- Tipo lamuyo, tres puntas o rectangulares: Son frutos largos de forma cónica que terminan en tres puntas, de pulpa gruesa, sabor dulzón, y acidez baja y turgente, lo cual permite pelarlos. Los hay de alto y medio peso promedio, pero son más valorados los de gran tamaño
- Tipo California, cuadrado: Son frutos con 7 a 10 centímetros de longitud y 6 a 9 centímetros de ancho. Son de pulpa gruesa y se diferencian del tipo lamuyo por tener cuatro hombros bien marcados. Los frutos tienen paredes rectangulares o cuadradas, ligeramente redondeadas o en forma de barril. Son de peso mayor a 100 gramos y con alto número de semillas. Este tipo es el que predomina en el mercado internacional por su presentación y

firmeza; el pimentón California Wonder es el más comercializado en Panamá, y se encuentra de color verde, rojo o amarillo.

Variedad dulce italiano

Este pimentón corresponde a un subgrupo del tipo lamuyo y se diferencia por presentar frutos delgados, alargados, con longitud de 18 a 35 centímetros y con espesor de la pulpa muy variable. Se colorean de rojo o amarillo al madurar.

Cabe anotar que los pimentones dulces cuentan con híbridos tipo gourmet, los cuales se reconocen por colores: Plinio, Orangery, Menta, Zamboni, Zirconio, Lírica y Taranto, y los de color rojo: Magali, Brenan, AF 6529, Brito F1, Dhara y Nathalie. Dentro de los materiales tipo gourmet o de colores con mejor comportamiento en la producción están Lírica, Orangery, Menta y Taranto; en cuanto a precocidad, los materiales Menta y Zirconio muestran una mayor rapidez en comenzar el período de cosechas, lo que también es una condición deseable para cualquier material. En términos generales, el material Menta presenta las mejores condiciones vegetativas, debido a su alto potencial productivo y su precocidad.

Por otra parte, dentro de los pimentones rojos con mayor productividad se pueden considerar el AF 6529, Nathalie, Magali y PS4212; en cuanto a precocidad, los materiales AF 6529, PS4212 y Brito F1 muestran una mayor rapidez en comenzar el período de cosechas. En conclusión, entre los pimentones rojos el material PS4212 Híbrido dulce del tipo cónico, planta muy vigorosa. Frutos de excelente calidad y buen tamaño, lo que por su fortaleza y estructura de floración le permite al agricultor ofrecer al mercado un producto superior. Presenta alta tolerancia a: Peca bacteriana (X3R), Virus del Moteado del Chile

(PMMV), Virus Y de la papa (PVY, PO 1, 1.2) y Tombamovirus (PO). Presenta las mejores condiciones vegetativas, tanto por su alto potencial productivo como por su precocidad

Variedades con sabor picante

Muy cultivadas en Suramérica, suelen ser variedades de fruto largo y delgado.

b. Condiciones agroecológicas

Temperatura

La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo del pimentón oscila entre 18 y 28 °C. Temperaturas mayores de 32 °C y en condiciones de baja humedad relativa o del ambiente, se provocan abortos o caída de botones florales y flores, así como la reducción de la capacidad del polen para la fecundación de las flores. Las temperaturas nocturnas mayores a 30 °C pueden causar el aborto de todas las flores y botones florales; por el contrario, la polinización aumenta cuando la temperatura diaria baja de 20 °C, siendo esta la temperatura óptima para el cuaje. Cabe anotar que al ocurrir temperaturas por debajo del rango óptimo, durante la formación del botón floral se puede presentar la formación de múltiples frutos de menor tamaño alrededor del principal y frutos deformes.

Humedad relativa

La humedad relativa o del ambiente óptima oscila entre el 50 % y el 70 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas causadas por hongos y dificultan la fecundación; la coincidencia de altas temperaturas y

baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados. El exceso de humedad se puede reducir mediante ventilación, aumento de la temperatura, regulación del riego y construcción de zanjas de drenaje. La falta de humedad se puede corregir con riegos, disposición de recipientes con agua y pulverizando agua en el ambiente. En el caso de cultivos bajo casas de cultivos, las ventanas de ventilación cenital con longitud superior a 40 centímetros son muy recomendadas, tanto para el control de la temperatura como de la humedad relativa

Luminosidad

El pimentón es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de reproducción. Si la intensidad de la radiación solar es demasiado alta, se puede producir rajadura de frutos, golpe de sol y coloración irregular en la madurez. En estado de plántula, el pimentón es un cultivo relativamente tolerante a la sombra; en el semillero, la aplicación de hasta un 55 % de sombra aumenta el tamaño de las plantas, favoreciendo posteriormente la producción de más frutos y de tamaño más grande. La sombra tenue puede ser benéfica para el cultivo, por reducir el estrés de agua y disminuir el efecto de la quema de frutos por el sol; sin embargo, el exceso de sombra reduce la tasa de crecimiento del cultivo y puede provocar el aborto de flores y frutos.

Suelos

Los suelos más apropiados para el cultivo del pimentón son aquellos que presentan: textura media (franca [F] a franca arenosa [FA]), estructura suelta, buen drenaje, buena fertilidad y pH ligeramente ácido a neutro (5,8 a 7,0). El pimentón presenta baja tolerancia

a la salinidad del suelo y del agua de riego; bajo condiciones de salinidad en el suelo y en el agua de riego la planta se desarrolla poco y los frutos que se obtienen son de menor tamaño. Antes de adelantar la siembra se debe seleccionar muy bien el suelo, teniendo en cuenta las características anteriormente indicadas, y en lo posible que el cultivo inmediatamente anterior no haya sido de tomate o papa, dado que pertenecen a la familia de las solanáceas y, por tanto, comparten las mismas plagas y enfermedades.

c. Siembra y manejo agronómico del cultivo

Etapa de semillero

Para el semillero se recomienda el uso de bandejas de 53 a 128 alveolos, con un volumen por celda de 37 a 28 centímetros cúbicos de sustratos. Las bandejas de 53 orificios permiten un mayor desarrollo radicular y del follaje y, por consiguiente, una mejor calidad de la planta; sin embargo, incrementan los costos por plántula, por requerir mayores cantidades de sustrato por celda. El sustrato debe estar bien desinfectado para evitar el ataque de plagas y algunas enfermedades en el semillero; además, debe presentar buena humedad, para brindar las condiciones ideales de germinación de la semilla. Una forma de desinfectar el sustrato es utilizando el método de solarización, el cual consiste en colocar una capa de suelo o sustrato húmedo de 20 centímetros de altura, cubierta con plástico transparente y dejándola a la exposición directa de los rayos solares.

La siembra en las bandejas se realiza depositando una semilla en el centro de cada celda y enterrándola de 2 a 3 milímetros de profundidad, cubriéndola ligeramente con el material del sustrato. La aplicación de fertilizantes en la etapa de semillero se realiza a partir del

momento en que germina la semilla, aplicando una solución líquida preparada con nutrientes mayores y menores. En condiciones normales de humedad, luminosidad, aireación y temperatura (25 °C), la semilla de pimentón germina en un período de tiempo de 8 a 10 días.

Las plántulas podrán ser trasplantadas de 35 a 45 días después de la germinación, cuando alcanzan el tamaño ideal.

Preparación del terreno

La preparación del terreno para la siembra consiste en adelantar previamente a la construcción del invernadero diferentes actividades de laboreo como subsolado, arada, rastrillada, construcción de zanjas de drenaje, surcada y aplicación de correctivos:

- **Subsolado:** Se realiza especialmente en suelos que no han sido laborados o se encuentren bajo uso de pastoreo, presenten compactación por maquinaria pesada o estén en descanso prologado. Esta labor se adelanta mediante la utilización del arado de cinceles a una profundidad mínima de 60 centímetros, con lo cual se logra una mejor penetración radicular, aireación y drenaje del suelo; se recomienda adelantar esta labor cada uno o dos años.
- **Arado:** En el caso del pimentón esta actividad consiste en remover la parte superficial del suelo a una profundidad en lo posible de 45 centímetros, lo que favorecerá el buen desarrollo radicular y de la planta.
- **Rastrillada:** Es una labor que se realiza después de la arada para romper los terrones, teniendo precaución de que el suelo este húmedo. Con la arada y la rastrillada se busca mejorar las condiciones físicas del suelo y el control de malezas. En el caso de suelos que

hayan sido laborados y se encuentren bajo invernadero, estas labores de preparación se realizan de manera manual.

- Luego se adelanta el trazado de los surcos y se marcan los sitios en donde al momento del trasplante se harán hoyos de tamaño ligeramente mayor al volumen ocupado por el recipiente que contiene la plántula.
- Por último, un mes antes de la siembra se aplica de manera localizada la materia orgánica (gallinaza) bien compostada y los correctivos recomendados de acuerdo con los resultados del análisis de suelos. Si es necesario, al momento del trasplante se aplican 40 gramos por sitio de micorrizas para ayudar a fortalecer el sistema radicular de las plantas.

Siembra o trasplante

Para la siembra o trasplante, las plántulas pueden provenir de semilleros establecidos dentro del predio o de sitios de producción comercial; deberán tener una altura media del tallo de 10 a 12 centímetros, cinco a ocho hojas, color verde, erectas, sistema radicular bien desarrollado, sanas, uniformes y vigorosas. Por otra parte, el suelo a donde van a ser trasplantadas las plántulas debe contar con buena humedad; así como las bandejas de semilleros, las cuales deberán ser regadas con abundante agua dos a tres horas antes del trasplante, lo que facilitará el arranque sin dañar las raíces y mantener el sustrato húmedo y sin desmoronarse.

Al momento de la siembra, el pilón del sustrato debe quedar a ras del suelo, con lo que se evitará la pudrición del cuello de la raíz; así mismo, se debe aplicar riego para evitar el marchitamiento de la plántula por estrés de agua. Se recomienda realizar el trasplante en horas de la mañana y sumergir previamente las plántulas en una solución de *Trichoderma*

harzianum en concentración de 2 gramos por litro de agua para protegerlas del ataque de microorganismos del suelo.

Las plántulas se trasplantan sobre surcos o camas de 80 centímetros de ancho cubiertas con un acolchado plástico, estableciendo dos hileras por cama con una distancia entre plantas de 60 centímetros para obtener una densidad de siembra de 2.5 plantas por metro cuadrado, lo que equivale a 25,000 plantas por hectárea bajo invernadero.

Poda

Las plantas de pimentón de crecimiento indeterminado que se siembran bajo invernadero presentan un continuo desarrollo vegetativo durante todo el ciclo del cultivo, produciendo nuevas hojas y tallos, así como un crecimiento reproductivo que da origen a órganos como flores, frutos y semillas, lo que implica hacer semanalmente podas estructurales que permitan el balance del crecimiento vegetativo frente al crecimiento reproductivo. Por otra parte, con las podas se busca mejorar la ventilación de las plantas, disminuyendo el riesgo de enfermedades en el cultivo.

Caso contrario, cuando se adelanta un plan de podas deficiente se presenta un retraso en el desarrollo de las plantas, lo que ocasiona la caída de flores y frutos jóvenes. Las podas en el cultivo del pimentón se pueden adelantar ya sea por el sistema holandés con espaldera en “V”.

- ***Sistema de poda holandés con espaldera en “V”***

Con este sistema se busca tener entre dos y tres tallos productivos por planta, mejorando la calidad y obteniendo frutos más grandes y con mayor peso, pero con la desventaja de

tener un menor rendimiento por unidad de área frente a otros métodos de manejo, dado que el tutorado de espaldera en V acepta una hilera de plantas por cama. Este método de poda se adelanta en dos etapas; una primera, llamada poda de formación, y la segunda, poda de mantenimiento.

- Poda de formación: Dos o tres semanas después del trasplante, las plantas presentan una bifurcación del eje principal dando origen a dos o tres tallos principales que forman la primera horqueta en donde se genera la primera flor. Por esto, la primera poda consiste en retirar la primera flor antes de ser polinizada y los brotes que se presentan por debajo de la horqueta, en razón a que estos aprovechan la mayoría de las sustancias nutritivas resultantes de la fotosíntesis de la planta, provocando un retraso en el crecimiento de los tallos principales que se generaron de la segmentación del eje principal.

- Poda de mantenimiento: Una vez hecha la poda de formación, se deberán adelantar podas semanales de mantenimiento en vista a que la planta de pimentón continúa produciendo nuevos nudos sobre cada tallo principal. En este sentido, la poda de mantenimiento busca mantener dos o tres tallos principales por planta durante todo el ciclo productivo del cultivo, dejando los tallos con mayor vigor; al eliminar los tallos más débiles se debe tener cuidado en dejar una hoja por encima de la flor que se formó en la horqueta debido a que esta hoja brinda nutrientes para el fruto que se formará después de polinizada la flor, y además protegerá el fruto de quemaduras de sol. La importancia de la poda de la primera flor radica en que esta aprovecha los nutrientes para la formación del fruto, no permitiendo el buen desarrollo de los demás frutos; además su eliminación favorece una mayor floración y producción en el resto de la planta.

- ***Sistema de poda español***

Al igual que el sistema de poda holandés, la poda de formación se adelanta de manera similar y las podas de mantenimiento; no obstante, se busca mantener de cuatro a seis tallos productivos por planta, lo que significa un mayor rendimiento por unidad de área.

- Podas de mantenimiento: Una vez realizada la poda de formación, el desarrollo de la planta continúa y, a diferencia del sistema de poda holandés, se permite que cada uno de los tallos principales formen dos tallos más, para así lograr una planta con cuatro a seis tallos secundarios productivos, a los que se les sigue realizando las podas semanales de mantenimiento durante todo el ciclo productivo, de manera similar al método holandés
- Raleo de frutos: Esta labor corresponde a otro tipo de poda, que consiste en retirar los frutos que presenten deformaciones, quemaduras de sol o tamaños muy pequeños. Así se obtienen frutos de mejor calidad, dado que al reducir la competencia por nutrientes los frutos restantes podrán ser de mayor tamaño y peso.

Tutorado

En vista de que el crecimiento del pimentón es indeterminado, se puede llegar a tener plantas hasta de 2,8 metros de altura. Esto hace necesario realizar el tutorado con el fin de brindar sostén a las plantas para evitar que se rompan los tallos y los frutos toquen el suelo; así mismo se favorece la ventilación de las plantas, la aplicación de tratamientos y la cosecha. El tutorado del cultivo de pimentón bajo invernadero se realiza disponiendo postes a lo largo del surco a una distancia de 4 a 6 metros y pasando una fibra de calibre 9000 alrededor de ellos para darle soporte a la planta. El primer hilo se pone aproximadamente

a 30 centímetros del suelo y de ahí en adelante se colocan otras cinco hiladas dependiendo de la altura de la planta.

Deshoje

Una vez se ha realizado la cosecha de los primeros frutos desarrollados en la parte inferior de la planta, se deben retirar las hojas viejas. Esta labor permite mejorar la aireación al interior del cultivo, lo que hace que disminuya la ocurrencia de enfermedades causadas por hongos y el ataque de la mosca blanca al retirar las ninfas ubicadas en el envés de estas hojas.

Riego

Cuando la oferta de agua no es suficiente para que las plantas absorban los nutrientes del suelo, se produce estrés hídrico; esto causa marchitez y reducción del crecimiento y el desarrollo, así como baja producción de flores y frutos. Aunque el pimentón puede tolerar el estrés hídrico mejor que otras especies de la familia de las solanáceas como el tomate, si este se prolonga por mucho tiempo, puede ocasionar la caída de las hojas, de los botones florales, de las flores y de los frutos. La baja disponibilidad de agua reduce las absorciones de calcio (Ca), provocando deficiencia de este elemento en la planta, la cual se reconoce por presentar frutos con necrosis apical o «culillo»; por otro lado, el exceso de agua causa muerte de la raíz debido a la condición anaeróbica o ausencia de oxígeno en el suelo, también provoca retraso de la floración y desórdenes en la fructificación como rajadura de los frutos.

El riego consiste en suministrar el agua suficiente para el buen crecimiento y desarrollo de los cultivos; esto con el fin de obtener una buena producción en calidad como en cantidad. El tipo de riego más adecuado será aquel que mejor se adapte al sistema de producción, para lo cual se deben tener en cuenta aspectos como el clima, el área a regar, el cultivo a establecer, las características del suelo, y la disponibilidad y la calidad del agua. En el caso del cultivo del pimentón bajo invernadero, el sistema de riego por goteo es el más indicado.

Riego por goteo: Este tipo de riego permite llevar el agua por una red de tuberías y aplicarla periódicamente y en pequeños volúmenes a través de goteros; la aplicación de riegos frecuentes durante el día reduce el riesgo de exponer a estrés hídrico al cultivo, ya que es posible mantener la humedad del suelo a niveles óptimos, lo que sin duda favorecerá el crecimiento y desarrollo del cultivo. Un equipo de riego por goteo está compuesto por los siguientes elementos: de abastecimiento de agua, cabezal principal de riego, tuberías de conducción principales, tuberías terciarias, cabezales de campo y laterales de riego con emisores. En muchos casos los sistemas de riego disponen de una unidad de fertilización para inyectar los fertilizantes requeridos; en esta forma se facilita la implementación del plan de fertilización establecido para el cultivo. Dicha unidad se compone de tanque de almacenamiento en polietileno con capacidad de 200 a 1.000 litros y de un sistema de inyección integrado por tanques de fertilización conectados paralelamente a la red de distribución e inyectores tipo vénturi por donde se pasa la solución de fertilizante desde los tanques de fertilización a la red de tubería para el riego.

Fertilización

El profesional responsable de la asistencia técnica deberá formular el plan de fertilización y orientar su implementación según la oferta de nutrientes del suelo; esta se determina de acuerdo con el resultado de los análisis de laboratorio y la demanda nutricional del cultivo. Ahora bien, el cultivo de pimentón es exigente en nitrógeno (N) y fósforo (P) desde el trasplante hasta el inicio de la floración; pero durante la época del cuajamiento y llenado de los frutos se aumentan las demandas de potasio (K), calcio (Ca) y boro (B). En términos generales, el plan de fertilización de un cultivo de pimentón contempla las siguientes aplicaciones:

- Un mes antes de la siembra se deben aplicar los correctivos o enmiendas al suelo si es necesario; el día del trasplante se aplican 40 gramos por sitio de micorrizas para ayudar a fortalecer el sistema radicular de las plantas.
- Dos semanas después del trasplante se realiza una fertilización con un fertilizante completo y una fuente de elementos menores. Se puede alternar las aplicaciones directas de fertilizantes al suelo con un plan de fertirriego diario, usando fórmulas completas o fuentes simples. Adicional a estas fertilizaciones se realizan fertilizaciones foliares con aportes de calcio (Ca) y boro (B), alternadas cada quince días con aportes de fósforo (P) y potasio (K). No se debe mezclar el calcio y el fósforo. Dentro de los fertilizantes edáficos o de aplicación directa al suelo, se encuentran disponibles en el mercado el fosfato diamónico (18-46-0), el nitrato de potasio (13-0-44), el 10-20-20, el 10-30-10, el 15-15-15 y fuentes de elementos menores, entre otros. Como fuentes simples están: nitrato de calcio (15-0-0-26), nitrato de potasio (13-0-44), ácido fosfórico (0-52-0), sulfato de magnesio (16 % MgO y 13 % S) o productos quelatados.

Desórdenes fisiológicos y condiciones de estrés

Los desórdenes fisiológicos son alteraciones en el normal desarrollo de las plantas de cultivo, ocasionadas por factores ambientales como altas o bajas temperaturas, radiación solar, humedad, y excesos o deficiencias de agua y de nutrientes. Dentro de los principales desórdenes que se presentan en el cultivo del pimentón se tienen: pudrición apical, pie de elefante, manchado de los frutos, frutos deformes y golpe de sol.

Pudrición apical

Este desorden, conocido comúnmente como culillo, se da principalmente por deficiencia de calcio. Consiste en una lesión que se presenta en la punta del fruto, inicialmente de forma redonda y de color blanco, que luego toma un color oscuro en razón a que el tejido muere y colapsa dejando un hundimiento en la superficie del fruto. En algunos otros casos, la pudrición se puede dar por exceso de potasio en el suelo, por condiciones de salinidad en el suelo como en la solución nutritiva, y por crecimiento rápido de la planta por efecto de altas temperaturas.

Hinchazón de la base del tallo

Consiste en una hinchazón a la altura de las hojas cotiledóneas que genera una pudrición que causa marchitamiento y muerte de la planta. Este desorden se origina por el efecto de altas concentraciones de sales en el suelo, el agua de riego y los fertilizantes, y por el exceso de humedad que se pueda presentar. Por esta última razón, los goteros deberán ser apartados de la base del tallo de las plantas o se realizarán los primeros riegos después del trasplante con regadera alrededor de las plantas.

Manchado de los frutos

Consiste en manchas amarillas o marrones en la superficie de los frutos, que afectan la calidad visual de estos, causando su rechazo en el mercado. Esta anomalía se presenta por alta radiación, bajo sombreado de los frutos y altas concentraciones de nitrógeno en la solución nutritiva del suelo.

Frutos deformes

Esta condición está asociada a bajas temperaturas durante las horas de la noche (menores a 15 °C) que interfieren en la viabilidad del polen y, por tanto, en la polinización de las flores, afectando tanto el cuaje de los frutos como su forma.

Golpe de sol

Este daño es ocasionado por la exposición de los frutos a la radiación directa del sol en conjunto con la presencia de temperaturas superiores a los 38 °C dentro del invernadero. A nivel interno el daño se genera cuando la fotosíntesis es alterada por la temperatura excesiva, haciendo que la radiación genere daños severos en los procesos fotodinámicos. Las recomendaciones principales para evitar este tipo de daños consisten en mantener un rango de temperaturas adecuadas dentro del invernadero e impedir que los frutos queden expuestos directamente a la radiación solar.

Enfermedades y plagas del pimentón

Antracnosis

Enfermedad causada por el hongo *Colletotrichum corda*. Los síntomas se presentan en la parte aérea de la planta a manera de manchas de color pardo oscuro sobre los tallos y las hojas, que después se convierten en lesiones cóncavas limitadas por bordes rojizos y una masa gelatinosa de color rojizo a salmón. El hongo se trasmite por semillas infectadas, agua de lluvia, suelo infectado y plantas infectadas. El manejo de la enfermedad contempla: uso de semilla certificada, buen control de malezas, reducción de las densidades de siembra para favorecer una buena ventilación, rotación de cultivos, recolección del material vegetal infectado y, por último, manejo químico, rotando ingredientes activos y modos de acción para evitar que el patógeno se vuelva resistente al ingrediente y cumpliendo los periodos de carencia.

Alternaria o tizón temprano

Causada por el hongo *Alternaria solani*; ataca los tejidos de tallos, hojas, semillas, flores y frutos, en plantas de todas las edades y durante todo el ciclo de cultivo. La enfermedad se reconoce por la formación de anillos concéntricos de color púrpura que van creciendo y necrosando los tejidos. El patógeno ingresa al tejido a través de los estomas (aberturas naturales de la planta), heridas o directamente por las células epidermales. Algunas estructuras reproductivas del hongo, como las conidias, pueden sobrevivir en el suelo y en los desechos de plantas afectadas; germinan bajo condiciones óptimas con temperaturas entre los 28 y 30 °C y en presencia de alta humedad relativa. Los patógenos son diseminados por las corrientes de aire, agua de lluvia, agua de riego, herramientas

contaminadas e insectos. Para su control y manejo se deberá utilizar semilla certificada, eliminar residuos de cosecha, realizar rotación de cultivos, intensificar los monitoreos para detectar su presencia en el cultivo, regular el riego de acuerdo con las necesidades del cultivo y, como última medida, adelantar el control químico rotando los productos según el modo de acción y respetando los períodos de carencia.

Botrytis o moho gris

Enfermedad causada por acción del hongo *Botrytis cinerea Pers*, que se desarrolla bajo condiciones de alta humedad y bajas temperaturas. Se reconoce inicialmente por la formación de manchas de color marrón sobre las que luego se forma una capa de moho de color gris que cubre los tejidos afectados. El hongo ataca plántulas, raíces, flores, brotes y frutos, en los que causa una pudrición incluso durante el envío y el almacenamiento, dada su capacidad de desarrollarse a temperaturas cercanas a 0 °C. Para su manejo, se recomienda utilizar semilla certificada, evitar la siembra en suelos arcillosos y la fertilización excesiva, eliminar las plantas infectadas y muertas y los residuos de cosecha, regular el uso del riego, controlar la humedad mediante la construcción de canales y zanjas de drenaje, manejar densidades de siembra que favorezcan la aireación del cultivo, evitar causar heridas a las plantas durante las diferentes labores y en la cosecha, aplicar productos biológicos o químicos para su control de manera oportuna e igualmente realizar cosechas en el tiempo indicado.

Gota o tizón tardío (Phytophthora infestans)

Esta enfermedad se desarrolla en condiciones de alta humedad y agua libre sobre las hojas, causando daños en las hojas, los peciolo, los frutos y los tallos. Las lesiones en las hojas inician con una mancha que rápidamente invade la hoja y toma coloración café; en los frutos comienza con manchas grasosas, oscuras y oliváceas que crecen hasta cubrir todo el fruto. Para el manejo y control de la enfermedad es importante realizar monitoreos periódicos para su detección temprana; seguidamente hay que reducir la humedad del ambiente en el invernadero bajando las cortinas en la mañana y subiéndolas en la noche, eliminar al rededor del cultivo de pimentón plantas o cultivos hospederos de la enfermedad, adelantar podas sanitarias combinándolas con aplicaciones de fungicidas y eliminar los residuos. Los fungicidas como cymoxanil, fenamidone, metalaxyl, dimetomorf o propamocarb, entre otros, generalmente brindan excelentes resultados para el control de la gota; igualmente se han obtenido buenos resultados con aplicaciones de hidrolato de chipaca.

Mancha bacteriana (Xanthomonas campestris pv. vesicatoria)

En esta enfermedad, la bacteria invade las hojas, los tallos y los frutos. Se reconoce por la formación inicial de manchas irregulares que pasan de color amarillo a negro o marrón oscuro, para luego producir la necrosis del tejido infectado; en los frutos el ataque comienza con una macha acuosa amarillenta que luego toma un color gris oscuro. Esta enfermedad se desarrolla en condiciones de alta humedad relativa y temperaturas entre 24 y 30 °C. La bacteria puede venir en semillas y se transporta a través de la lluvia, la maquinaria y las herramientas. Una vez se establezca la enfermedad en el cultivo, su control se hace difícil;

sin embargo, su prevención se logra mediante la rotación de cultivos, el uso de semilla certificada y el control adecuado de malezas. En los cultivos se puede controlar aplicando bactericidas a base de yodo como agrodyne.

Nematodos (Meloidogyne spp.)

El pimentón es atacado por varios géneros de nematodos, de los cuales el de mayor importancia es el género *meloidogyne*, con sus especies *Meloidogyne arenaria*, *M. hapla*, *M. incognita* y *M. javanica*, conocido como el nematodo de los nódulos radicales debido a las nudosidades o agallas que dejan las larvas al penetrar en las raíces de las plantas. Dependiendo de la especie, el nematodo forma nódulos pequeños como el caso de *M. hapla*, mientras que la especie *M. javanica* forma agallas más grandes y *M. incognita* forma pequeñas agallas en cadenas. Los síntomas externos fácilmente se confunden con deficiencias nutricionales o por estrés hídrico; por los daños causados en las raíces se produce atraso del crecimiento y marchitez de la planta e infecciones por otras enfermedades. Dentro de las prácticas a implementar para su control se tiene la rotación de cultivos, aclarando que para el caso de la especie *M. hapla* no es muy efectiva esta medida. Cuando las poblaciones del nematodo son bajas, se puede adelantar control biológico aplicando extractos vegetales como el sincosin o inoculando en el suelo el hongo *Paecilomyces lilacinus*; para tener éxito en el control de nemátodos, se requiere esperar que se cumpla cierto período de establecimiento, además se deben efectuar aplicaciones periódicas.

Pasador del fruto (Neoleucinodes elegantalis):

El pasador del fruto es una de las plagas más importantes del pimentón en América Latina. Una característica fundamental en su manejo es que corresponde a una plaga cuarentenaria, lo cual implica que su presencia en el cultivo impide la entrada del producto fresco a mercados internacionales. Los adultos de esta plaga son polillas blancuzcas, con alas blancas hialinas y con zonas escamosas de color marrón. Son de hábito nocturno y abdomen curvado cuando se encuentran en reposo; las hembras ponen entre 100 y 250 huevos, debajo de la corola de la flor, en la base de los pedúnculos del fruto y sobre los frutos. Al nacer las larvas, estas penetran rápidamente al fruto, lo cual dificulta su control. La larva se desarrolla dentro del fruto con una duración aproximada de 20 días; una vez termina su desarrollo, deja una cicatriz redonda y se dirige hacia el suelo, donde pasa a la fase de pupa superficialmente. Las larvas se alimentan de la pulpa del fruto realizando galerías en el interior del pericarpio; cuando se observa el orificio de salida, el fruto ya ha sido consumido en más de un 60 %. El manejo y control cultural del pasador del fruto se puede adelantar mediante la implementación de prácticas como: recolección y eliminación de los frutos al inicio de la infestación; rotación de cultivos; control biológico de manera preventiva antes de presentarse la infestación, con inoculación de *Trichogramma exiguum* o *Bacillus thuringiensis*; instalación de 20 trampas por hectárea con feromonas para captura de machos, con lo cual se reduce la fecundación de las hembras. Por su parte, el control químico resulta ser de muy poca efectividad, debido a que las larvas están protegidas en el interior de los frutos y al hábito nocturno de los adultos.

Mosca blanca o palomilla (Trialeurodes vaporariorum, Bemisia tabaci)

Los adultos se localizan en las hojas tiernas y de la parte superior de la planta, en donde se alimentan de la savia y ponen los huevos. Este insecto plaga es el responsable de daños en la planta, como: clorosis o amarillamiento de las hojas al ser chupada la savia por las ninfas y la mosca en estado adulto, formación del hongo fumagina (*Cladosporium sp*) sobre los líquidos azucarados depositados por el insecto en sus estados inmaduro y adulto, y transmisión de virus afectando los rendimientos del cultivo del pimentón. Para su manejo y control es importante partir inicialmente de un lote libre de mosca blanca, para lo que es necesario destruir todos los residuos del cultivo anterior, eliminar toda la vegetación del invernadero y dejar las cortinas del invernadero abiertas para estimular la salida de la plaga. Una vez establecido el cultivo, el control se adelanta mediante un buen manejo de malezas dentro y a los alrededores del invernadero, realizando paralelamente el control biológico, como la mejor alternativa, aplicando parasitoides, como *Encarsia Formosa*, *Amitus fuscipennis* y *Eretmocerus mundus*; depredadores, como *Chrysoperla carnea*, y entomopatógenos, como *Beauveria bassiana*. Por su parte, el control químico deberá ser realizado solo en casos extremos de afectación y teniendo en cuenta aspectos como: producto específico de acuerdo con el estado de desarrollo en el que se encuentre la plaga, rotación de insecticidas o ingredientes activos, compatibilidad o mínima afectación de los enemigos naturales de la mosca blanca y guardar el periodo de carencia indicado en la etiqueta del producto. Existen en el mercado insecticidas con diversos ingredientes activos, que deben ser rotados según su mecanismo de acción y usados bajo la orientación del asistente técnico; un ingrediente activo recomendado para su manejo es el spiromesifen, que por sus características químicas genera un menor impacto ambiental.

Trips (Frankliniella occidentalis)

Son pequeños insectos que se ubican principalmente en los tallos o flores y ocasionalmente en el envés de las hojas cuando el grado de infestación de la plaga es muy alto. Los daños ocasionados por los adultos y larvas consisten en dejar pequeñas cicatrices de color gris plateado en las hojas, afectar el desarrollo de las flores atacadas y producir cicatrices en forma de cremallera sobre los frutos; es de anotar que estos insectos pueden ser un potencial transmisor del virus del mosaico del pimentón. Con relación al control de los trips, es indicada la liberación en promedio de 20.000 individuos por hectárea de crisopas (*Chrysoperla externa*) y otros depredadores como *Orius sp* o *Neoseiulus cucumeris*. En cuanto al control químico, no existen insecticidas que controlen trips y que a la vez sean totalmente selectivos con los enemigos naturales; sin embargo, existen ingredientes activos con alguna compatibilidad a enemigos naturales y de bajo impacto ambiental, disponibles en el mercado, como spinosad y spinetoram. (ICA, 2012).

El picudo del chile Anthonomus eugenii Cano (Coleoptera: Curculionidae)

El adulto mide ente 2.5 y 3.0 mm de largo y de 1.3 a 2.0 mm de ancho, es de color café rojizo recién emergido y después de 2 a 3 días cambia a color negro o gris, su cuerpo está cubierto con una fina pubescencia (escamas) de color amarillo claro, principalmente en el pronoto y élitros. La cabeza del insecto se prolonga hacia adelante a manera de un pico largo y curvo (rostrum), en cuyo extremo se encuentran las piezas bucales, éste es más largo que la cabeza y el tórax. Tiene una espina sencilla en la mitad de fémur anterior, característica que lo hace distintivo de otras especies. La hembra se diferencia del macho

porque tiene el pico más delgado y ligeramente más largo que el macho, aunque en general este es menos puntiagudo y más brillante (Saunders et al., 1998).

El enfoque integrado es la opción más viable, económica y efectiva para el control de este insecto, dicho esquema debe de considerar: Monitoreo. Debe comenzar antes de la siembra y aplicarse de manera periódica, del tal forma que permita la identificación oportuna del insecto para tomar acciones enfocadas al control. La inspección de los botones florales, el uso de trampas amarillas con feromonas de agregación, y la inspección de plantas completas o exploración de daños, son elementos a considerar para un monitoreo eficaz.

Hay que tener en cuenta que por cada día que se deja de efectuar acciones puntuales para el control de la plaga, se producen hasta seis huevos por adulto hembra, lo que indica la importancia de la detección oportuna. Además, las larvas y pupas se refugian dentro de los frutos y su control resulta difícil, al menos con productos químicos de contacto. El monitoreo previene cuantiosas pérdidas económicas, por lo que en épocas de alta incidencia se debe realizar uno cada 2 ó 3 días y las trampas se deben cambiar cada 24 horas.

Las trampas se recomienda colocarlas en dirección horizontal a los vientos dominantes (generalmente de este a oeste), donde en terrenos chicos (1-5 ha), en cada extremo y una en medio, y en extensiones más grandes se debe situar una trampa cada 30-50 metros. Cuando alguna trampa de los extremos tiene un número superior de insectos respecto al ubicado en la zona media del terreno, significa que la plaga está llegando, y si el número de picudos es igual en dos o más por trampa significa que el cultivo ya está infectado y habrá que tomar acciones inmediatas de control.

Control cultural.

Se recomienda eliminar toda la maleza del terreno y del perímetro, además de establecer el cultivo dentro de la fecha de siembra recomendada para la zona, cuyo objetivo es evitar siembras continuas que favorezcan el incremento en las poblaciones del insecto. Inmediatamente después de la cosecha es importante destruir la planta mediante su incorporación al suelo por medio de la labranza.

Durante el período de fructificación es recomendable recoger los frutos caídos y enterrarlos con el propósito de eliminar las larvas, pupas y adultos que se encuentran en los frutos o que pueden servir de reservorio de la plaga.

Control biológico. Las investigaciones en este sentido han sido pocas, sin embargo, existen algunos autores que han documentado algunos resultados con el uso de parasitoides, como *Catolaccus hunteri* Crawford. En México se han encontrado especies de avispas nativas, pertenecientes a unos nueve géneros.

De estas especies, *Triapsis eugenii* (familia Braconidae) encontrada en Nayarit, es el parasitoide más prometedor como agente de control biológico para el picudo de chile y tiene un nivel de parasitismo cercano al 30 %. También se debe de considerar el uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, donde sus cepas se han evaluado en varios estados del país y tienen cierta tendencia al control del picudo, además de controlar otras plagas como mosca blanca.

Control químico. Se recomienda iniciar las aplicaciones de insecticidas cuando los niveles de infestación sean del 5 % en botones y frutos, o cuando se encuentre un adulto por cada 200 plantas, inspeccionando un mínimo de dos yemas florales, botones o flores por planta, a partir de la etapa de inicio de floración y durante todo el fructificación.

Es importante evitar el uso de insecticidas de baja eficiencia, así como mezclas de ellas; se deben emplear dosis recomendados por el proveedor y evitar en la medida de lo posible aplicaciones preventivas sin previo muestreo, ya que se propicia la resistencia genética de esta y otras plagas. La aplicación debe estar dirigida a toda la planta y la cobertura debe ser en la totalidad de la planta, es decir, cubrir hojas (haz y envés), yemas florales y frutos. También tener en cuenta que la mayoría de los adultos están localizados en la tercera parte superior de la planta.

Considerando que el picudo muestra actividad dos veces al día, entre 9-10 de la mañana y 5- 6 de la tarde, se puede valorar hacer las aplicaciones durante estos periodos, aunque es más recomendable aplicarlo durante la tarde, pues la humedad relativa y la temperatura son más adecuadas (Intagri 2016)

2. Cosecha y pos-cosecha

La primera cosecha del pimentón se realiza cuando los frutos cuentan con las características que exige el mercado las cuales normalmente se alcanzan entre los 90 y 120 días después del trasplante. La cosecha se hace de forma manual, cortando con una tijera el pedúnculo por encima del fruto. Por su parte, el personal debe tener las uñas cortas y limpias; así mismo, deberán estar desinfectadas las manos para evitar daño al fruto y comprometer su inocuidad. En el campo se realiza una preselección, rechazando los pimentones que presenten daños fitosanitarios, fisiológicos y mecánicos.

Los pimentones son recolectados en canastillas plásticas con capacidad de 20 kilogramos, las cuales son transportadas posteriormente al área de pos-cosecha y empaque. Al momento de trasladar las canastillas, estas deben ser cubiertas y tratadas de forma

adecuada, para evitar daños por las condiciones ambientales y maltratos físicos del producto. El punto de cosecha del pimentón puede o no corresponder a su madurez fisiológica y varía en función de los híbridos empleados. Respecto a la cosecha de pimentón en fresco, los indicadores que se utilizan son:

Tipo

Los pimentones verdes se cosechan de acuerdo con su firmeza y el tamaño del fruto; mientras que los pimentones de color deben tener como mínimo 50 % de la coloración.

Tiempo

La planta de pimentón puede ser cosechada una o dos veces por semana durante un período aproximado de 90 a 150 días. La primera cosecha puede variar dependiendo de la altura sobre el nivel del mar donde se esté desarrollando el cultivo, pero en términos generales se realiza de 90 a 120 días después del trasplante, alcanzando de 24 a 40 cosechas durante su ciclo productivo.

Longitud

El pimentón debe tener una longitud de 10 a 15 centímetros, aunque la longitud final será en función del híbrido sembrado.

Color

Los pimentones pueden tener una gran variedad de colores, dependiendo del híbrido empleado; los más comunes son los amarillos, naranjas, verdes y rojos. Por su parte, la pos-

cosecha encierra diversas labores integradas y secuenciales que se le hacen a la fruta después de cosechada, tales como: selección, lavado, clasificación, desinfección, encerado, empaque, almacenamiento, transporte y distribución del producto, hasta que llegue al mercado.

Lo anterior con el objetivo de mantener la calidad de los frutos para lograr la satisfacción del cliente. El pimentón es una especie con frutos no climatéricos, lo que significa que una vez cosechados, no tienen la capacidad de continuar con los procesos fisiológicos de madurez; por el contrario, se da inicio al envejecimiento por degradación y deshidratación. En consecuencia, para una conservación de larga duración, es conveniente almacenar los frutos a temperaturas de 7 a 10 °C y a una humedad relativa del 85 al 90 %, para mantener un período de almacenamiento de los pimentones de 10 a 14 días.

E. Ventajas y desventajas del empleo de invernaderos

A pesar de que la implementación de casa de cultivos representa amplias ventajas sobre la producción a campo abierto, también es cierto que tiene sus inconvenientes, pues no son libres de provocar algún tipo de impacto en el ambiente. Es por ello que es necesario conocer ambos lados de la moneda.

Un invernadero está formado por una estructura metálica o de plástico cubierta por materiales translúcidos para conseguir la máxima luminosidad en el interior. Dentro de este invernadero obtendremos unas condiciones artificiales (microclima) que genera a las plantas una mayor productividad con un mínimo costo y en menos tiempo. Resguarda a las plantas o cultivos que están en su interior de daños ambientales como heladas, fuertes vientos, granizo, plagas de insectos, etc.

Como en toda empresa, no existe riesgo cero, ni impacto cero, en los invernaderos, existe una serie de ventajas y desventajas que se deben tener presentes al tomar la decisión de construir un invernadero o seguir cultivando a campo abierto, al igual que cuando se están buscando alternativas de inversión en el sector agrícola, ya sea para aumentar la productividad de una empresa establecida o al iniciar una nueva.

a. Ventajas

En cuanto a las ventajas que presenta el crecimiento de plantas cultivadas bajo invernaderos, respecto al cultivo de las mismas a campo abierto, a continuación, señalamos algunas de las más relevantes:

- **Intensificación de la producción**

Los invernaderos se consideran elementos de la agricultura intensiva por varias razones, en primer lugar debido a que es posible establecer las condiciones para el buen desarrollo de las plantas, porque existe cierto aislamiento con el exterior; también porque se pueden colocar más plantas por unidad de superficie que en campo abierto; y el último aspecto, también de relevancia, es la posibilidad de utilizar instalaciones de control climático, que mejoran las condiciones del cultivo hasta un punto óptimo.

- **Aumento de los rendimientos**

Se ha comprobado tras mucho tiempo de estudio que los rendimientos por unidad de superficie de un cultivo se ven aumentados de 2 a 3 veces bajo invernadero pero en suelo comparados con campo abierto, y si se utiliza hidroponía los rendimientos pueden ser varias veces los obtenidos a la intemperie, pudiendo llegar a ser 10 veces superior si se invierte el cuidado necesario.

- **Menor riesgo de producción**

Si el cambio climático es natural o inducido por el hombre no es caso a tratar aquí, pero si hay que reconocer que afecta a todo por igual, incluyendo la producción de cultivos; y es que al estar los cultivos protegidos por estructuras como lo son los invernaderos minimiza el daño que estos puedan sufrir debido a la aleatoriedad de los fenómenos naturales, que en campo abierto pueden llegar a representar pérdidas totales.

- **Uso más eficiente de insumos**

Con técnicas como la fertirrigación y la hidroponía es posible brindarle a las plantas solo los elementos que necesitan durante cada etapa de su desarrollo, por lo que solo se gastan los fertilizantes necesarios minimizando el desperdicio, que al final significa pérdida de dinero. Lo mismo ocurre con el agua, ya que las instalaciones modernas de los sistemas de riego permiten su uso más eficiente, en este sentido hago referencia al riego localizado o de precisión (por goteo, micro aspersión y nebulización).

- **Mayor control de plagas, malezas y enfermedades**

Para que un invernadero facilite el control de plagas, enfermedades y malezas debe haber sido correctamente diseñado y construido, siendo en este sentido donde muchos de ellos fallan pues la hermeticidad del mismo es la clave de un control exitoso. Además, el cultivo en invernaderos facilita la programación de las aplicaciones, siendo que es factible controlar quien tiene acceso al cultivo.

- **Posibilidad de cultivar todo el año**

Debido a que dentro del invernadero se tiene relativa independencia del medio exterior es posible tener producción en cualquier época del año, sin importar si el invierno es muy frío o el verano propicia altas temperaturas, pues para el primer caso se puede implementar

calefacción y para el segundo ventilación y enfriamiento. De esta manera al utilizar invernaderos es factible producir sin interrupciones debidas a las condiciones climáticas.

- **Obtención de productos fuera de temporada**

Como consecuencia de poder producir todo el año también se tiene la ventaja de obtener productos fuera de temporada, con lo que es posible encontrar mejores mercados de comercialización por la falta de competencia y porque los mercados no se encuentran saturados como ocurre en la temporada de mayor producción. Para esto es necesario conocer los tiempos que se manejan en los cultivos a campo abierto de manera que se comercialicen los productos evitando la alta competencia.

- **Obtención de productos en regiones con condiciones restrictivas**

Las condiciones medioambientales no siempre son las adecuadas para el establecimiento de cultivos o restringen en gran medida las especies que se pueden cultivar a solo aquellas adaptadas a las condiciones del lugar. De esta manera con la ayuda de invernaderos es factible aprovechar las extensiones de tierra en donde la producción es muy difícil pues el agua se puede aprovechar al máximo y solo se le da a las plantas los elementos necesarios para su desarrollo. Dentro de un invernadero las plantas gozan cierto aislamiento del exterior.

- **Obtención de productos de alta calidad**

Dentro de un invernadero las plantas no están expuestas al desgaste físico producido por elementos ambientales como lluvias y vientos fuertes, granizadas o alta radiación solar, por lo cual la calidad de los productos obtenidos es mayor, demostrada tanto en su presentación al consumidor final como en su composición interna. Esto permite obtener

mayores ganancias al momento de vender nuestros productos, o encontrar mejores mercados pudiendo llegar a exportar si se obtiene una alta calidad.

- **Mayor comodidad y seguridad**

Dentro de un invernadero no solo las plantas están protegidas, pues los trabajadores también encuentran cobijo de las inclemencias del tiempo, y es que a campo abierto es más factible sufrir por la radiación solar que provoca altas temperaturas, o en cualquier momento puede comenzar a llover y granizar. Dentro del invernadero se pueden cumplir las actividades de cultivo programadas con anterioridad sin que el tiempo climático sea un obstáculo para dejarlas para otro día.

- **Condiciones ideales para investigación**

Los invernaderos, principalmente aquellos que cuentan con control automático de variables ambientales, permiten estudiar el comportamiento de los elementos de la producción sin que estos se vean sometidos a la influencia distorsionante de los factores climáticos. Así es posible estudiar el potencial productivo, de acuerdo con la información genética, de las especies cultivadas y determinar los factores óptimos para su desarrollo. Este aspecto cobra relevancia en las escuelas de agronomía e institutos dedicados a llevar a cabo investigaciones sobre el desarrollo y comportamiento de las plantas y cultivos agrícolas.

b. Desventajas

Se presentan algunas desventajas en la construcción y manejo de invernaderos, las cuales se deben de tener presentes y así estar preparados para enfrentar o minimizar los efectos negativos.

Sin embargo, es fácil dejarse llevar por los puntos positivos que estas estructuras nos ofrecen y emprender un proyecto sin siquiera haberse detenido a analizar las cuestiones negativas, que también existen. Por esta razón a continuación haremos un análisis de los principales inconvenientes a los que se puede uno enfrentar cuando se decide a comenzar una producción en la que se proyecte la construcción de invernaderos. Esto no es con el afán de desanimar proyectos de esta índole, sino todo lo contrario, pues el conocimiento de las posibles debilidades nos permitirá poner mayor atención en ellas para evitar el fracaso de la empresa.

- **Inversión inicial elevada**

Los invernaderos son estructuras que tienen un costo de construcción relativamente alto, por ello la inversión inicial necesaria es elevada y el principal objetivo del productor debe ser recuperar ese gasto, razón por la cual solo es recomendable utilizarlos para producir cultivos de alto valor económico, como algunas hortalizas y ornamentales, pues económicamente no se justifican para cultivos básicos o con poco valor de comercialización. La inversión a realizar para construir invernaderos es relativamente elevada.

- **Desconocimiento de las estructuras**

Un invernadero debe ser diseñado y construido en función de varios aspectos, entre los que destacan las condiciones medioambientales de la zona y los requerimientos climáticos del o los cultivos que se quieren producir. De esta manera el hecho de no identificar el tipo de estructura que requiere el proyecto implica más gastos a futuro para reacondicionar los espacios.

- **Altos costos de producción**

Los gastos de operación en un invernadero son mayores que en campo abierto, lo cual es lógico porque se tienen gastos muchos mayores por el hecho de brindarle al cultivo las condiciones idóneas para su desarrollo. Si en el exterior las temperaturas son bajas el gasto en electricidad y/o gas por concepto de calefacción elevará el costo de producción, de igual manera ocurrirá si se tienen altas temperaturas y se quiere enfriar el ambiente; solo por mencionar algunos ejemplos.

- **Alto nivel de capacitación**

Dentro de los invernaderos los trabajadores son completamente responsables de las plantas, porque el hecho de poder controlar todas las variables del ambiente significa que cualquier problema presentado hace responsable al hombre inmediatamente. Por esta razón los trabajadores deben ser capacitados constantemente para que puedan estar preparados para cualquier inconveniente que se presente. Esta capacitación implica mayores costos de producción.

- **Condiciones óptimas para el desarrollo de patógenos**

Uno de los objetivos de los invernaderos es mantener a las plantas en las condiciones óptimas para su desarrollo, esto implica por ende que los patógenos disfrutarán de las mismas ventajas. Es cierto que estas estructuras permiten aislar los cultivos de las plagas y enfermedades encontradas en el exterior, pero si no se implementan las medidas fitosanitarias adecuadas y estos se logran introducir lo más probable es que su desarrollo se vea acelerado y sus efectos sean inmediatos representando pérdidas en la producción.

- **Dependencia del mercado**

Por último, pero no por ello menos importante, la comercialización de los cultivos obtenidos en invernaderos requiere tener un mercado seguro con canales de comercialización previamente verificados, pues de nada sirve obtener rendimientos elevados si al final los productos serán vendidos a precios bajos o al mismo costo de los productos de campo abierto.

Recordemos que los productos hortícolas como las flores y hortalizas son altamente perecederos, y que mientras más tiempo se mantengan en almacenamiento su precio de venta será menor debido a la disminución de la calidad. (Santos et. al. 2015).

F. Impacto socio económico

El proyecto será de un impacto positivo debido a las múltiples ventajas que representa producir bajo condiciones protegidas, al obtener mayores producciones, durante un periodo más largo de cosecha y en momentos de alta demanda los productores obtendrán mayor remuneración económica. Dentro de la comunidad se generarán fuentes de empleos, bien remunerados. Se evitará con esto reducir la migración de jóvenes a la capital del país. La inversión para implementa el proyecto también generará fuentes de empleo en la comunidad.

G. Impacto ambiental

Dentro de los principales impactos positivos al ambientes queremos resaltar: uso eficiente y conservación de las fuentes de agua, ya que el proyecto el riego será por sistemas de goteo, el cual minimiza la cantidad de agua utilizada;, el uso de cobertores disminuye en un 80% la pérdida de agua por evaporación, la aplicación de enmiendas ayudará a la

retención de agua en el suelo, por ende disminuye la frecuencia y cantidad de riegos, en sí, el sistema de ambiente protegido nos ayuda a evitar la pérdida de agua a formarse un micro clima favorable dentro de la estructura.

En cuanto al uso eficiente y conservación de suelo podemos mencionar que se reduce las áreas de producción ya que estos sistemas al ser más eficiente no requieren grandes extensiones. Las técnicas eficientes de fertilización evitan la acidificación de los mismos, ya que las soluciones nutritivas se elaboran bajo parámetros que regula la aplicación de nutrientes. Se aplicarán enmiendas al suelo, lo cual garantiza dar una mejor textura y estructura de suelo, aumentando su bio diversidad. Con el uso de sustratos se disminuye el riesgo de contaminación.

H. Análisis económico

Como se observa en el Cuadro IV la inversión inicial es alta, la cual asciende a la suma de B/ 1,025,994.93, pero hemos tomado en consideración una gran cantidad de criteriosos fin de plantear el peor escenario posible, de esta manera evitamos falsas expectativas.

En el Cuadro V resaltamos la evolución tecnológica donde se observa el aumento en producción que va paralelo a la adopción y manejo de la misma, esto redundando en mayor ganancia y menor costo por kilo, posesionando a la producción bajo ambiente protegido como una alternativa viable y sostenible económicamente como ambientalmente.

El Cuadro VI nos muestra que en seis años se recuperara la inversión, con una ganancia anual de B/ 18,696.85. Donde podemos observar que iniciamos con un costo total de inversión de B/ 1,025,994.93 y que en el periodo de recuperación relativamente corto teniendo en cuenta que la durabilidad de las estructuras sobre pasan los 10 años, obtenemos

una ganancia bruta por la suma de B/ 1,138,176, lo que resulta en una ganancia total neta en el periodo de B/. 112,181.07.

Cuadro IV. Análisis económico del Proyecto Cooperativa EL PROGRESO RL.

Actividad/Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario (B/.)	Inversión Total (B/.)
Activos fijos				
Terreno y conseción de agua.	lote	1.5	13,666.67	20,500.01
Sub-Total				41,000.01
Infraestructura y Equipo				
Pozo	unidad	1	5,000.00	5,000.00
Formación de plataforma	m ²	15,000.00	4.62	69,300.00
Invernadero	m ²	15,000.00	45.00	675,000.00
Montaje (invernadero/semillero/nave)	m ²	15,624.00	5.79	90,462.96
Generador de emergencia	unidad	1	2,307.00	2,307.00
Instalación eléctrica	lote	1	1,500.00	1,500.00
Swing fog, mochilas, compresoras	lote	1	6,423.00	6,423.00
Overoles, material limpieza	lote	1	5,238.46	5,238.46
Cajas de cosecha	unidad	400	11.53	4,612.00
imprevistos	lote	1	9,300.00	9,300.00
Capital de trabajo	lote	1.5	15,000.00	22,500.00
Sub-Total				891,643.42
Cerca perimetral	unidad	1	93,351.50	93,351.50
Sub-Total				93,351.50
Activo Nominal				
Gastos notariales	lote	1	6,153.85	6,153.85
Sub-Total				6,153.85
Capital de trabajo	Proyecto	1	30,000.00	30,000.00
Total de la inversión inicial				1,025,994.93

Cuadro V. Comparación entre el sistema tradicional Vs Propuesta del Proyecto PROGRESO RL.

Característica	Proyecto Convencional		Proyecto PROGRAS RL				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Planta/m lineal	2	3	3	3	3	3	3
Arreglo topografico (m)	1.4x0.5	1.25x0.33	1.25x0.33	1.25x0.33	1.25x0.33	1.25x0.33	1.25x0.33
Plantas/ha	14,400	26,400	26,400	26,400	26,400	26,400	26,400
Producción (kg/planta)	1.5	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00
Producción (kg/ha)	21,600	52,800	79,200	105,600	132,000	158,400	211,200
Precio/kg (B/.)	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
Ingreso bruto (B/.)	28,512.00	69,696.00	104,544.00	139,392.00	174,240.00	209,088.00	278,784.00
Transporte/kg (B/.)	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Costo total trasporte (B/.)	1,080.00	2,640.00	3,690.00	5,280.00	6,600.00	7,920.00	10,560.00
Costo producción/ha (B/.)	9,945.90	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00
Costo total/ha (B/.)	11,025.90	32,640.00	33,960.00	35,280.00	36,600.00	37,920.00	40,560.00
Ganancia neta/ha (B/.)	17,486.10	37,056.00	70,584.00	104,112.00	137,640.00	171,168.00	238,224.00
Relación Costo/beneficio (B/.)	1.59	1.14	2.08	2.95	3.76	4.51	5.87
Ganancia neta 1.5 ha (B/.)	26,229.16	55,584.00	105,876.00	156,168.00	206,460.00	256,752.00	357,366.00
Costo/kg (B/.)	0.51	0.62	0.43	0.33	0.28	0.24	0.19

Cuadro VI. Recuperación de la inversión del Proyecto PROGRESO RL.

Ganancia B/.	Abono a la deuda B/.	Año
55,584.00	36,887.16	1
105,876.00	87,179.16	2
156,168.00	137,471.16	3
206,460.00	187,763.16	4
256,752.00	238,055.16	5
357,336.00	338,639.16	6
1,138,176.00	1,025,994.93	TOTAL

VIII. CONCLUSIONES

Una vez alcanzado el objetivo de capacitar a los productores socios de la Cooperativa El Progreso en la Producción de Pimentones bajo Ambiente Protegido y hacer las adecuaciones de diseño y manejo de cultivo bajo estos sistemas, los objetivos de mejorar los rendimientos por planta en kilos producidos en comparación con cultivos en campo abierto y minimizar los costos de producción por kilo, podremos abastecer el mercado durante todo el año con alta calidad y continuidad, mejorando la imagen como proveedores de productos frescos en el mercado. Por ende conseguir mejores precios y una mayor rentabilidad del rubro.

IX. RECOMENDACIONES

Debemos recordar que las estructuras de invernadero se diseñaron con el objetivo de proteger a los cultivos y retener el calor dentro de las mismas, pero para las áreas de clima templado. En nuestro país y principalmente el área de Azuero las condiciones son contrarias a las zonas templadas por eso se deben hacer ciertas adecuaciones, para que dichas estructuras cumplan con el propósito de proteger y dar las condiciones adecuadas para la producción de pimentones en este caso. En la región de Azuero se dan dos condiciones limitantes para el uso adecuado de la tecnología que son, la alta radiación que conlleva a una alta temperatura diurna y la alta humedad relativa, a consecuencia de nuestra posición geográfica, por tal motivo recomendamos lo siguiente:

- Para propiciar la ventilación se debe dar mayor volumen a la nave es así que recomendamos una altura a la canaleta mínima de 5.50 m
- La ventana cenital debe corresponder como mínimo al 20% de área total de la nave.
- Uso de mallas anti insectos de 25 a 30 mesh.
- Uso de mallas refractoras de color blanco perlado con un porcentaje de 30 a 35 % de sombreado y retractiles a fin de recogerlas cuando el clima lo amerite.
- Uso de cobertor de suelo de color blanco por la cara expuesta al sol y negra por debajo.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M.A. 1999. Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. NordanComunidad. España. 338 p.
- Alvarado Valenzuela, P; Castillo, H. 2003. Acolchado De Suelo Mediante Filmes De Polietileno. Consultado en línea el 5 de agosto 2017. Disponible en <http://www.biblioteca.org.ar/libros/8862.pdf>
- Álvarez, J; Camacho, F. 2003. Innovaciones en el sector hortofrutícola español. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Madrid. 222 pp.
- Ayala, F; Sánchez, R, Partida, L; Yáñez, G; Ruiz, H; Velázquez, M; Valenzuela, M; Parra, M. 2015. Producción de pimiento morrón con mallas sombra de colores. Rev. fitotec. Vol. 38 N°1. 93-99 pp.
- Barrios Capdeville, Octavio. 2004. Construcción de un Invernadero. Fundación de Comunicaciones, Capacitación y Cultura del agro (FUCOA). 34 pág. Consultado el 9 agosto de 2016. Disponible en: www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/construinv.pdf.
- Bouchet, Edio R; Freyre, C; Bouzo, A; Favaro, C. Tit. 2007. Efecto de las dimensiones de un invernadero sobre la temperatura interna en períodos cálidos. Universidad Nacional de Entre Ríos. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Concepción del Uruguay. Vol. 11, N° 2. 111-119 pp.
- Camacho, F; Fernández, E. 2000. El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo Español. Mundi-Prensa Libros, S.A. 316 p.
- Castañeda-Miranda, R; Ventura-Ramos, E; Peniche-Vera, R; Herrera-Ruiz, G. 2007. Análisis y simulación del modelo físico de un invernadero bajo condiciones climáticas de la región central de México. Agro ciencia. Querétaro, México. Vol. 41, N° 3. 317-335 pp.
- Cimadevila, F; Morales, M; Ruiz, M; Martín, A. 2007. Una agricultura limpia y natural. Revista de Plásticos Modernos. N°617. 396-398 pp.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). 2014. Modelo productivo del pimentón bajo condiciones protegidas en el Oriente antioqueño.

Consultado el 30 de Julio de 2015. Disponible en <http://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/Pimentón%20BPA.pdf>

- FAO. 2002. El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo. Producción y Protección Vegetal N°90. Roma, Italia. 340 p.
- Gama, A; Lima, H; Lopes, M; Teixeira, W. 2008. Caracterização do modelo de cultivo protegido em Manaus com ênfase na produção de pimentão. Hortic. Bras. vol.26, N°1. 121-125 pp.
- García Javier. 2011. Impacto de nuevos tipos de mallas de protección anti-insectos sobre el rendimiento y calidad de un cultivo de en invernadero de *Citrullus lanatus* cv. Fenway”. Universidad de Almeria, España. 142 p.
- Gómez, P; Choi, C; Lopez, I. 2009. Mejora de las tasas de ventilación de invernaderos bajo condiciones climáticas del centro de México. Agrociencia, Vol. 44, N°1. 1-15 pp.
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). 2012. Manejo fitosanitario del cultivo de hortalizas. Medidas para la temporada invernal. Línea Agrícola. Bogotá, Colombia. 40 p.
- Instituto De Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP). 2017. Boletín del clima en la región de Azuero. Red Agroclimática y calidad de agua en dos sub-cuencas de Los Santos. 7 p
- Instituto de Mercadeo Agropecuario (IMA). 2015. Sistema de Información Para Agrognegocios (SIPAN). Consultado el 9 de agosto de 2015. Disponible en: <http://ima.gob.pa/sipan/mac/>
- Instituto para la Innovación Tecnológica en Agricultura (Intagri). 2016. Manejo Integrado del Picudo del Chile. Consultado el 17 de septiembre de 2015. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integradodelpicudodelchile>
- Jaramillo, J; Rodríguez, V; Guzmán, M; Zapata, M; Rengifo, T. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. CORPOICA–MANA–Gobernación De Antioquia–FAO. 331 p.
- Karle, C; Fair, R. 1999. Principios de Macroeconomía. 4a. ed. México, Prentice Hall, S. A. 74 p.
- Koontz, H; Weihrich, H. 2004. Administración: Una Perspectiva Global. 12ª ed. Mc Graw Hill. Mexico. 804 p.

- López, J; Martínez, J; García, H. 2002. Comportamiento de cuatro genotipos de Zea mays L. en ambientes limitados de humedad.
- Mendoza, G. 1995. Compendio de Mercadeo de Productos Agropecuarios. 2ª ed. San José, Costa Rica. Instituto Americano para la Agricultura. 127 p.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). 2015. Dirección de Agricultura, Programa de Hortalizas, Cierre Agrícola 2014-2015.
- Robledo, V; Hernández, J; Bacópulos, E. 2002. Producción de hortalizas en Invernadero con enfoque orgánico. XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia Durango. 47-57 pp.
- Santos, B; Obregón, H; Salamé, T. 2015. Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida. University of Florida. 40 p.
- Saunders, L; Coto, D; King, A. 1998. Plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Manual técnico No. 22. CATIE. Turrialba Costa Rica. 305 p.