

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE DESARROLLO AGROPECUARIO

**“CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS PARA LA
PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS BAJO TECHO (invernaderos),
EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ”**

POR

XAVIER ANTONIO GÓMEZ APARICIO

DAVID, PROVINCIA DE CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2008.

**“CARACTERÍSTICAS DE LAS ESTRUCTURAS PARA LA
PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS BAJO TECHO (invernaderos),
EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ”**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO EN DESARROLLO AGROPECUARIO**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDA EN LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS, DE LA UNIVERSIDAD DE PANAMÁ.**

APROBADO:

_____ **DIRECTOR**

_____ **ASESOR**

_____ **ASESOR**

DAVID, CHIRIQUÍ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2008

AGRADECIMIENTO

A DIOS PADRE por darme la gracia de la vida y hacerme depositario de la inteligencia y sabiduría necesaria para culminar esta etapa de estudiante y que marca el inicio de mi futura vida profesional. Gracias de todo corazón.

Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP) y al Ingeniero Jarbi Quiel por dirigir y darme la oportunidad de desarrollar mi Trabajo de Grado dentro de este proyecto de investigación institucional y que me acreditará como Ingeniero Agrónomo en Desarrollo Agropecuario.

Un especial agradecimiento a mi Profesor y Amigo, Ing. Javier Orlando Almillátegui Caparroso, por su guía, sus sabios consejos y su apoyo moral durante el desarrollo de este trabajo de grado y en mis últimos años de estudiante en la carrera.

Al Ingeniero Enrique Wedemeyer, como miembro del comité evaluador del trabajo de grado, por sus conocimientos y guía para la culminación de este estudio.

A todo el personal docente de la Escuela de Desarrollo Agropecuario por sus enseñanzas impartidas y personal administrativo correspondiente a la Sección Académica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias por su apoyo incondicional cuando requerí de su ayuda. A los docentes de otras Escuelas

y que igualmente me impartieron clases y cuyos conocimientos serán de gran ayuda en mi futura carrera profesional.

A mis compañeros de estudio, a mis compadres Teófilo Tuñón (Colón) y Alejandro Sánchez (Pilo) por ser amigos incondicionales y en especial a mis amigos Rafael Martinelli, Henry Kelso, José (Cheo) Gómez, Ricardo Romero, Iván Marín, Aarón Ponce, Gabriel Jaramillo, Félix Palacios (chata) Hanna Lezcano, Ibeth Arcia y Roxana Araúz, etc.

A todas aquellas personas que de una u otro forma me apoyaron durante estos maravillosos años, tiempo en que me permitieron conocer y aprender un poco mas de la vida, gracias a todos por siempre.

XAVIER

DEDICATORIA

A mis padres Olegario Gómez (*Lega*) Delfilia Aparicio (*Delfi*) que gracias a su cariño, consejos y apoyo moral, me permitieron lograr salir adelante con esta licenciatura. Gracias de todo corazón.

A *Lía Saray Ortega Vásquez*, (mi pechuguita), quien no solo ha ocupado y seguirá ocupando un lugar muy especial en mi corazón y en mi vida, sino también por haber estado a mi lado en los buenos y, en especial, los momentos difíciles de mi vida como estudiante, dándome su apoyo moral, su inmenso cariño y sobre todo su amor. Gracias de todo corazón.

A mis hermanos José Olegario (Joselyn) y Ronald Reynaldo (Randy) Gómez Aparicio por ser un eje fundamental de inspiración y motivación para mi superación. A mis sobrinos José Adolfo, José Ezequiel y José Miguel, los *bíbries* como de cariño les llamo, por llenar mi vida de alegría y motivación.

A mis abuelas Elida Bernal y Amalia Gómez, por su amor, comprensión y estímulo constante desde mis primeros años de vida hasta el presente, para hacer de mí un hombre de bien.

A mí tía Fermina Aparicio de Degracia por ser para mi una segunda madre y estar pendiente de mis hermanos y de mí, apoyándonos y alentándonos para salir avante en nuestra vida como adolescente y como estudiante universitario. Por último, a todos mis tíos, tías, primos y primas por ser mi familia; en especial al Profesor José Aparicio por su apoyo y sabios consejos.

XAVIER

GOMEZ, XAVIER A. 2008. *Características de las estructuras para la producción de hortalizas bajo techo (invernaderos), en la Provincia de Chiriquí.* Tesis. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. David, Provincia de Chiriquí, República de Panamá.

Palabras claves: Casa de cultivos, invernadero, ambiente protegido, caracterización, tipología, invernadero rústico, invernadero semi-tecnificado, invernadero tecnificado, producción.

RESUMEN

Este trabajo de grado se efectuó en cinco Distritos (Boquerón, Bugaba, Renacimiento, Dolega y Boquete) de la Provincia de Chiriquí, con la intención de hacer una caracterización de los invernaderos más comúnmente utilizados de acuerdo al tipo de estructura, materiales empleados en su fabricación, tecnología empleada, tipo más frecuente de hortalizas producida, producción y la zona de mayor producción de hortalizas bajo techo.

De los tipos de invernaderos más comúnmente utilizados, se determinó que el setenta y nueve por ciento (79%) de los invernaderos en la Provincia de Chiriquí, según su grado de tecnificación, se caracterizan por ser módulos rústicos; contruidos con materiales de bajos costos (varas de bambú). En segundo lugar, con un 13% de ocurrencia, se posicionan los invernaderos semi-tecnificados y por último, los invernaderos tecnificados (8%). El área superficial por tipo de invernadero es variable; por ejemplo: invernaderos rústicos (750 m²), invernaderos semi-tecnificados (2,000 m²) y los invernaderos tecnificados (4,500 m²).

El 67% del área superficial bajo cubierta plástica está posesionada por los invernaderos tipo rústico; los cuales cubren una extensión superficial total de menos de cinco hectáreas. El 22% del área superficial está ocupada por invernaderos semi-tecnificados; los cuales abarcan una extensión superficial total entre 5 y 10 hectáreas. Mientras que solo el 11% del área superficial está ocupada por invernaderos tecnificados; los cuales abarcan una extensión superficial de más de 10 hectáreas y en ella se desarrollan principalmente invernaderos tecnificados de producción bajo cubierta.

El período de vida de los invernaderos se estableció mediante 2 criterios; periodo de recambio del plástico, designado por el productor según en la condición en la que se encuentre. El segundo criterio, esta basado al tipo de estructura de invernadero, en donde los

invernaderos rústicos, establecen un período de vida útil de no mas de 5 años, mientras que los invernaderos semi-tecnificado, poseen un periodo de vida de no mas de 10 años y los invernaderos tecnificados de 20 años.

Este estudio permitió determinar el costo de la estructura por metros cuadrados, en donde los invernaderos rústicos poseen un costo/m² de B/ 3.57, mientras que los sistemas de producción bajo cubierta plástica semi-tecnificados asientan un costo/m² de B/ 14.00 y los invernaderos de tecnificados registran un costo/m² de B/ 18.00.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Definición de invernadero o cultivo bajo techo	3
2.2 Progreso de la producción en invernadero	5
2.2.1 Ventajas de la producción bajo techo	5
2.2.2 Desventajas de la producción bajo techo	8
2.3 Tipología de invernadero	10
2.3.1 Ubicación del invernadero	11
2.3.2 Orientación del invernadero	13
2.3.3 Condiciones ambientales	13
2.3.3.1 Luz	13
2.3.3.2 Temperatura	15
2.3.3.3 Humedad	16

2.3.3.4 Ventilación	18
2.3.4 Materiales Utilizados para la construcción de los invernaderos	19
2.3.5 Estructuras	20
2.3.5.1 Materiales de estructuras o sostén	21
2.3.5.2 Materiales de protección o cubierta	21
2.3.5.3 Materiales accesorios	22
2.3.6 Tipos de Invernaderos	23
2.3.6.1 Invernadero en capilla o dos aguas	23
2.3.6.2 Invernadero de capilla modificado	25
2.3.6.3 Invernadero diente de sierra	27
2.3.6.4 Invernadero tipo parral	29
2.3.6.5 Invernadero tipo túnel	32
2.3.6.6 Invernadero tipo raspa o amagado	34
2.3.7 Costo de construcción	36
2.4 Modelos de invernaderos comúnmente construidos en la provincia de Chiriquí	37
2.5 Principales rubros cultivados bajo invernaderos en la provincia de Chiriquí	37

III. MATERIALES Y MÉTODOS	39
3.1 Ubicación del área de estudio	39
3.2 Importancia del estudio	40
3.3 Población y muestra	40
3.4 Resumen de la información primaria	42
3.5 Recolección de la primaria mediante encuestas	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	44
V. CONCLUSIONES	71
VI. RECOMENDACIONES	74
VII. LITERATURA CONSULTADA	75

ÍNDICE DE CUADROS

No.	TÍTULO	Pág.
I.	INFLUENCIA DEL TIPO DE SUELO EN LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA	11
II.	EXIGENCIAS DE TEMPERATURA PARA CULTIVOS EN INVERNADEROS	16
III.	PRINCIPALES RUBROS EN INVERNADEROS DE LAS DIFERENTES ZONAS DE LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ	38

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	TÍTULO	Pág.
1	INVERNADERO TIPO CAPILLA, A 2 AGUA, EN SU VARIANTE SIN LUCARNA	24
2	INVERNADERO TIPO CAPILLA, A 2 AGUA, EN SU VARIANTE CON LUCARNA	26
3	INVERNADERO DIENTE DE SIERRA	28
4	INVERNADERO DIENTE DE SIERRA	29
5	INVERNADERO TIPO PARRAL	31
6	INVERNADERO TIPO TUNEL	32
7	INVERNADERO TIPO RASPA O AMAGADO	34
8	EDAD PROMEDIO DE LOS PRODUCTORES	45
9	AÑOS DE EXPERIENCIA COMO PRODUCTORES AGRÍCOLA	47
10	EXPERIENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE HORTALZIAS BAJO TECHO CUBIERTO	48
11	DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS INVERNADEROS POR ZONA DE PRODUCCIÓN, EN LA PROVINCIA DE CARACTERIZACIÓN DE LOS INVERNADEROS DE ACUERDO A SU GRADO DE TECNIFICACIÓN (EN PORCIENTO)CHIRIQUÍ	49
12	CARACTERIZACIÓN DE LOS INVERNADEROS DE ACUERDO A SU GRADO DE TECNIFICACIÓN (EN PORCIENTO)	51
13	TAMAÑO DE LA FINCA SEGÚN SU TIPOLOGÍA	53

No.	TÍTULO	Pág.
14	ESTRUCTURA DE UN INVERNADERO TIPO RÚSTICO, PROPIETARIO INGENIERO JUAN GONZÁLEZ, DISTRITO DE BOQUETE	55
15	ESTRUCTURA DE UN INVERNADERO SEMI-TECNIFICADO, PROPIETARIO ING. JUAN GONZÁLEZ, BOQUETE	57
16	ESTRUCTURA DE UN INVERNADERO TIPO TECNIFICADO, PROPIETARIO ING. JUAN GONZÁLEZ, BOQUETE	59
17	ÁREA SUPERFICIAL GLOBAL CUBIERTA SEGÚN TIPO DE INVERNADERO	60
18	VIDA ÚTIL SEGÚN LA ESTRUCTURA DEL INVERNADERO	62
19	PERÍODO DE CAMBIO DE LA CUBIERTA PLÁSTICA DEL INVERNADERO	63
20	CALIBRES DE PLÁSTICOS UTILIZADOS EN INVERNADEROS	64
21	SUPERFICIE CUBIERTA Y COSTO POR METRO CUADRADO, SEGÚN SU TIPOLOGÍA	65
22	PRINCIPALES RUBROS PRODUCIDOS EN AMBIENTES CONTROLADOS	66
23	RENDIMIENTO SEGÚN CICLOS DE SIEMBRA Y COSECHA SEGÚN RUBRO	67
24	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO DE LOS PRODUCTORES	69

I. INTRODUCCIÓN

El Hombre, desde los inicios de la humanidad, ha exhibido su preocupación por satisfacer las necesidades de alimento para sí mismo y su familia. Como resultado él ha planteado e implementación sistemas de producción, que han variado a través del tiempo con el desarrollo del conocimiento. Sin embargo, no todos estos sistemas han probado ser sostenibles y han sido fuertemente criticados por la dependencia de prácticas inadecuadas, que dan lugar a la vulnerabilidad de los ecosistemas, contaminan el medio ambiente, inducen el desarrollo de resistencia en las plagas, degradan el suelo, conducen a bajos rendimientos de las cosechas, entre otros.

La producción de cultivos en invernaderos, en los últimos años, en general, ha atraído la atención de los productores de hortalizas, en parte debido a la nueva onda de interés en los “cultivos alternativos”, los incentivos ofrecidos por el Estado Panameño a través de la Ley 25 del 2001 (de Transformación Agropecuaria - Incentivo a la Competitividad) y, por último, pero no menos significativo, debido a las notables pérdidas que se registran cada año en el sector hortícola, bajo los tradicionales sistemas de producción, por efecto de los inesperados cambios climáticos.

La importancia del cultivo bajo invernadero radica en el hecho de que siempre ha permitido obtener producciones de primor, calidad y mayor rendimiento, en cualquier momento del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, producir en las épocas del año más difíciles y obtener mejores precios por las cosechas. Este incremento del valor de los productos permite que el productor pueda invertir tecnológicamente en su explotación, mejorando la estructura del invernadero, los sistemas de riego localizado, los sistemas de gestión del clima, etc., que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y de la calidad del producto final.

Sin embargo, para obtener buenos resultados agronómicos, el éxito de la empresa depende en gran parte del diseño y construcción precisa del invernadero, acorde con las características técnicas elegidas.

En Panamá, especialmente en las áreas altas de la Provincia de Chiriquí (Potrerillos, Boquete, Volcán, Cuesta de Piedra, Río Sereno y Cerro Punta) existe un número plural de invernaderos. Algunos de estos construidos con alta tecnificación, otros con tecnología intermedia, pero un gran número de ellos no recae en alguna de esas categorías. La intención de este trabajo de grado es hacer una caracterización de los invernaderos utilizados de acuerdo al tipo de estructura, materiales empleados en su fabricación, tecnología empleada, tipo más frecuente de hortalizas producida, producción y la zona de mayor producción de hortalizas bajo techo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Definición de invernadero o cultivo bajo techo

Los cultivos bajo techo son considerados un sistema de producción intensiva, que requiere en forma permanente de habilidades del productor para controlar y manejar los diferentes ciclos, la cosecha y la manipulación de la planta (Lizama, 1984). Esta estructura bajo techo se conoce corrientemente como invernadero.

En la literatura hay un número plural de obras y autores que presentan diversas connotaciones de invernadero. Entre estas, las más relevantes son las siguientes:

En condiciones tropicales, según Barquero (2003), *“invernadero es una estructura, cuyo propósito es proteger y extender el periodo del cultivo de hortalizas delicadas, frutales y plantas ornamentales de condiciones ambientales adversas, tales como: fuertes lluvias y vientos, temperaturas extremas, plagas y enfermedades”*; aun cuando esta función no se cumple en su totalidad como se supone.

Baixauli (1996) señala que, Se entiende por invernadero a la construcción de estructura cubierta, cuyo ambiente interior puede ser controlado debido a que los materiales utilizados son transparentes y permiten el paso de la luz solar.

Por su cuenta, Riaño (1992) indica que, *“invernadero es una estructura o construcción cubierta y abrigada artificialmente con plástico u otros materiales, en cuyo interior son posibles regular manual o automáticamente las condiciones medio ambientales, para garantizar el desarrollo óptimo de una o varias especies cultivadas”*.

Carrasco (2006) nos dice que, *“invernaderos son estructuras cerradas de madera o metal, provistas de una cubierta transparente de polietileno, que permite el paso de la luz solar e impide el escape del calor”*.

Gutiérrez (2000), miembro del Departamento de Investigaciones sobre Agrometeorología, del Instituto de Astronomía y Meteorología, de la U. de G., afirma que *“el invernadero es un sistema o reactor físico adaptado para recibir la energía lumínica, la cual queda atrapada en su interior por un principio físico de transmisividad de los cuerpos transparentes, llamado efecto invernadero, que modifica los factores climáticos hacia condiciones ideales para su uso.*

Resumidamente, el invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes (plásticos o vidrio), dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas. Estas condiciones artificiales de microclima, permiten cultivar en óptimas condiciones en su interior sin estar

sometido a los cambios climáticos de las estaciones. Más aún, en ocasiones, Por ejemplo, los invernaderos están dotados de sistemas de calefacción que permiten un aporte adicional en determinadas épocas o momentos, así como también de otros elementos que admiten regular algunos componentes del medio climático como es: los sistemas de iluminación artificial suplementaria, aporte adicional de anhídrido carbónico, o simplemente ventilación. El aspecto de la luminosidad es lo más relevante para aumentar la fotosíntesis de las plantas y elevar la temperatura del invernadero.

2.2 Progreso de la producción en Invernadero

El origen de los invernaderos se remonta a los tiempos prehistóricos, ya que el hombre siempre ha querido aprovechar al máximo la energía solar y proteger a las plantas de las inclemencias del tiempo, con el fin de procurarse se alimento (Carrillo 2000). Aunque, se empezaron a conocer más a partir de la Roma del emperador Tiberio, en el año 34, los cuales se confeccionaban con pequeñas micas. Sin embargo, fue a partir de 1599, cuando el botánico francés Jules Charles, los popularizó por toda Europa (Carrillo 2000).

En los últimos años, colateral al desarrollo y tecnificación de los invernaderos, también se ha dado el desarrollo de la industria de plásticos; la cual ha tomado gran auge en el sector agrícola (Barquero, 2003). En el contexto mundial esta industria ha revolucionado la producción vegetal, al igual que ha

permitido convertir tierras aparentemente improductivas en modernas explotaciones agrícolas, conllevando al incremento de las superficies de hortalizas producidas (Barquero, 2003); por ejemplo, actualmente en la provincia de Almería existen cerca de 32,320 a 36,360 hectáreas de cultivo producidos en invernaderos de estilo techo plano (Cantliffe & VanSickle, 2002).

En Centroamérica, la producción bajo techo de forma intensiva y tecnificada se inició hace aproximadamente unos diez años, dada la necesidad de contrarrestar los fenómenos ambientales que afectan a la mayoría de hortalizas (Barquero, 2003).

Acorde con Leiva (1992), durante la última mitad del siglo XX, la horticultura dedicada a la producción bajo invernaderos avanzó, pasando de la regulación manual muy empírica de la temperatura, la ventilación, la nutrición y el riego, hasta un avanzado modelo de procesos físicos y fisiológicos para el control permanente de estos factores. Lo cual ha permitido que la producción en invernadero tenga un alto nivel de calidad y productividad.

2.2.1 Ventajas de la producción bajo techo

La producción de cultivos hortícola bajo ambiente controlado presenta las siguientes ventajas:

- ✎ Los cultivos son más precoces, lo cual permite adelantar el inicio de la producción o también alargar el período de cosecha. Al aumentar la temperatura del suelo, el cultivo se desarrolla y produce con mayor rapidez (Balcaza y Fernández, 1992).
- ✎ Los invernaderos funcionan como un tanque almacenador de temperatura, el cual durante el día acumula energía calórica; la cual es utilizada por la planta para los procesos fisiológicos (Lizama, 1984).
- ✎ Al disminuir la evaporación se reducen las pérdidas de humedad del suelo dentro del invernadero. El agua que se evapora del suelo se condensa en el techo y cae nuevamente cerrando así el ciclo, lo que permite mayor uniformidad de la humedad; lográndose con ello distanciar la frecuencia de riego. El agua que se pierde es la absorbida por la planta a través de sus raíces (Barquero, 2001).
- ✎ En los invernaderos se presentan menos problemas de malezas, dado que el color negro del plástico utilizado en las coberturas del suelo evita el crecimiento de éstas, ya que se reduce la penetración de la luz hasta el suelo impidiendo de esta manera su desarrollo (Salazar, 1975).
- ✎ Las aplicaciones de plaguicidas que se efectúan bajo invernadero resultan más eficientes, desde que la infraestructura del mismo representa una barrera contra las corrientes de aire que pueden penetrar y producir efecto

- de deriva y ocasionar de esta manera la perdida del producto aplicado, lo que permite el control eficiente de las mismas (Leiva, 1992).
- ✎ La utilización de fertilizantes orgánicos dentro de los invernaderos permiten mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; y de esta manera mantener su fertilidad natural para obtener la máxima productividad y vida útil del mismo (Rosa y Russo, 1998).
 - ✎ En un invernadero se busca de forma sustancial reducir costos fijos (p.e., mano de obra), aumentando los rendimientos por área con un número limitado de empleados que manejen de forma adecuada el área en producción (Leiva, 1992).
 - ✎ Los productos obtenidos son de mayor calidad y tamaño, este parámetro es determinante en los mercados al momento de comercializarlos (Balcaza y Fernández, 1992).

2.2.2 Desventajas de la producción bajo techo

Entre las desventajas que presentan los invernaderos, se destacan las siguientes:

- ✎ En Panamá no existe un plan de manejo para el cultivo de hortalizas bajo ambiente controlado, lo que dificulta el manejo de los cultivos durante su desarrollo.

- ✎ Falta de accesoria técnica, a causa de la poca experiencia en la producción bajo invernaderos (Barquero, 2001).
- ✎ Los productores de cultivos bajo techo dependen totalmente de la semilla importada para la siembra de sus cultivos en los invernaderos, lo que aumenta los costos de producción (Salazar y Castro, 1994).
- ✎ Los cultivos manejados bajo condiciones de invernadero presentan problemas de resistencia de plagas (las cuales se han adaptado a las condiciones ambientales y no responden a los productos que se utilizan para su control) (Larraín, 1992).
- ✎ Aumento en los costos de producción por el uso inadecuado de plaguicidas y fertilizantes, debido al desconocimiento de los problemas fitosanitarios más importantes (Salazar y Castro, 1994).
- ✎ Acumulación de residuos nocivos para la salud en los productos de consumo fresco (tomate, chile dulce, lechuga, pepino y otros) (Salazar y Castro, 1994).
- ✎ Contaminación causada por los desechos plásticos, una vez terminada la vida útil de los mismos (Salazar y Castro, 1994).

- ✎ Altos costos de inversión del establecimiento de la infraestructura, mantenimiento y operación; lo que limita la implementación de este tipo de tecnología (Barquero, 2001).

2.3 Tipología de invernaderos

De acuerdo con El Pequeño Larousse (2005), tipología es el estudio y clasificación de tipos que se practica en diversas ciencias. En este caso la clasificación de los invernaderos de acuerdo al diseño, avances técnicos mostrados y materiales empleados. Así, la tipología de un invernadero depende directamente del ingenio de sus diseñador y constructores, pudiendo éstos ser circulares, elípticos, de una o dos aguas; mas sin embargo, existen diferentes modelos empleados por los productores a lo largo de los años, para la producción de hortalizas.

Para el diseño de un invernadero, acorde con APROA-AGRIMED (2007), se deben tener en consideración distintos factores. Entre ellos, los tres más determinantes son los siguientes:

- La ubicación (para optimizar el uso de la luz solar).
- La dirección y cantidad de viento predominante.
- La topografía del terreno.

La consideración de estos aspectos es importante, desde que la infraestructura es un medio con el cual se trata de modificar parcial o totalmente el espacio cubierto. Los elementos como; temperatura, luz, humedad y CO₂, son factores de vital importancia para el desarrollo y producción de los cultivos.

2.3.1 Ubicación del invernadero

Barquero, (2003) indica que el **tipo de suelo** es un factor que hay prestarle mucha atención para la ubicación de un invernadero. El invernadero se construye con el objeto de cultivar hortalizas, flores u otras plantas; para las cuales se hace necesario que el suelo tenga buen drenaje y características físico-químicas excelentes. Es importante conocer la textura del suelo ya que esta representa la disponibilidad de agua que este posee. En el Cuadro 2 se presenta la disponibilidad de agua de acuerdo a la textura del suelo.

CUADRO I: INFLUENCIA DEL TIPO DE SUELO EN LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA.

TEXTURA DEL SUELO	AGUA DISPONIBLE (lts/m ³ de suelo)
Arenoso	35
Arena limoso	60
Limo arenoso	75
Limo	100
Limo arcilloso	115

Fuente: Conceptos de Plastro, el uso efectivo de la micro-irrigación. Plastro, Israel. 1996; citado por BARQUERO V., G. C. (2003).

Acorde a la **topografía**, es conveniente construir el invernadero en un terreno relativamente plano, con una ligera pendiente (no mayor del 5 %, para facilitar el escurrimiento superficial de las agua lluvias y disminuir la exposición directa de los fuertes vientos) (Rosa y Russo, 1998). De modo de evitar el deterioro del plástico por el almacenamiento de aguas en los canales o el techo del invernadero.

Según Barquero (2001) es muy importante tener en cuenta el comportamiento histórico de los vientos, por lo menos en los últimos 5 años, para poder determinar la ubicación y el tipo de estructura que se construirá. Sobre este aspecto, debe considerarse la dirección e intensidad de los vientos para seleccionar lugares protegidos, donde no haya exposición directa a esta condición climática; de lo contrario se debe considerar la construcción de barreras rompevientos.

Desde el punto de vista de ordenamiento territorial, los invernaderos deben estar ubicados acorde a planes nacionales tales como de: restricciones de zonas urbanas, turismo y agroturismo, además que no causen un impacto ambiental sobre las condiciones naturales de todo territorio donde se ubica (Barquero, 2001).

2.3.2 Orientación del Invernadero

Barquero (2003) señala que la orientación del invernadero depende de la dirección e intensidad de los vientos, el uso destinado al invernadero y la dirección de la luz solar. En caso de vientos fuertes, deben orientar el lado más alto del invernadero hacia la dirección del viento, en posición perpendicular.

Cuando el objetivo del invernadero es cultivar hortalizas en hileras, se debe orientar el eje mayor del invernadero, *de este a oeste*, con el fin de permitir la mayor y más homogénea luminosidad posible del cultivo y consecuentemente, una mayor captación de las horas luz por parte de la plantas , esto favorece un mejor desarrollo.

2.3.3 Condiciones ambientales

Barquero (2003) señala que en los invernaderos se forma un microclima muy diferente a las condiciones externas o del medio ambiente; por cual, en el manejo de un invernadero hay que tomar en cuenta los siguientes factores:

2.3.3.1 Luz

Barrios (2004) indica que un factor a considerar siempre para el diseño de un invernadero es la luz y que de acuerdo a las horas-luz que haya en la zona

donde se instaló el invernadero, es necesario elegir el cultivo que mejor se adapte al lugar, sabiendo cuántas de éstas requiere éste. Así, según APROA – Agrimed (2007) el diseño del invernadero debe permitir la máxima entrada de luz.

La energía del sol es vital para la realización del proceso fotosintético, esta energía se transmite a través la cubierta transparente hasta la planta. Díaz y Chacón (2002), la capacidad de la cubierta para transmitir luz es muy importante, desde que esta capacidad tiene efecto directo sobre la precocidad, sanidad, desarrollo y productividad del cultivo. La radiación que influye directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas se denomina *radiación fotosintéticamente activa (PAR)* y esta entre 400 a 700 nanómetros.

La mejor eficiencia en el paso de la luz la tienen aquellos invernaderos de techos curvos y que utilizan materiales del menor grosor disponible; tal es el caso del tipo de arcos con tubo de hierro galvanizado.

Barrios (2004) resalta que, en aquellos lugares donde la hora-luz diurna no es suficiente para el crecimiento del cultivo, otra idea es completar las horas-luz que faltan, mediante luz artificial, como la eléctrica, siempre que el costo de ésta o la rentabilidad del cultivo lo permita.

2.3.3.2 Temperatura

APROA- Agrimed (2007) indica que los invernaderos deben poseer la mayor superficie de ventilación posible, con aberturas para ventilación diseñadas acorde a la dirección de los vientos; a fin de disminuir la temperaturas elevadas extremas dentro del recinto. La temperatura es quizás el parámetro más importante a tener en cuenta en el manejo del ambiente dentro de un invernadero, ya que es el parámetro que más influye en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Baixauli (1996), señala que la temperatura óptima para la mayoría de los cultivos normalmente está entre los 10° C a los 25° C y que para su manejo es importante conocer las necesidades y limitaciones de la especie cultivada. A pesar de que la temperatura en el interior del invernadero puede estar en función de la radiación solar, comprendida en una banda entre 200 y 400 nm; El calor se transmite en el interior del invernadero por irradiación, conducción, infiltración y por convección, tanto calentando como enfriando. La conducción es producida por el movimiento de calor a través de los materiales de cubierta del invernadero.

CUADRO II. EXIGENCIAS DE TEMPERATURAS PARA CULTIVOS EN INVERNADERO.

Cultivo	TEMPERATURA OPTIMA		T° MÁXIMA	GERMINACIÓN	
	Noche	Día	Biológica	Mínima	máxima
Tomate	13-16	22-26	26-30	9-10	20-30
Pepino	18-20	24-28	28-32	10-12	20-30
Melón	18-21	24-30	30-34	10-13	20-30
Chile	16-18	22-28	28-32	10	20-30
Berenjena	15-18	22-26	30-32	12-15	20-30

Fuente: Matallana, A. & J. I. Montero. 1995. Invernaderos: Diseño, construcción y climatización, Madrid. España.; citado por Barquero (2003).

La convección tiene lugar por el movimiento del calor por las plantas, el suelo y la estructura del invernadero. La infiltración se debe al intercambio de calor del interior del invernadero y el aire frío del exterior a través de las juntas de la estructura. La radiación, por el movimiento del calor a través del espacio transparente.

2.3.3.3 Humedad

Al interior de los invernaderos, mantener un estricto control sobre la humedad en un factor importante (Barrios, 2004). Baixauli (1996) define que, la *humedad* es la masa de agua en unidad de volumen o en unidad de masa de

aire y que la *humedad relativa* (HR) es la cantidad de agua contenida en el aire; en relación con la máxima que sería capaz de contener a la misma temperatura. Además, de que existe una relación inversa de la temperatura en relación con la humedad, por lo que a elevadas temperaturas aumenta la capacidad de contener vapor de agua y por tanto disminuye la HR. Con temperaturas bajas, el contenido en HR aumenta.

Cada especie tiene una humedad ambiental idónea para vegetar en perfectas condiciones. Acorde con Barrios (2004), la humedad varía según los requerimientos del cultivo. Por ejemplo, al tomate, al pimiento y la berenjena le gusta una HR sobre el 50 al 60%; mientras que al melón una HR entre el 60 a 70%; al calabacín entre el 65 al 80% y el pepino entre el 70 a 90% (Baixauli, 1996).

En la práctica este conocimiento es importante porque la HR del aire, es un factor climático que puede modificar el rendimiento final de los cultivos. Cuando la HR es excesiva las plantas reducen la transpiración y disminuyen su crecimiento, se producen abortos florales por apelmazamiento del polen y un mayor desarrollo de enfermedades criptogámicas. Por el contrario, si es muy baja, además de los comunes problemas de mal cuaje, las plantas transpiran en exceso pudiendo deshidratarse (Cermeño, 1972).

Para que la HR se encuentre lo más cerca posible del óptimo, el agricultor debe ayudarse del higrómetro. El exceso puede reducirse mediante ventilado, aumento de la temperatura y evitando el exceso de humedad en el suelo. La carencia puede corregirse con riegos, llenando canalillas o balsetas de agua, pulverizando agua en el ambiente y sombreando. La ventilación cenital en invernaderos con anchura superior a 40 m es muy recomendable, tanto para el control de la temperatura como de la HR.

2.3.3.4 Ventilación

Baixauli (1996) aclara que la ventilación consiste en la renovación del aire dentro del recinto del invernadero. Práctica que tiene efecto sobre la temperatura, la humedad, el contenido de CO₂ y el oxígeno que hay en el interior del invernadero. La ventilación puede hacerse de una forma natural o forzada. La ventilación puede ser de dos tipos: ventilación natural o pasiva y ventilación mecánica o forzada.

La *ventilación natural o pasiva*, se basa en la disposición de un sistema de ventanas (en paredes y techo), que permitan la entrada de una serie de corrientes de aire que contribuyan a disminuir las temperaturas elevadas y a reducir el nivel higrométrico (Baixauli, 1996).

Las ventanas pueden ser cenitales si se disponen en la techumbre o laterales si están colocadas sobre las paredes de los costados del invernadero.

Existen diferencias significativas entre la posición de la ventana y el efecto de aireación. Por ejemplo, se admite que una ventana cenital de una determinada superficie resulta a efectos de aireación hasta ocho veces más efectiva que otra situada lateralmente de igual superficie. Normalmente las ventanas deben ocupar entre un 18 y 22% de la superficie de los invernaderos, teniendo en cuenta que con anchuras superiores a los 20 m. será imprescindible disponer de ventilación cenital que mejore la aireación lateral (Baixauli, 1996).

Los *sistemas de ventilación mecánica o forzada* consisten en establecer una corriente de aire mediante ventiladores-extractores, en la que se extrae aire caliente del invernadero, y el volumen extraído es ocupado inmediatamente por aire de la atmósfera exterior. Baixauli (1996) indica que con este sistema solamente se puede conseguir una temperatura idéntica a la del exterior, pero su control es más preciso del que se logra con la ventilación pasiva.

2.3.4 Materiales utilizados para la construcción de los Invernaderos

La diversificación productiva, tan necesaria en los tiempos actuales, nos indica la necesidad de mejorar los sistemas de producción de hortalizas y, por qué no otros tipos de plantas. Debido a ello, el uso de invernaderos se ha

masificado en la agricultura, permitiendo obtener una producción más limpia y saludable para el consumo.

Barrios (2004) indica que para la escogencia del invernadero apropiado, aún con el invernadero en el papel, es bueno conocer las condiciones que exigen su instalación, las diversas estructuras y los plásticos para la cubierta. Acorde con el tipo y estado de la estructura, cabe indicar que los de hierro necesitan estar pintados de color blanco, aparte de protegerlos del óxido, para evitar que se calienten demasiado y corten el polietileno. Si son de madera, la madera debe ser seca para que no se doble y sus cantos sean suaves, sin asperezas, en las zonas de contacto con la lámina de polietileno, para que no la rompan. Que el polietileno no quede suelto ni excesivamente tirante, al momento de su colocación y fijación sobre la estructura.

2.3.5 Estructuras

Barrios (2004) indican que en la actualidad se cuenta con variadas opciones de estructuras, siendo principalmente utilizadas las opciones de madera o las metálicas. Se afirma que si bien las estructuras de madera resultan más económicas que las metálicas, éstas últimas tienen la ventaja de resistir una mayor carga y tienen una mayor duración o vida útil, permitiendo además ser desmontables y reutilizables en otra ubicación.

2.3.5.1 Materiales de estructuras o sostén

Estos materiales forman lo que se conoce como esqueleto de un invernadero, el cual puede ser construido con material metálico, madera o bambú. La combinación de diferentes materiales trae como resultado una mejor transmisión de la luz en el interior del invernadero y la reducción de costos en la construcción del mismo (Rosa y Russo 1998).

2.3.5.2 Materiales de protección o cubierta

Uno de los materiales empleados para la protección de cultivos dentro de invernaderos, lo constituyen las cubiertas rígidas (vidrio, fiberglass y policarbonato), las cuales son muy costosas (Agro-Holanda 1992); y no es común su utilización en Panamá; ya que su fragilidad no permite algunas actividades de manejo

En los países latinoamericanos se utiliza plástico para la protección de los invernaderos. Entre los cuales se destaca el polietileno, muy utilizado en nuestras condiciones climáticas, y además tiene menor costo en el mercado. Otros materiales utilizados son: el polipropileno, copolímeros y plicloruro de vinilo (Lizama, 1984).

Entre los tipos de polietileno, el utilizado es el polietileno de baja densidad, con una durabilidad de una, dos y hasta tres temporadas; según hayan sido o

no tratados con aditivos inhibidores del efecto de los rayos ultravioleta (Riaño, 1992).

Estos aditivos otorgan solo mayor durabilidad, pero en ningún caso le otorga propiedades térmicas, como suele confundirse. Es importante que estos plásticos contengan aditivos externos antipolvo y antialgas e internamente antigoteo, para favorecer su reflectividad y transmicidad de luz. Según normas de interacciones el plástico debe tener resistencia a vientos de 50 km/hora y cargas máxima de 25 kg/m².

En ocasiones, los productores muestran disconformidad con la durabilidad de los plásticos para dos o tres temporadas. Probablemente con justa razón, pero hay que tener en consideración que dichos plásticos han sido fabricados o formulados en países de menor radiación ultravioleta y por lo tanto la cantidad de aditivo anti-UV es insuficiente. Cada tipo de polietileno se justifica técnica y económicamente en diferentes situaciones, de acuerdo con la zona y tipo de cultivo (Alvarado y Urrutia, 2000).

2.3.5.3 Materiales accesorios

Como materiales de accesorios se conocen los diferentes sistemas de reposte, también conocidos como tutores, incluye tanto los que guían la planta como los que la sostienen o soportan. Entre este tipo de materiales se

destacan: alambres, mecatres (hilos), guías, varas de bambú, madera, metal y otros (Rosa y Russo 1998).

2.3.6 Tipos de Invernaderos

Existen muchos tipos de invernaderos, en función de la forma que se adopte y los materiales utilizados. Entre los principales tipos de invernaderos se indican los siguientes:

2.3.6.1 Invernadero en Capilla o dos aguas

Barquero (2003) señala que este tipo de invernadero corresponde a un diseño clásico por la facilidad de construcción, posee la forma de una casa a dos aguas, y puede o no tener monitor para evacuar el aire caliente. Su origen se remota a los invernaderos artesanales del sur de Portugal (Barquero, 2003).

Ventajas:

Barquero (2003) señala detalladamente algunas de las ventajas de este tipo de invernadero y las cuales son:

- 👉 Esta es una construcción de mediana a baja complejidad.
- 👉 Utilización de materiales con bajo costo, según la zona, apto para los materiales de cobertura flexibles como rígidos.

- ✎ Fácil contracción y de fácil conservación.
- ✎ Es muy aceptable para la colocación de todo tipo de plásticos en la cubierta.

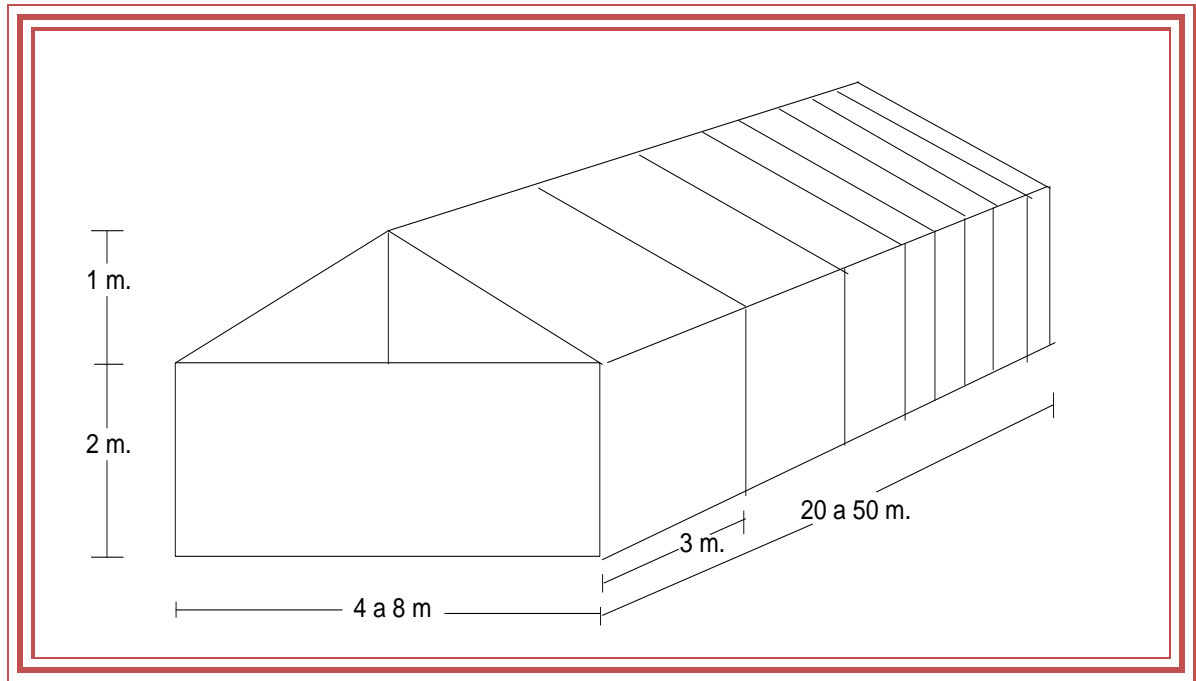


Figura 1: Invernadero tipo capilla, a dos aguas, en su variante sin lucarna

Fuente: ALVARADO V., P. y G. URRUTIA S. 2000. Invernaderos: materiales, tipos, zonas aptas, tendencias e innovaciones. Revista el Agroeconómico: Mayo, 2000.

- ✎ La ventilación vertical en paredes es muy fácil y se puede hacer de grandes superficies, con mecanización sencilla.
- ✎ Resulta fácil la instalación de ventanas cenitales.

Tiene una serie de desventajas y limitaciones para las zonas tropicales.

- ✎ Por lo general son de construcciones de madera, se utiliza pilares de de árboles como eucalipto, ciprés o cañaza.
- ✎ Uno de las principales desventajas de este tipo de invernadero es el problema de ventilación, especialmente con invernaderos en baterías.
- ✎ A igual altura cenital, tiene menor volumen encerrado que los invernaderos curvos.
- ✎ Mayor sombreo y más número de soportes internos (vigas y columnas), que dificultan el desplazamiento por el invernadero.

2.3.6.2 Invernadero de Capilla modificado

Este tipo de invernadero es una variación de los de capilla, que consiste en el ensamble a diferentes alturas de cada cambio, lo que permite generar un espacio para la ventana cenital (Matallana y Montero, 1989).

Ventajas:

Las ventajas de este tipo de invernadero modificado son:

- ✎ Construcción de mediana complejidad
- ✎ Excelente ventilación
- ✎ Empleo de materiales de bajo costo

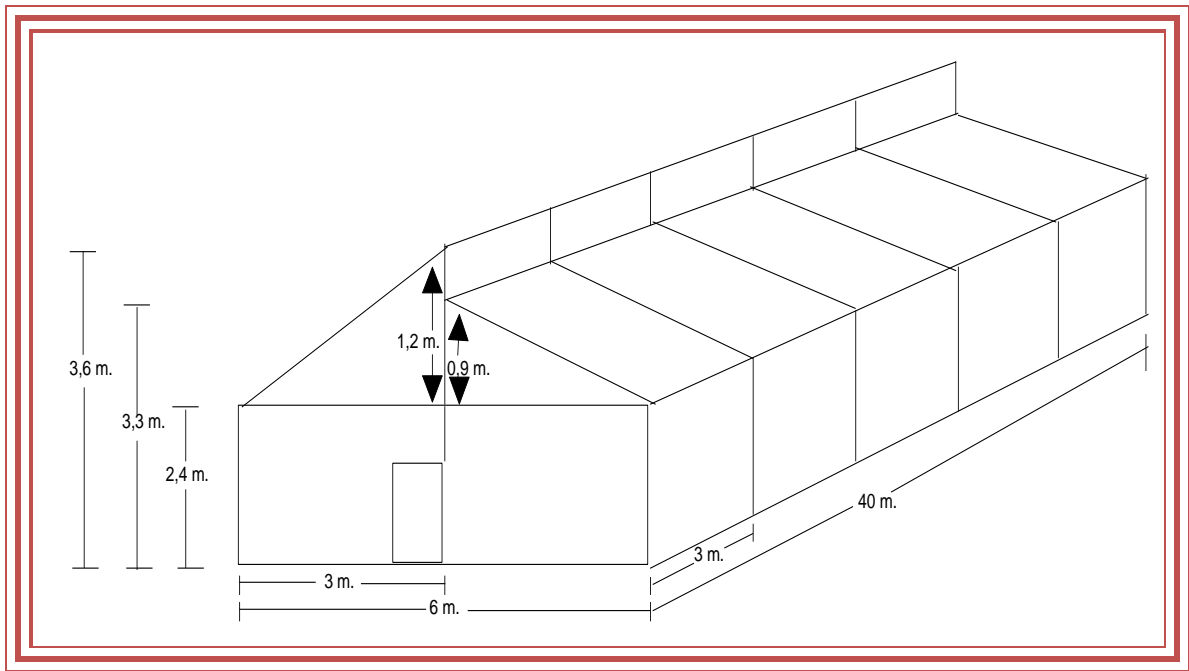


Figura 2. Invernadero tipo capilla, a dos aguas, en su variante con lucarna.

Fuente: ALVARADO V., P. y G. URRUTIA S. 2000. Invernaderos: materiales, tipos, zonas aptas, tendencias e innovaciones. Revista el Agroeconómico: Mayo, 2000.

Desventajas

Matallana y Montero (1989) resaltan que, la principal desventaja que presenta este tipo de invernadero es que:

- ✎ El sombreado en el invernadero de capilla modificado es mayor que en el invernadero de capilla a dos aguas, pero menor que en el invernadero diente de sierra, a igual altura cenital, menor volumen de aire encerrado

que en los invernaderos curvos, y elementos de soportes internos que dificultan los desplazamientos y el emplazamiento de.

2.3.6.3 Invernadero Dientes de Sierra

Este tipo de invernadero es una variación de los invernaderos de capilla el cual es apropiado para zonas de bajas precipitaciones y mucha luz solar (Matallana y Montero, 1989). Barquero (2003) indica que este es una estructura diseñada con techos de una sola agua. Incluidos en ángulos que varían entre los 5° y los 15°; orientados en sentido este-oeste y con presentación del techo hacia la posición del sol.

Estos invernaderos se orientan de forma tal, que la parte baja del techo siguiente se inicia en la parte alta del anterior; así sucesivamente, de manera que a lo largo da un aspecto de sierra con muchos picos (Barquero, 2003).

El acoplamiento lateral de este tipo de invernaderos dio origen a los conocidos como dientes de siembra. La necesidad de evacuar el agua de precipitación, determinó una inclinación en las zonas de recogida desde la mitad hacia ambos extremos.

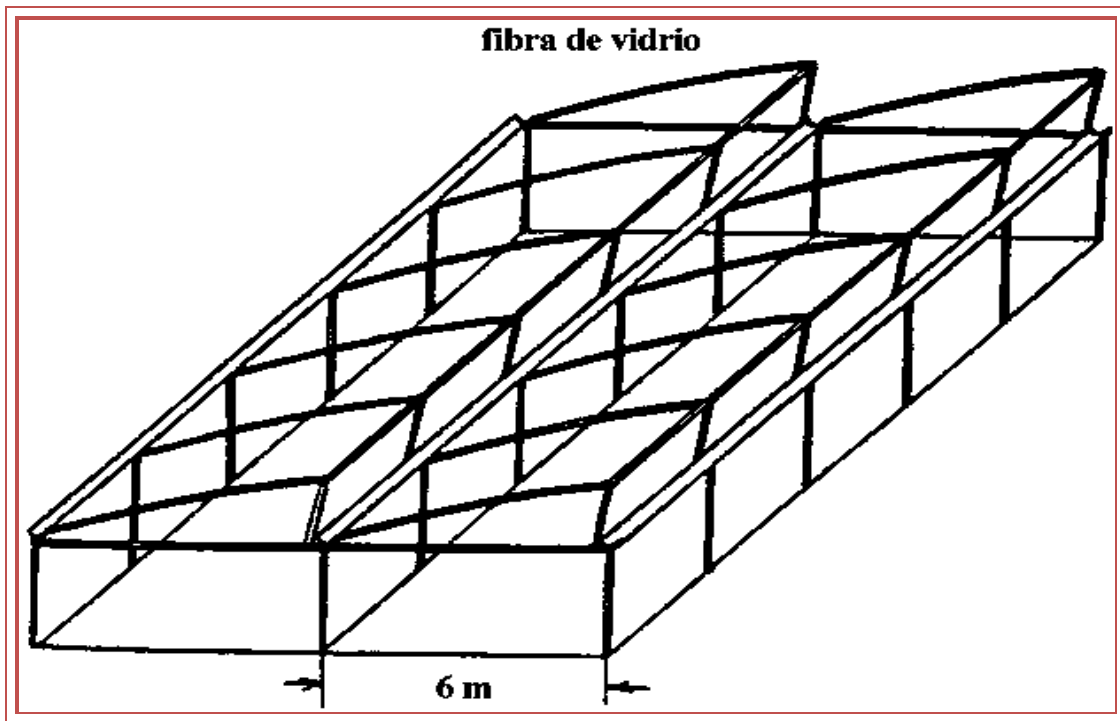


Figura 3: Invernadero Diente de Sierra

Fuente: www.fao.org/DOCREP/005/S8630S/s8630s19.gif

Ventajas:

Esta es una construcción de:

- 👉 Mediana complejidad.
- 👉 Empleos de materiales de bajos costos.



Figura 4: Invernadero Diente de Sierra

Fuente: Netafim Invernaderos
[Netafinetafimgreenhouse.com/.../170_mb_file_9b8d7.gif](https://neftafinetafimgreenhouse.com/.../170_mb_file_9b8d7.gif)

Desventajas:

- 👉 Sombreo mucho mayor que en las construcciones de capilla (debido a mayor número de elementos estructurales de sostén).
- 👉 Menor volumen de aire encerrado (para igual altura de cenital) que el tipo capilla.

2.3.6.4 Invernadero tipo parral (almeriense)

Riaño (1992) reporta que estos invernaderos tuvieron su origen en la provincia de Almería (España), hechos de palos y alambres; denominados

parral por ser una versión modificada de las estructuras o tendidos de alambre empleados en los parrales para uva de mesa.

Actualmente existe una versión moderna a los originales, que se construyen con caños galvanizados como sostenes interiores, permaneciendo el uso de postes para los laterales de tensión o aún, siendo reemplazados también éstos por muertos enterrados, para sujeción de los vientos, constituidos por doble alambre del 8. Estos invernaderos suelen tener una altura en la cumbrera de 3 a 3.5 metros, la anchura variable, pudiendo oscilar en 20 m o más, por largo variable.

La pendiente es casi inexistente, o bien (en zonas con pluviometría de riesgo) suele darse 10° - 15° , lo que representa altura de los laterales del orden de 2,0-2,3 m. Se ventila solamente a través de las aberturas laterales. En la techumbre solo se utiliza un doble entramado de alambre, por entre el cual se coloca la lámina de polietileno, sino otra sujeción.

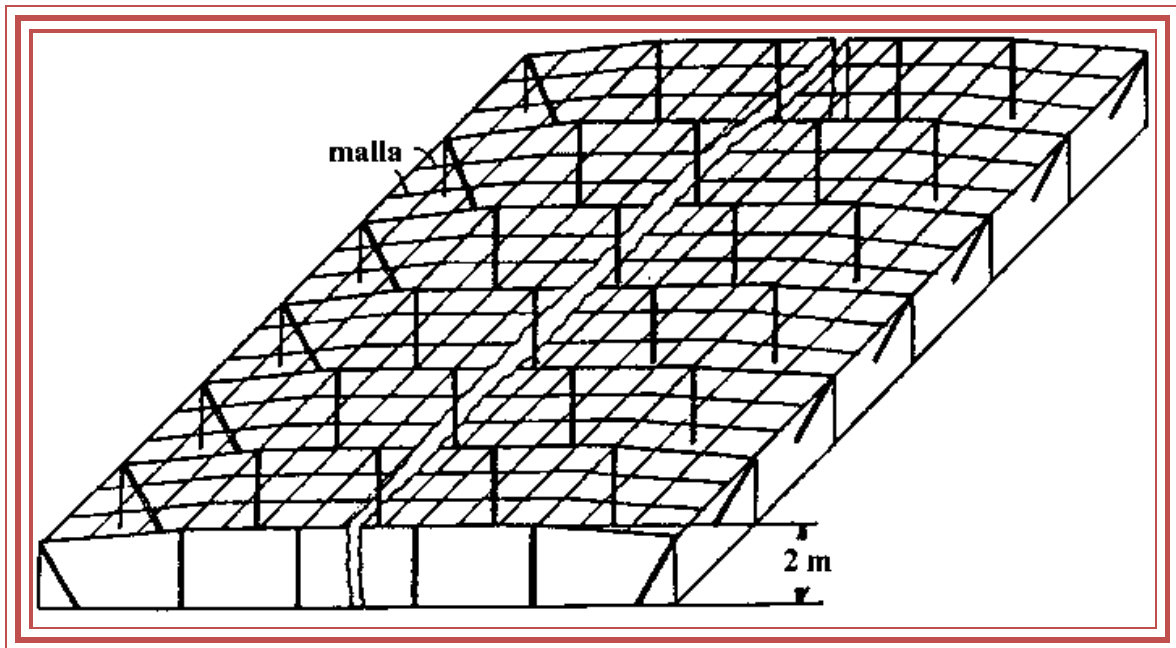


Figura 5: Invernadero tipo parral

Fuente: <http://www.fao.org/DOCREP/005/S8630S/s8630s0y.gif>

Desventajas:

- ✎ Deficiente ventilación.
- ✎ Alto riesgo de rupturas por precipitación intensa (escasa capacidad de drenaje.)
- ✎ En zonas de baja radiación, la escasa pendiente del techo representa una baja captación de la luz solar.
- ✎ Construcción de alta complejidad.

2.3.6.5 Invernadero tipo túnel

Rosa y Russo (1998) señalan que este tipo de invernadero se caracteriza por la forma de su cubierta y por su estructura totalmente metálica y su empleo se está extendiendo debido a su mayor capacidad para el control de los factores climáticos, su gran resistencia a fuertes vientos y su rapidez de instalación, al ser estructuras prefabricadas. Los soportes son de tubos de hierro galvanizado y tienen una separación interior de 5x8 o 3x5 m. La altura máxima de este tipo de invernaderos oscila entre 3,5 y 5 m. En las bandas laterales se adoptan alturas de 2,5 a 4 m.

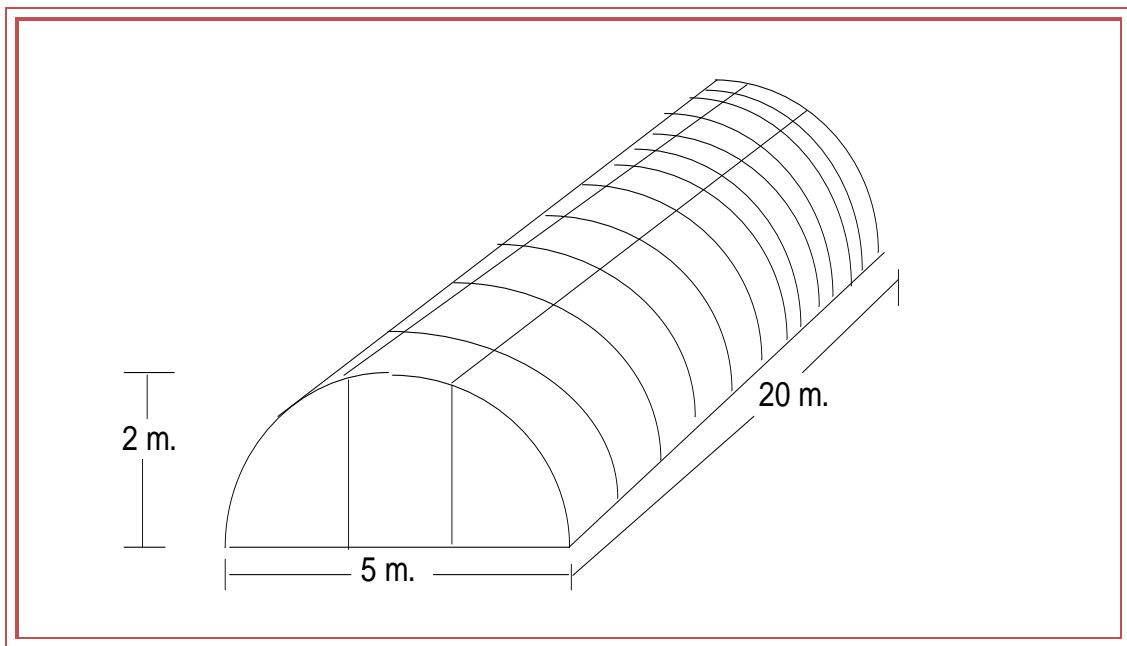


Figura 6: Invernadero tipo Túnel

Fuente: ALVARADO V., P. y G. URRUTIA S. 2000. Invernaderos: materiales, tipos, zonas aptas, tendencias e innovaciones. Revista el Agroecónómico: Mayo, 2000.

El ancho de estas naves está comprendido entre 6 y 9 m y permiten el adosamiento de varias naves en batería. La ventilación es mediante ventanas cenitales que se abren hacia el exterior del invernadero.

Ventajas:

- ✎ Estructuras con pocos obstáculos en su almacén.
- ✎ Buena ventilación.
- ✎ Buena estanqueidad a la lluvia y al aire.
- ✎ Permite la instalación de ventilación cenital a sotavento y facilita su accionamiento mecanizado.
- ✎ Buen reparto de la luminosidad en el interior del invernadero.
- ✎ Fácil instalación.

Desventajas:

- ✎ Elevado coste.
- ✎ No aprovecha el agua de lluvia.

Barquero (2003) resalta que éstas son estructuras de metal arqueado, en las que normalmente se utiliza tubo industrial y la dimensión del arco a lo ancho es de 5.5 metros. Este sencillo sistema presenta la ventaja de permitir un

mayor porcentaje de aprovechamiento de la luz solar, por el grosor y cantidad de materiales utilizados. Tiene como gran inconveniente que la ventilación lateral es demasiado limitada. Su origen se remota a los invernaderos de Sicilia (Italia) y Marruecos.

2.3.6.6 Invernadero tipo raspa o amagado

Serrano Cermeño, Z. (1979). Su estructura es muy similar al tipo parral pero varía la forma de la cubierta. Se aumenta la altura máxima del invernadero en la cumbre, que oscila entre 3 y 4,2 m, formando lo que se conoce como raspa.

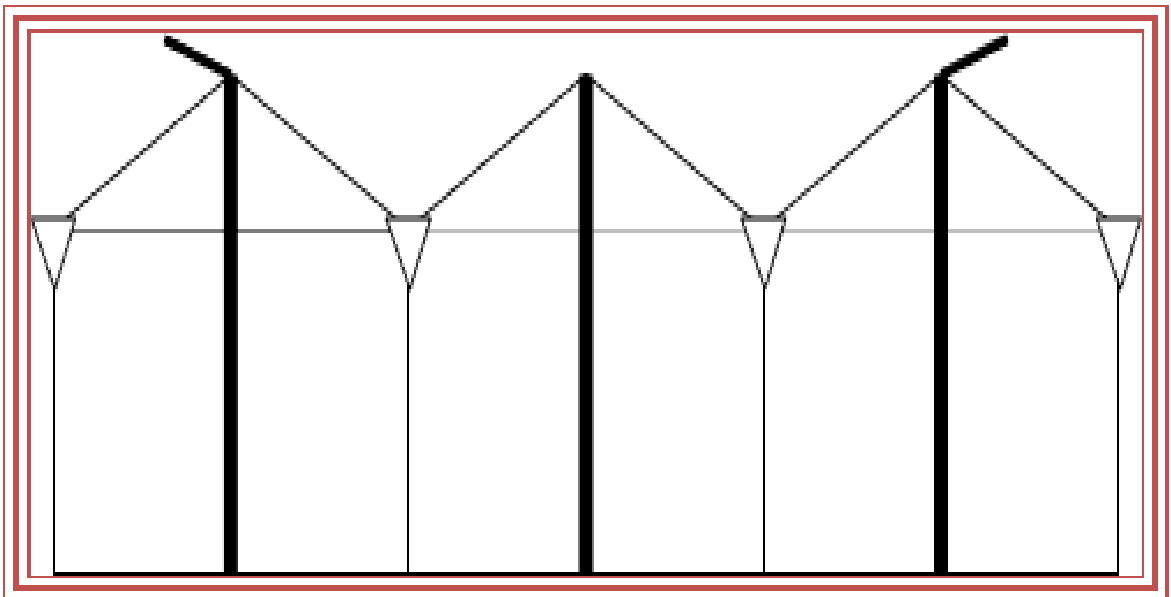


Figura 7: Invernadero Tipo Raspa y Amagado

Fuente: www.infoagro.com/.../invernaderos_fig2.gif

En la parte más baja, conocida como amagado, se unen las mallas de la cubierta al suelo mediante vientos y horquillas de hierro que permite colocar los canalones para el desagüe de las aguas pluviales. La altura del amagado oscila de 2 a 2,8 m, la de las bandas entre 2 y 2,5 m.

La separación entre apoyos y los vientos del amagado es de 2x4 y el ángulo de la cubierta oscila entre 6 y 20°, siendo este último el valor óptimo. La orientación recomendada es en dirección este-oeste.

Ventajas:

- 👉 Su economía.
- 👉 Tiene mayor volumen unitario y por tanto una mayor inercia térmica que aumenta la temperatura nocturna con respecto a los invernaderos planos.
- 👉 Presenta buena estanqueidad a la lluvia y al aire, lo que disminuye la humedad interior en periodos de lluvia.
- 👉 Presenta una mayor superficie libre de obstáculos.
- 👉 Permite la instalación de ventilación cenital situada a sotavento, junto a la arista de la cumbrera.

Desventajas:

- 👉 Diferencias de luminosidad entre la vertiente sur y la norte del invernadero.

- ✎ No aprovecha las aguas pluviales.
- ✎ Se dificulta el cambio del plástico de la cubierta.
- ✎ Al tener mayor superficie desarrollada se aumentan las pérdidas de calor a través de la cubierta.

Barquero (2003) informa que éstas son estructuras exclusivas de zonas muy secas y frías. Su característica es que su cubierta superior es prácticamente plana y su altura no supera los tres (3) metros; por lo tanto, son invernaderos muy calientes en el verano y fríos en el invierno. Son estructuras de escaso nivel tecnológico en control climático.

2.3.7 Costos de construcción

Los costos de construcción de un invernadero tienden a ser muy variables, éstos dependen de muchos factores, tales como: tamaño, estructura, tipo de tecnología, materiales y zona de ubicación (Ferrato y Herrera 1994).

Los antecedentes muestran que el costo, de construcción de un invernadero en donde se usa madera rústica de eucalipto y bambú, es de aproximadamente 4 a 5 dólares por metro cuadrado (Tapia, 1990). En cambio, una estructura más tecnificada en donde se utiliza una combinación de madera y metal, aproximadamente tiene un costo promedio de 6 a 8 dólares por metro cuadrado (Lizama, 1984). Actualmente los invernaderos

que presentan estructuras metálicas más tecnificadas y con accesorios modernos, poseen un costo promedio de 10 a 16 dólares por metro cuadrado (Molina y González, 2002).

2.4 Modelos de Invernaderos comúnmente construidos en la provincia de Chiriquí

En la provincia de Chiriquí se han ensayado un número variable de tipos de invernaderos, pero usualmente entre los tipos más empleados están los siguientes: invernaderos de dos aguas, invernaderos tipo sierra, invernadero en forma de arco, invernadero súper arco, invernadero de semi-arco, invernadero de bloque y módulos individuales, entre otros. Pero entre ellos, el más utilizado por los productores en las tierras altas es el invernadero tipo capilla de dos aguas; el cual no es recomendado por tener muchas desventajas en cuanto a su manejo.

2.5 Principales rubros agrícolas cultivados bajo invernadero en la provincia de Chiriquí

Las hortalizas de mayor importancia cultivada en invernaderos son tomate (*Lycopersicum sculentum*), pimentón (*Capsicum annum*) y como segundo rubros pepino (*Cucumis sativus*), repollo (*Brassica olererácea*).

CUADRO III: PRINCIPALES RUBROS EN INVERNADEROS DE LAS DIFERENTES ZONAS DE LA PROVINCIA DE CHIRIQUÍ.

REGIÓN	CULTIVOS
Renacimiento	Tomate, pimentón.
Boquerón	Tomate, pimentón, ñame criollo.
Bugaba	Tomate, pimentón, lechuga, helechos.
Boquete	Tomate, pimentón, berenjenas, ornamentales.
Dolega	Tomate, pimentón.
Riό Sereno	Tomate.

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agropecuario. David, Chiriquí; Departamento de Estadísticas Agropecuarias.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

La provincia de Chiriquí está localizada al extremo suroeste de la República de Panamá y posee una superficie de 8,653.23km². Al Norte limita con la Provincia de Bocas del Toro, al Sur con el Océano Pacífico, al Este con la Provincia de Veraguas y al Oeste con la Nación de Costa Rica.

En la Provincia de Chiriquí se encuentran las localidades de mayor producción bajo áreas cubiertas (invernaderos); por ejemplo: Boquete (34° 27' 99" de latitud y 97° 01' 91" de longitud); Volcán (31° 80' 95" de latitud y 97° 07' 29" de longitud); Cerro Punta (latitud de 32° 64' 92" y 98° 03' 45" de longitud); Renacimiento (30° 58' 22" de latitud y 97° 11' 26" de longitud); Potrerillos (33° 63' 46" de latitud y 96° 39' 23" de longitud).

Este estudio comprendió las comunidades que presentan mayor proporción de cultivos establecidos bajo invernaderos. Los Distritos seleccionados para tener una muestra representativa de la región fueron los siguientes: Boquete, Búgaba (Corregimientos de Volcán y Cerro Punta), Renacimiento

(Corregimiento de Río Sereno), Dolega (Corregimiento de Potrerillos) y Boquerón.

3.2 Importancia del estudio

Dada la necesidad de esta tecnología en la provincia de Chiriquí, es importante conocer las características de las estructuras para la producción bajo techo (Invernaderos); de esta manera, se facilitarán los ajustes necesarios para su mejor eficiencia en el proceso productivo.

La importancia de este proceso investigativo radica en proporcionar a los productores de hortalizas la información básica pertinente para la toma de una decisión apropiada, dentro de una producción de cultivos hortícola manejados bajo invernadero.

El productor tendrá una perspectiva más amplia en cuanto a la producción de hortalizas bajo techo, al conocer las ventajas y desventajas de cada tipo de estructura para la producción bajo techo.

3.3 Población y muestra

Para la selección del área de estudio y los productores que participaron en el proceso de investigación a través del método de encuestas, se tomó como referencia todos los productores de la zona que cultivan hortalizas en invernadero, esto fue identificado como el marco muestral. En cinco

comunidades ubicadas en las tierras altas se localizaron ochenta y cinco (85) propietarios de invernaderos los cuales cultivan hortalizas durante todo el año.

De estos ochenta y cinco propietarios, que representan el cien por ciento (100%) del total de productores que cultivan bajo techo en las zonas altas de la Provincia de Chiriquí, se seleccionaron sesenta y cinco; lo cual representa el setenta y seis por ciento (76%) de productores que cultivan hortalizas bajo este tipo de tecnología.

La investigación se concentró en la caracterización de los modelos estructurales usualmente empleados en la producción hortícola bajo techo y en la determinación del área cubierta.

La información obtenida fue de: características del invernadero, área protegida, sistema de riego, producción, periodo de vida útil de los invernaderos.

El criterio que prevaleció, para la selección de las fincas, fue la colaboración de los productores; los cuales estuvieron dispuestos a brindar toda la información necesaria en cuanto a los factores establecidos en las encuestas correspondientes al proceso productivo de las hortalizas cultivadas en invernadero, durante todo el periodo de producción.

3.4 Resumen de la información primaria

Para la selección de la información primaria se utilizó el método de encuestas. Se aplicaron un total de ochenta y cinco encuestas, entre grandes, medianos y pequeños productores relacionados con la producción bajo techo a nivel de la Provincia de Chiriquí.

Para la aplicación de las entrevistas (encuestas) se tomaron en cuenta primera y únicamente personas que estudian, trabajan o investigan actividades relacionadas al Agro y, especialmente, la producción bajo techo. Las instituciones que se tomaron para esta evaluación fueron las siguientes: Ministerio de Desarrollo Agropecuario (M.I.D.A) y el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (I.D.I.A.P).

3.5 Recolección de la información primaria mediante la encuesta

Para logro de la información requerida, acorde al plan investigativo, se aplicó una encuesta que comprendía catorce parámetros. Cada una de ellas representaba un factor de producción, en el cual se registró el nombre del productor, la finca, el área protegida, las características del invernadero, el sistema de riego, la producción obtenida, periodote vida útil de los invernaderos.

Ochenta y cinco entrevistas fueron realizadas mediante giras a diferentes comunidades productoras, en donde se visitó a los productores en sus respectivas fincas. La encuesta constaba de catorce puntos del dominio del productor. En circunstancias en que el productor no se encontrase en la finca al momento de la visita, la encuesta se dirigía al capataz de la finca, tomando datos como: nombre de capataz, nombre de la finca, distrito, corregimiento, nombre del lugar, número telefónico y registrando estos datos en un cuaderno. Seguidamente a esto, el productor de la finca llevaría la encuesta a la sede del M.I.D.A más cercana a su región.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio se desarrollan más abajo, según el parámetro a medir.

4.1 Disposición de los Productores a suministrar información

De la población total de 85 productores que cultivan hortalizas todo el año bajo invernadero y ubicados en cinco distritos diferentes (Renacimiento, Bugaba, Boquete, Dolega y Boquerón) de la Provincia de Chiriquí, solamente 65 productores; correspondiente a un 76% de la población inicial, estuvieron dispuestos a brindar información pertinente en cuanto a su producción bajo cubierta. Entre la información solicitada, hubieron datos como edad, años de experiencia como productor agropecuario, años de experiencia como productor en ambientes protegidos, nombre de la finca, área protegida, características del invernadero, fuente de agua, sistema de riego, fertilización, plagas y enfermedades, manejo agronómico, producción, post cosecha, asistencia técnica, comercialización y financiamiento, entre otros.

4.2 Generalidades del productor

La edad del productor se mostró muy variable entre éstos. En relación a este aspecto, se puede apreciar que la misma iba desde los 20 a 70 años de edad. Estructurada de la siguiente forma: ocho productores (12.3%) están entre los

20 – 25 años, 9 productores (13.8%) están entre los 26 – 30 años, 10 productores (15.3%) están entre los 31 – 35 años, 10 productores (15.3%) están entre los 36 – 40 años, 9 productores (13.8%) están entre los 41 – 45 años de edad, 8 productores (12.3%) están entre los 46 – 50 años de edad, 4 productores (6.5%) están entre los 51 – 55 años de edad, 4 productores (6.5%) están entre los 56 – 60 años de edad, 2 productores (4.6%) están entre los 61 – 65 años de edad y un productor (1.5%) está entre los 66 – 70 años de edad (ver Figura 8)

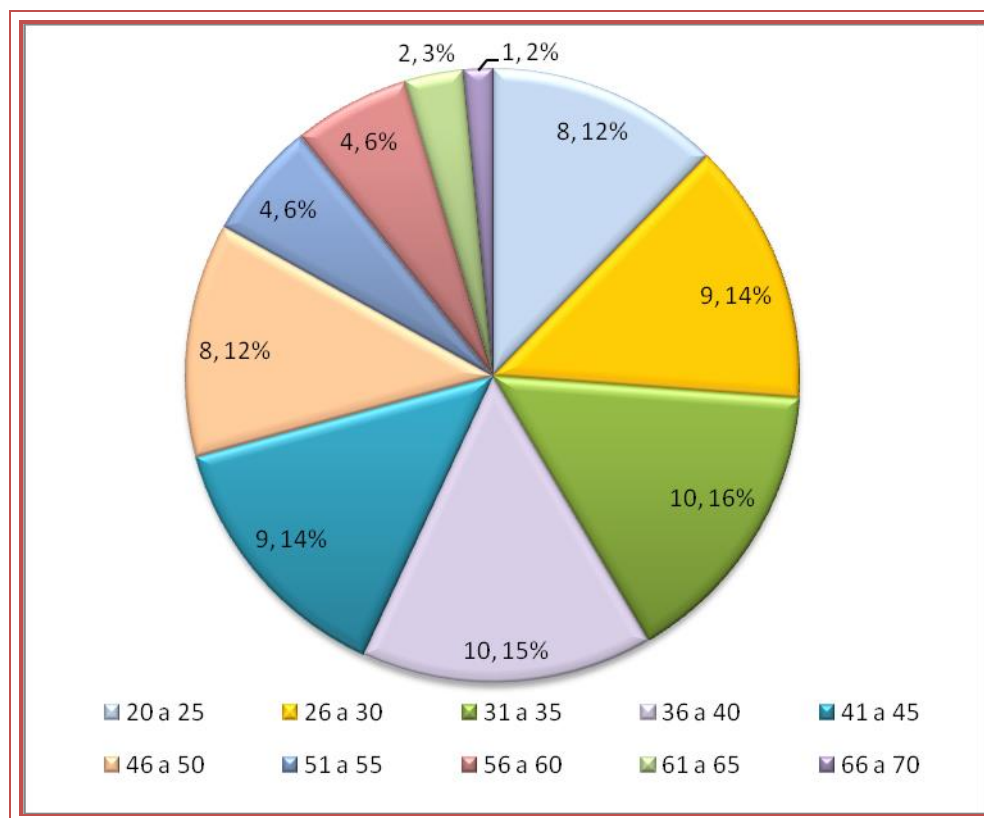


FIGURA 8: EDAD PROMEDIO DE LOS PRODUCTORES.

De igual forma, según la edad, hay una variación en la experiencia como productor agrícola. Así, se puede apreciar que de éstos: 18 (27.6%) poseen entre 1 – 5 años de experiencia como productores, 16 (24.6%) poseen entre 6 – 10 de experiencia agrícola, 8 (12.3%) poseen entre 11 – 15 años de experiencia agrícola, 2 (3%) poseen entre 16 – 20 años de experiencia agrícola, 6 (9.2 %) poseen entre 21 – 25 años de experiencia agrícola, 9 (13.8%) poseen entre 26 – 30 años de experiencia agrícola, uno posee entre 36 – 40 años de experiencia agrícola, 2 (3%) posee entre 41 – 45 años de experiencia agrícola y 3 (4.6%) poseen entre 46 – 50 años de experiencia como productor agropecuario respectivamente (ver figura 9).

A pesar de los años de experiencia como productores agropecuarios, se puede apreciar que la misma está basada mayormente en cultivación o producción a campo abierto. Su experiencia como productores de cultivos protegidos o invernaderos es relativamente reciente; así se indica que 37 (56.9%) productores cuentan con 1 – 5 años de experiencia de producción en invernaderos y 28 (43%) agricultores cuentan entre 6 –10 años de experiencia de producción de hortalizas en invernaderos (ver Figura 10).

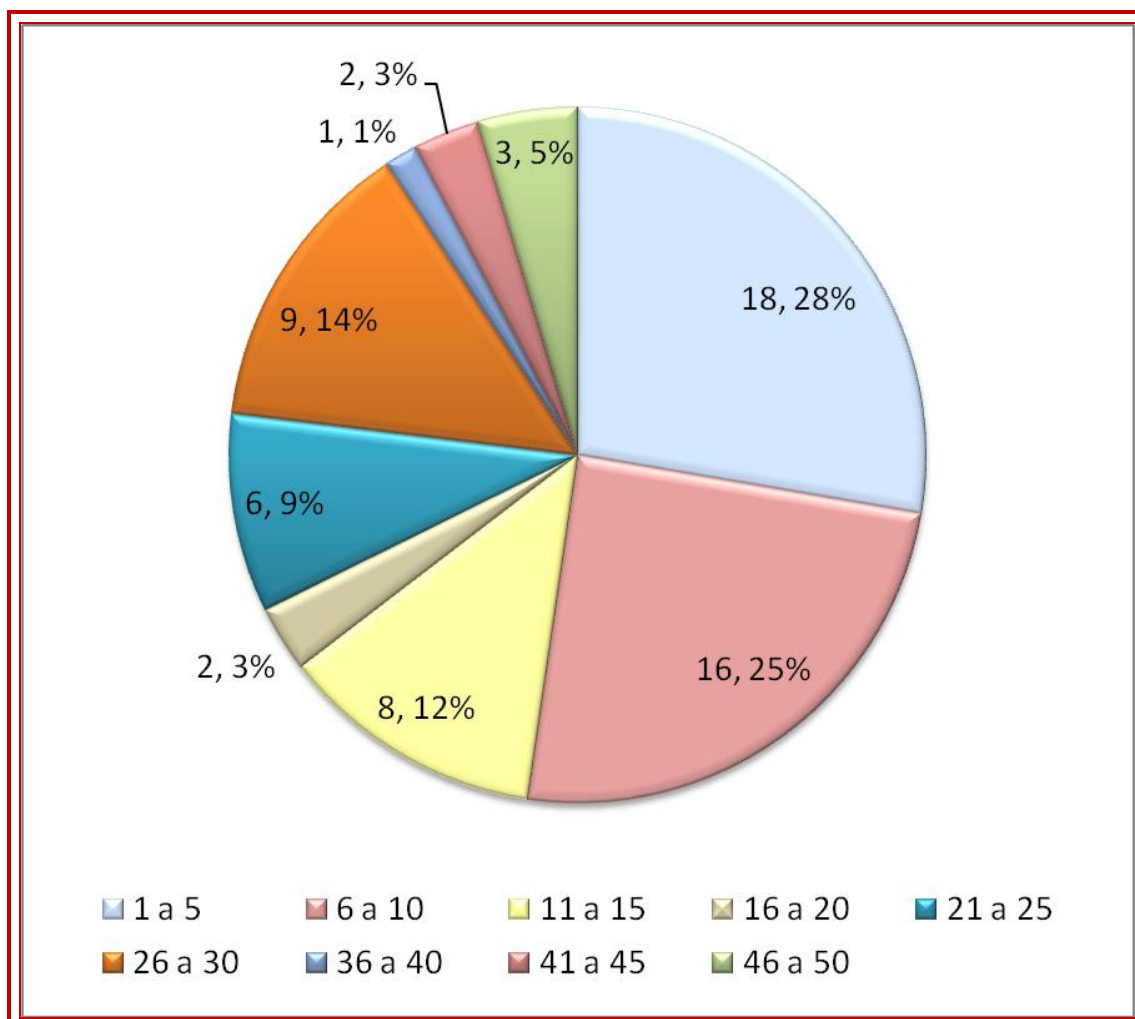


FIGURA 9: AÑOS DE EXPERIENCIA COMO PRODUCTORES AGRÍCOLAS

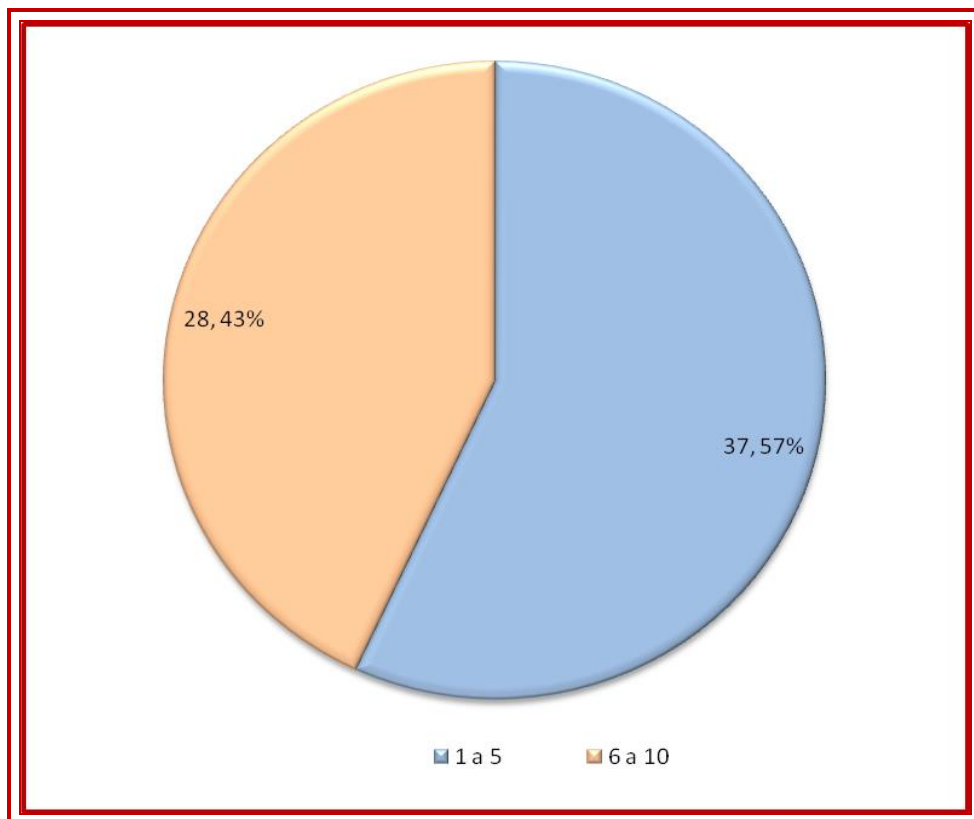


FIGURA 10: EXPERIENCIA EN PRODUCCION DE HORTALIZA BAJO TECHO CUBIERTO

4.3 Ubicación de los invernaderos

El conjunto de explotaciones agrícolas bajo cubierta, en la Provincia de Chiriquí, se ubica extendida en diferentes distritos o zonas dentro de éstos; especialmente debido al clima fresco y agradable, imperante en ellas. En la Figura 1 se ilustra la ubicación por localidad (distrito) en porcentajes (%), de los 65 invernaderos cuyos propietarios estuvieron en la disposición de suministrar información sobre sus explotaciones. Esta es la siguiente por

Distrito: Boquete (9%), Dolega (26%), Boquerón (29%), Bugaba (18%) y Renacimiento (18%) (Ver figura 11).

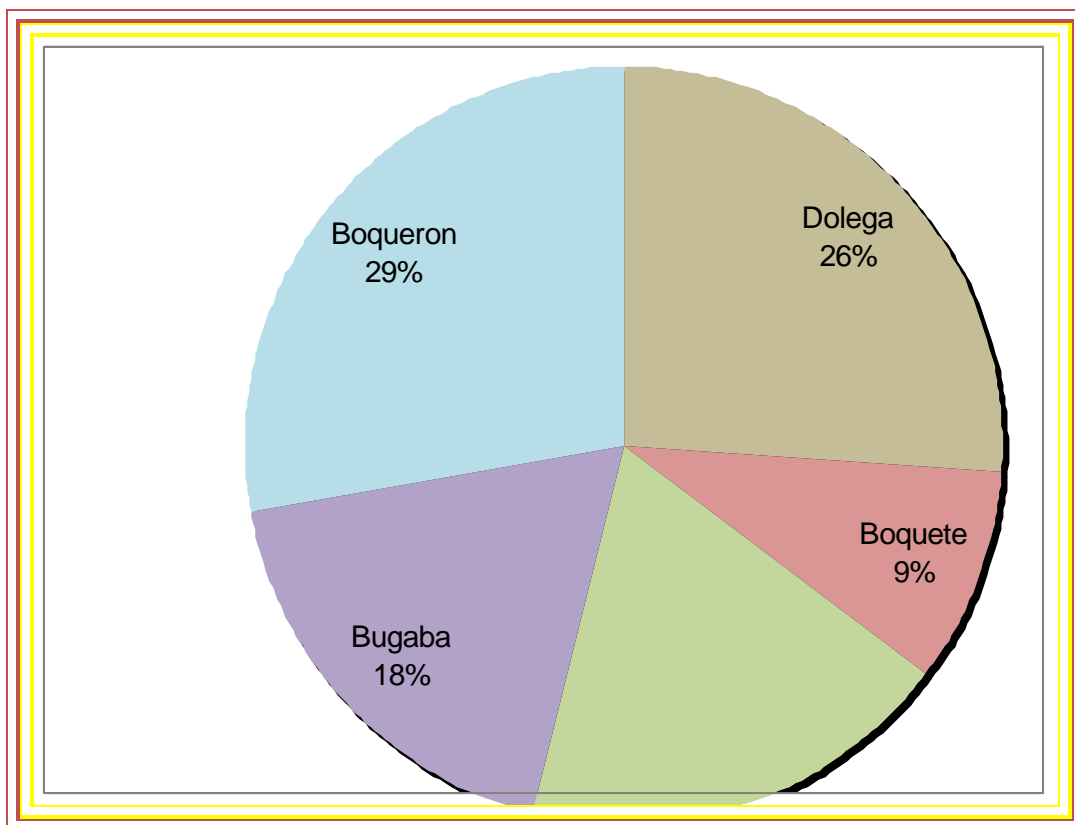


FIGURA 11: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LOS INVERNADEROS POR ZONA DE PRODUCCIÓN, EN LA PROVINCIA DE CHIRIQUI.

El estudio indicó que el Distrito de Boquerón cuenta con el mayor número de invernaderos (29%), seguido muy de cerca por el Distrito de Dolega (26%). Los Distritos de Bugaba y Renacimiento presentan un igual número de invernaderos (18% c/u) y sólo un nueve por ciento (9%) de éstos en el Distrito de Boquete.

4.4 Tipología de los Invernaderos

Las observaciones realizadas en el transcurso del desarrollo de este estudio indicaron que no se presentó un patrón de invernadero común, con una tipología general, para la producción de hortalizas. Pero dentro de las zonas estudiadas las infraestructuras se pudieron agrupar según su grado de tecnificación en: rústicos, semi-tecnificados y tecnificados (ver figura 12).

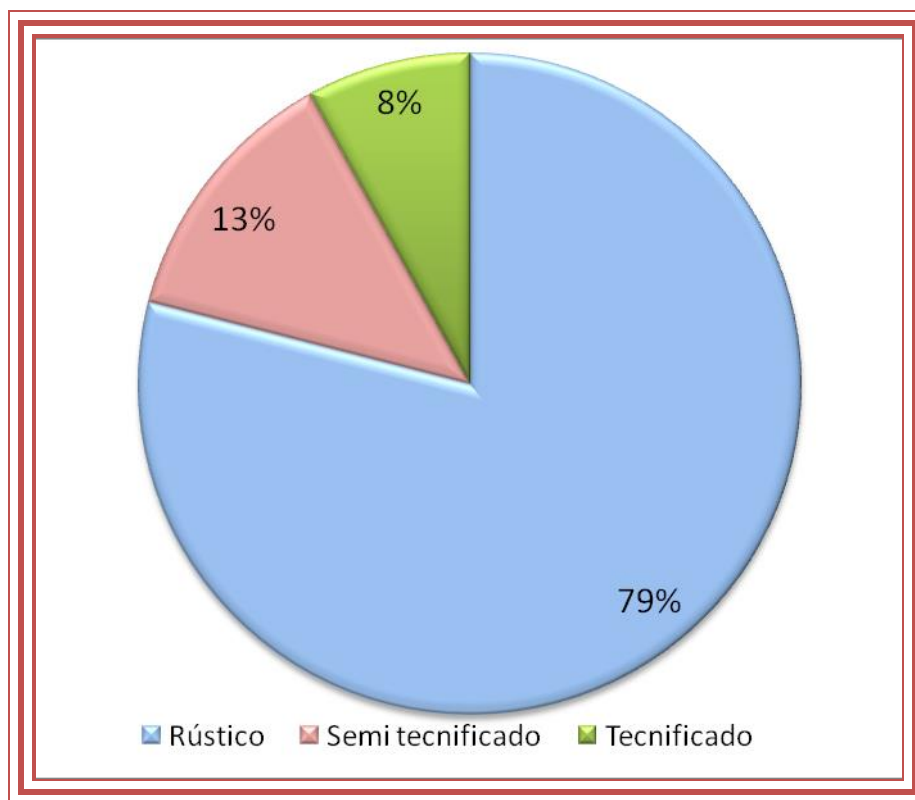


FIGURA 12: CARACTERIZACIÓN DE LOS INVERNADEROS DE ACUERDO A SU GRADO DE TECNIFICACIÓN (EN PORCIENTO).

En la Figura 12, se puede apreciar que el setenta y nueve por ciento (79%) de los invernaderos en la Provincia de Chiriquí, según su grado de tecnificación, se caracterizan por ser módulos rústicos; contruidos con materiales de bajos costos, como varas de bambú. Lo que hace a los mismos más accesibles para la mayoría de los productores y para poder obtener producciones medias.

En segundo lugar se posesionan los invernaderos semi-tecnificados, con un 13% de ocurrencia y por último, los invernaderos tecnificados con un ocho por ciento (8%). Con estos últimos se dan lugar las producciones de mejor calidad y con posibilidades de incursionar a excelentes mercados; pero con un costo elevado no solo de mantenimiento sino también para la producción, características que los coloca en la última posición de preferencia por parte de los productores de hortalizas, en áreas cubiertas.

4.4.1 Extensión superficial de terreno cubierta según tipo de invernadero

En conjunto, el análisis de los datos recolectados en campo indica que el sesenta y siete por ciento (67%) del área superficial total ocupada por invernaderos abarca una extensión de menos de cinco hectáreas y en ella se desarrollan principalmente invernaderos rústicos. El veintidós por ciento (22%) del área superficial ocupada

por invernaderos abarca una extensión total entre 5 y 10 hectáreas y en ella se desarrollan invernaderos semi tecnificados. Estos son de producción bajo cubierta con un área superficial no superior a los 2000 metros cuadrados (m²). Mientras que solo el once por ciento (11%) del área superficial ocupada por invernaderos abarca una extensión de más de 10 hectáreas y en ella se desarrollan principalmente invernaderos tecnificados (ver figura 13).

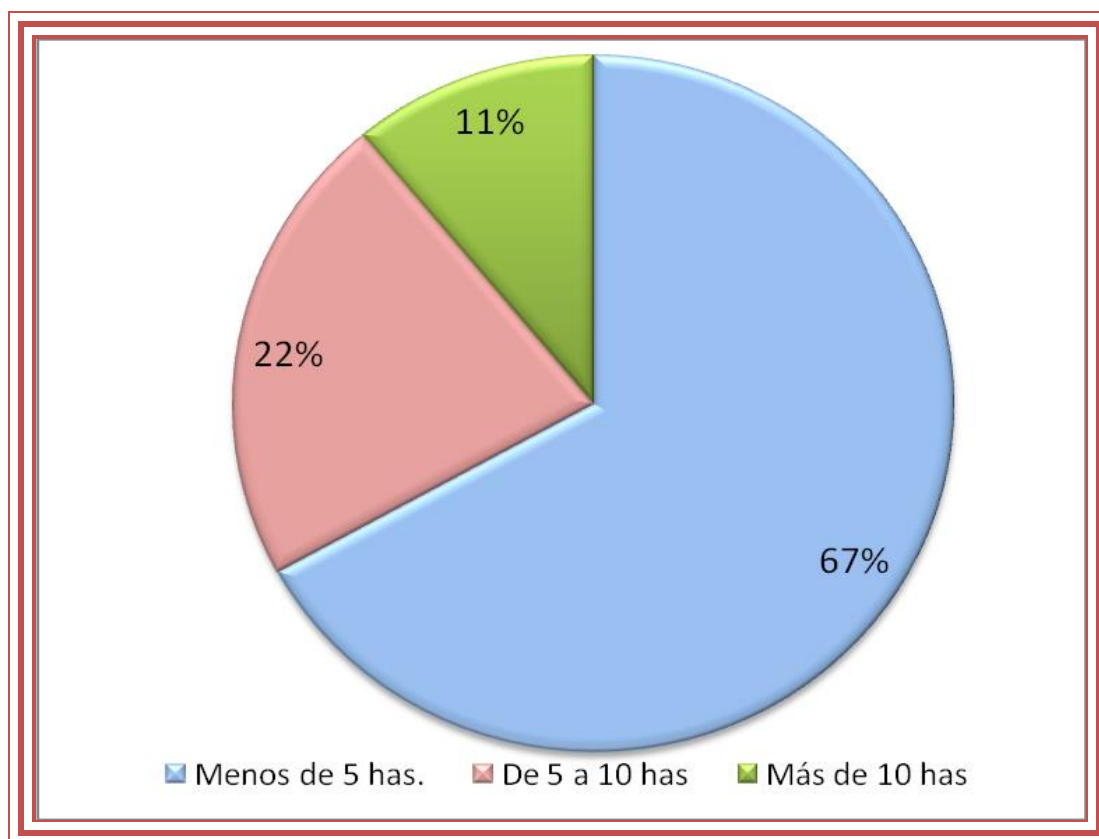


FIGURA 13: ÁREA GLOBAL SUPERFICIAL DE TERRENO CULTIVADA BAJO INVERNADERO Y SEGÚN SU TIPO.

Cabe señalar que la popularidad del invernadero rústico, a pesar de no lograrse en ellos la producción más óptima de rubros como tomate, pimentón, etc., estriba en que los productores, según sus propias palabras, no están preparados económicamente para construir invernaderos más tecnificados. Esto debido a factores como: el alto costo de construcción y mantenimiento que requiere la infraestructura y los gastos de manejo de la plantación dentro de estas áreas; por lo cual éstos prefieren invernaderos de bajos costos y producción media.

4.4.2 Invernaderos rústicos

Los invernaderos rústicos se caracterizan por una armazón estructural rudimentaria, constituidas de varas de bambú nativo (cañaza) y madera; siendo éstas de menores costos y más accesibles para los pequeños productores de hortalizas (ver figura 14).

Estos invernaderos son diseñados y construidos con un techado plástico a una sola agua y con forma de tipo capilla. El tipo de plástico utilizado en estos es de 180 micras de espesor (ver figura 20). La gran mayoría de los invernaderos rústicos poseen sistemas de riego por goteo.

Los invernaderos rústicos no sobrepasan una superficie individual de los setecientos cincuenta metros cuadrados (750 m^2) de área

superficial (ver figuras 17, 21). Su costo por metro cuadrado tiene un promedio de tres balboas con cincuenta y siete centavos.



FIGURA 14: ESTRUCTURA DE UN INVERNADERO TIPO RÚSTICO, PROPIETARIO INGENIERO JUAN GONZÁLEZ, DISTRITO DE BOQUETE.

Es importante destacar que, según los productores, el nivel de producción en este tipo de explotación rústica es bajo; siendo las mismas manejadas por los miembros de sus familias, realizando éstos la mayor parte de las actividades agrícolas. De este modo la mano de obra utilizada para el manejo de los invernaderos no es suficiente

para realizar adecuadamente las actividades demandadas por el cultivo.

La vida útil para los invernaderos en estas zonas estudiadas aproximadamente es de unos 5 años, debido a los factores climáticos como lluvia y vientos (ver Figura 18; 19).

4.4.3 Invernaderos Semi-tecnificados.

Se le denomina invernaderos semi-tecnificados debido a una constitución estructural combinada de cañaza – madera – metal, conocidos también como módulos artesanales de metal. Estos módulos abarcan el 13% de los invernaderos estudiados. Los mismos se caracterizan por formar varias naves en forma de capilla y a dos aguas (ver figura 15). Estas estructuras tienen un costo mas elevado que los rústicos. El costo aproximado fluctúa alrededor de los 14 balboas por metro cuadrado (m²) (ver figuras 21).



FIGURA 15: ESTRUCTURA DE UN INVERNADERO SEMI-TECNIFICADO, PROPIETARIO ING. JUAN GONZÁLEZ, BOQUETE.

Estructuralmente, estos invernaderos son superiores que los completamente rústicos y están techados por plástico transparente (polietileno), de unas 200 micras de espesor (ver figura 20). Los laterales de estos invernaderos están revestidos de malla anti-áfido de unas 150 – 180 mesh, poseen un sistema de riego tecnificado (por goteo o mini-aspersión) (ver figura 24).

La vida útil de estos módulos es de aproximadamente unos 10 años, donde solamente se realizan cambios de algunos materiales como plásticos, mallas anti-áfidos; ya que estos componentes son los que más comúnmente se deterioran (ver figura 18; 19)

Los datos de campo indicaron que el personal que labora en estos invernaderos cuenta con gran experiencia en relación a producción bajo este tipo de explotación; debido a que muchos de éstos laboran durante todo el proceso productivo y poseen cierta preparación académica-técnica. Su mercado son las grandes cadenas de supermercados del país e intermediarios frecuentes que visitan estas explotaciones.

El rol de la familia dentro de la actividad se basa más en la administración de la explotación y control de la calidad de la producción y en sí, muy poco en la realización de las actividades agrícolas propiamente dichas.

4.4.4 Invernaderos Tecnificados

Los invernaderos tecnificados, están confeccionados con estructuras de metal fabricadas por casas de orígenes internacionales y distribuidos localmente por empresas tales como: Riegos Modernos, Riegos de Chiriquí y otras.



FIGURA 16: ESTRUCTURA DE UN INVERNADERO TIPO TECNIFICADO, PROPIETARIO ING. JUAN GONZÁLEZ, BOQUETE.

Estos invernaderos en su totalidad, tecnológicamente son estructurados en las zonas estudiadas. Dentro de este tipo de módulo (tecnificado) predomina el invernadero en forma de semi-arco y de sierra. Cada una de estas estructuras no exceden los 4500 metros cuadrados (m^2) de construcción (ver figura 17). El costo promedio por metro cuadrado de construcción es de 18 balboas (ver figura 21).

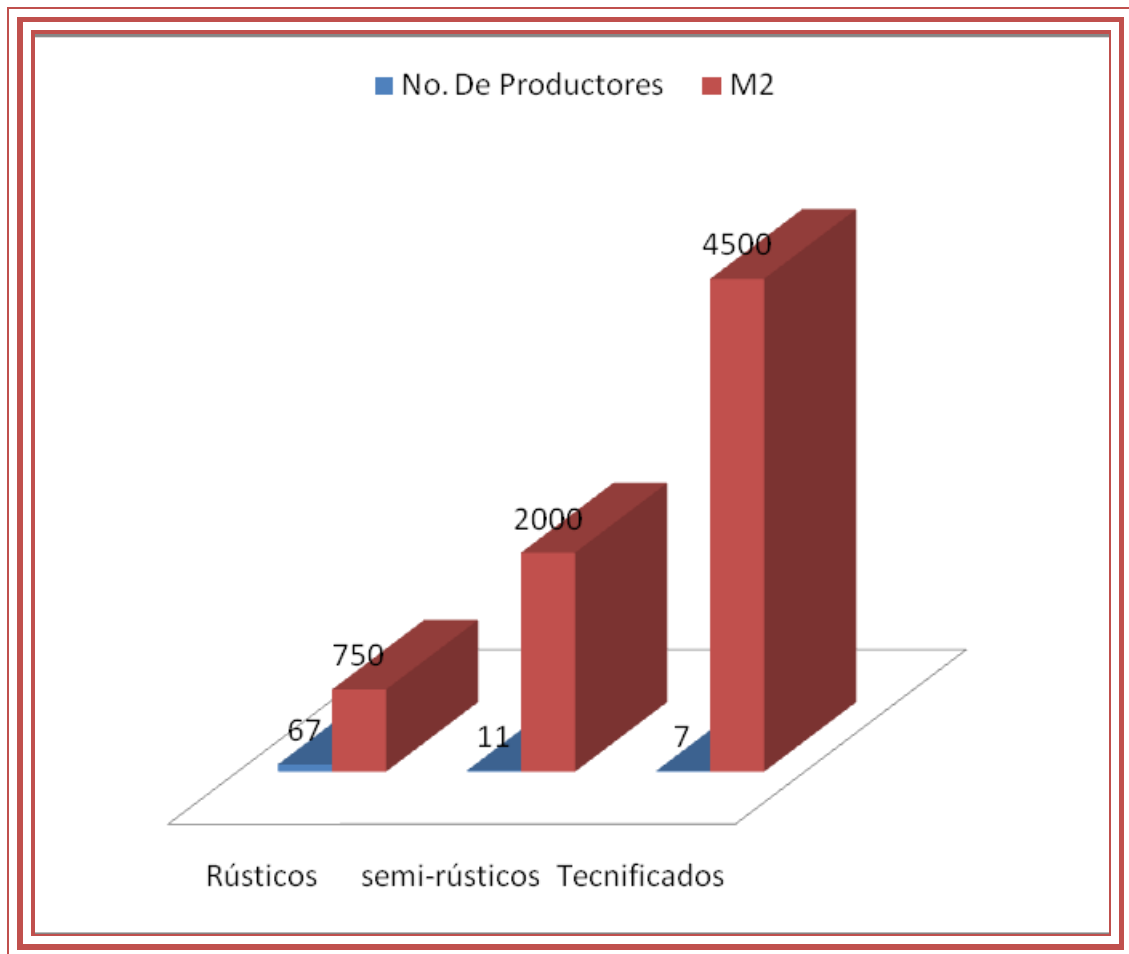


FIGURA 17: ÁREA SUPERFICIAL GLOBAL CUBIERTA SEGÚN TIPO DE INVERNADERO.

La vida útil de estos módulos promedia entre 18 a 20 años. El personal que labora en estos invernaderos es contratado de forma permanente, ya que posee experiencia en todas las actividades agronómicas, administrativas y de comercialización de la producción, bajo la supervisión del propietario del invernadero.

Los productos generados bajo estos tipos de explotaciones son de excelente calidad y por lo general, estos tipos de módulos de producción no mantienen relación con intermediarios y sostienen en el tiempo un mercado de contrato (basado en información de precios de mercado y costos de insumos).

4.4.5 Vida útil de los tipos de Invernaderos

La vida útil de los invernaderos es un factor de suma importancia, ya que ésta determina los periodos de producción y la rentabilidad de la misma. La vida útil de cada tipo de invernadero va a depender de los factores climáticos de la zona y el mantenimiento de la infraestructura, según la tipología; como de hecho lo es el reemplazo del plástico acorde a su calidad, calibre, duración y otras características.

La vida útil de los invernaderos, también la logramos apreciar mediante la información alzada. Según su estructuración los invernaderos designaron diferentes periodos de vida; el invernadero tipo Rustico se encuentra en un periodo de 5 años de durabilidad, en cuanto al invernadero tipo Semi-Tecnificado estimaron 10 años de durabilidad y en cuanto a los invernaderos Tecnificados demuestran un periodo de vida útil de 20 años (ver figura 18).

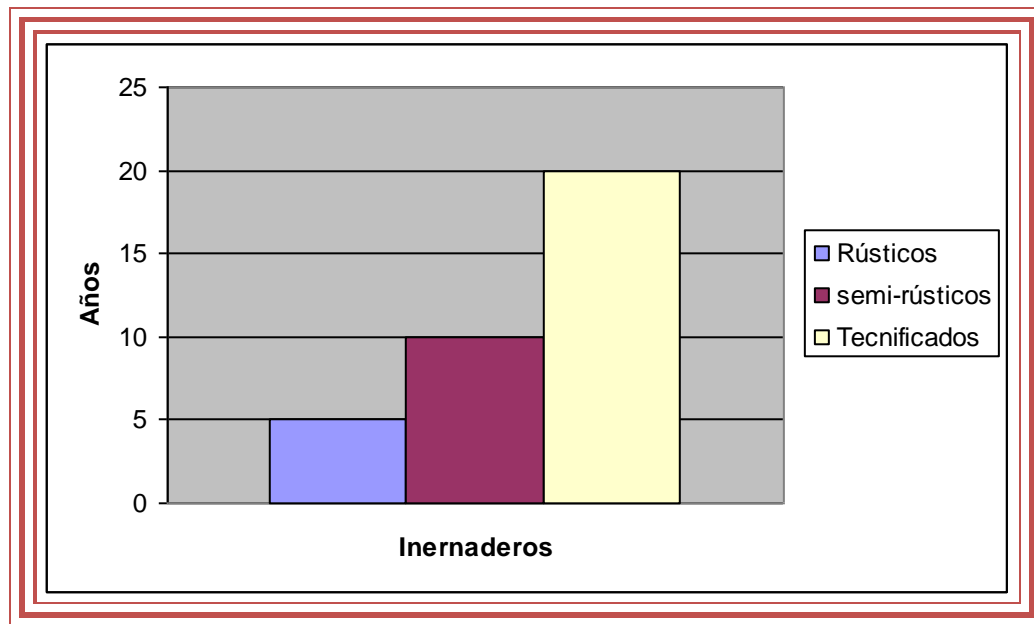


FIGURA 18: VIDA ÚTIL SEGÚN LA ESTRUCTURA DEL INVERNADERO

Acorde a los datos recolectados a través del estudio, el periodo de cambio del plástico lo decide cada productor, según la condición en la que se encuentre el mismo. Así se pudo apreciar que este período es muy variable, observándose que el veintiséis por ciento (26%) de los propietarios de invernaderos reemplazan el plástico cada 2 años, mientras que el cincuenta por ciento (50%) de ellos lo hace cada 3 años. Un once por ciento (11%) de los propietarios cambia el plástico cada 4 años y sólo un trece por ciento (13%) de ellos lo hace cada cinco (5) años (ver figura 19).

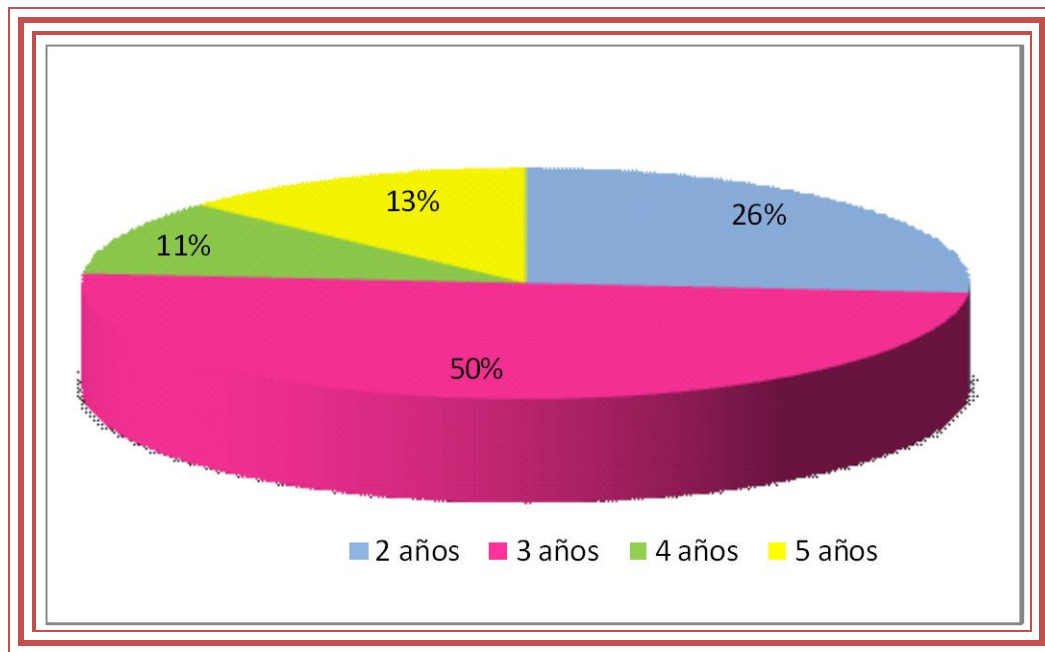


FIGURA 19: PERÍODO DE CAMBIO DE LA CUBIERTA PLÁSTICA DEL INVERNADERO

En sí, como se indicó arriba, la duración del plástico depende directamente del calibre de este. Siendo el más usado el polietileno. Éstos pueden ser normales, de larga duración y térmicos.

Los plásticos de larga duración van de 150 a 180 micras de espesor y ocupan el primer lugar en uso dentro de las zonas estudiadas. El cincuenta y siete por ciento (57%) de las explotaciones utilizan este tipo y calibre de plástico, debido principalmente a su buena calidad, resistencia y accesibilidad en el mercado.

Los plásticos térmicos se caracterizan por tener alrededor de 200 micras de espesor. Éstos permiten retener hasta un 85% del calor captado y almacenado durante el día. Los mismos ocupan el segundo lugar preferencia por parte de los productores, debido a que son más costosos.

Los plásticos normales son aquellos que poseen 100 micras de espesor. Éstos ocupan el último lugar en aceptación por parte de los productores (solo un 8%), por su rápido deterioro e ineficacia en retener el calor en las noches provocando una inversión térmica, ya que son muy permeables a los rayos infrarrojos.

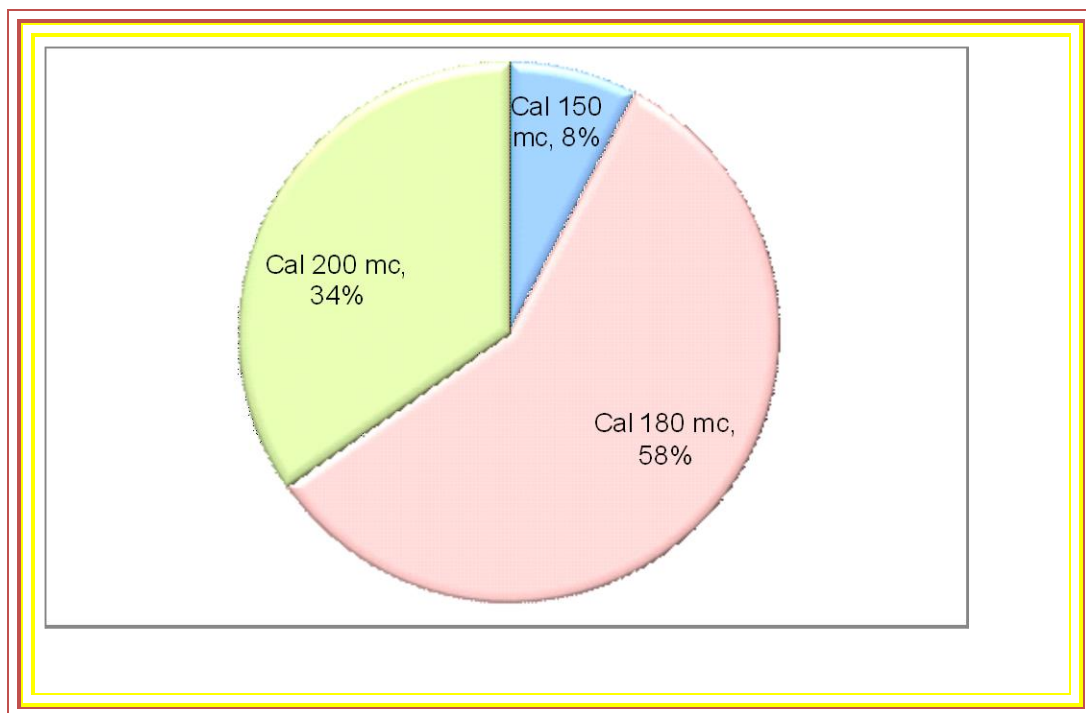


FIGURA 20: CALIBRES DE PLÁSTICOS UTILIZADOS EN INVERNADEROS

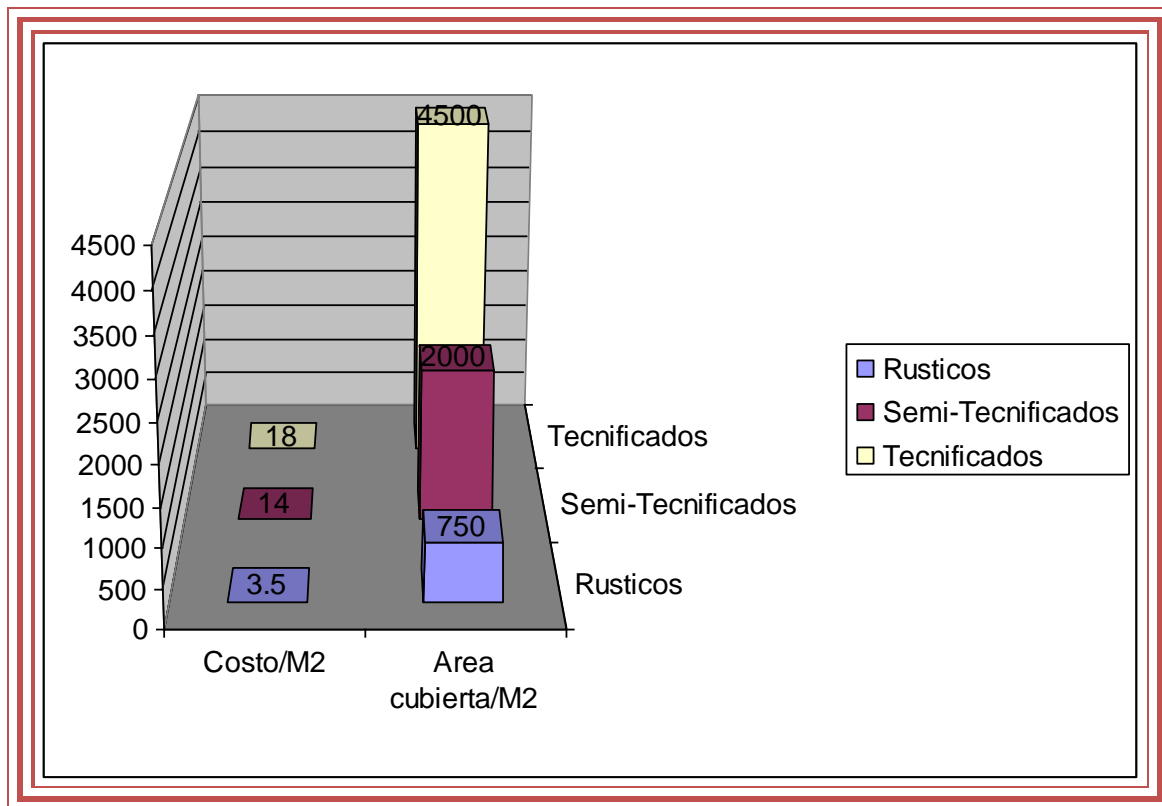


FIGURA 21: SUPERFICIE CUBIERTA Y COSTO POR METRO CUADRADO, SEGÚN SU TIPOLOGÍA

4.5 Principales rubros bajo invernaderos

La información suministrada sugiere que los rubros más usualmente desarrollados bajo ambiente protegido o invernadero está el tomate (*Lycopersicon esculentum*), pimentón (*Capsicum annum*) y como opción adicional se presenta pepino (*Cucumis melo*) y plantones. De estos, el tomate ocupa el 51% de producción bajo cubierta plástica, mientras que el pimentón ocupa el 36% de la producción bajo techo, siendo este el segundo

rubro de mayor cultivación en las zonas estudiadas. El cultivo de pepino, como tercera opción, se adapta muy bien zonas de latitudes altas; por lo cual este ocupa un 11% de la producción bajo invernadero y por último, las ventas de plántones con un 2% (ver figura 22).

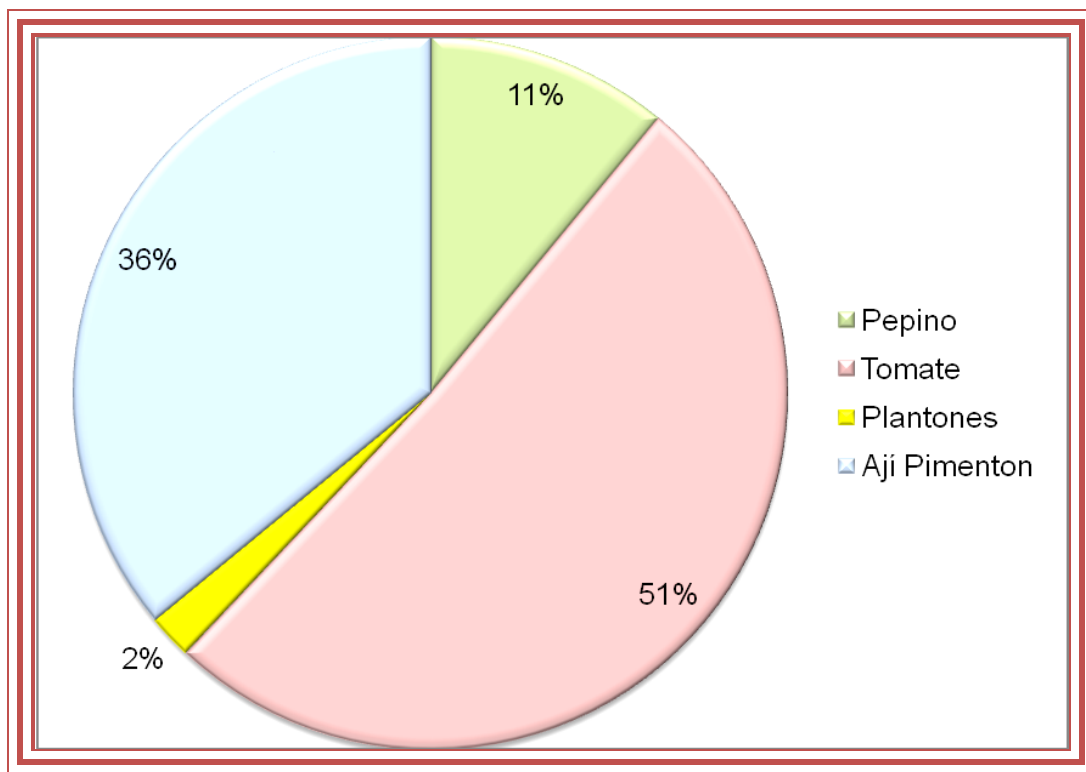


FIGURA 22: PRINCIPALES RUBROS PRODUCIDOS EN AMBIENTES CONTROLADOS

4.5.1 Producción por ciclo

Se puede considerar, sin lugar a dudas, que el cultivo de tomate, bajo invernadero, ocupa la mayor importancia económica de los productos

hortícola; el cual presenta una demanda creciente y seguida, en segundo lugar, del pimentón. Gracias a la demanda nacional de este cultivo, los productores de estas zonas realizan 2 siembras al año, con resultados promedios alrededor de las 12 lbs/plantas; mientras que en el cultivo de pimentón, éstos realizan una (1) siembra al año, obteniendo un promedio de 6 lbs/planta. La producción de estos cultivos se ve favorecida, debido a que las producciones bajo invernadero son más precoces, lo cual permite adelantar el inicio de la producción o alargar el periodo de la cosecha (ver figura 23)

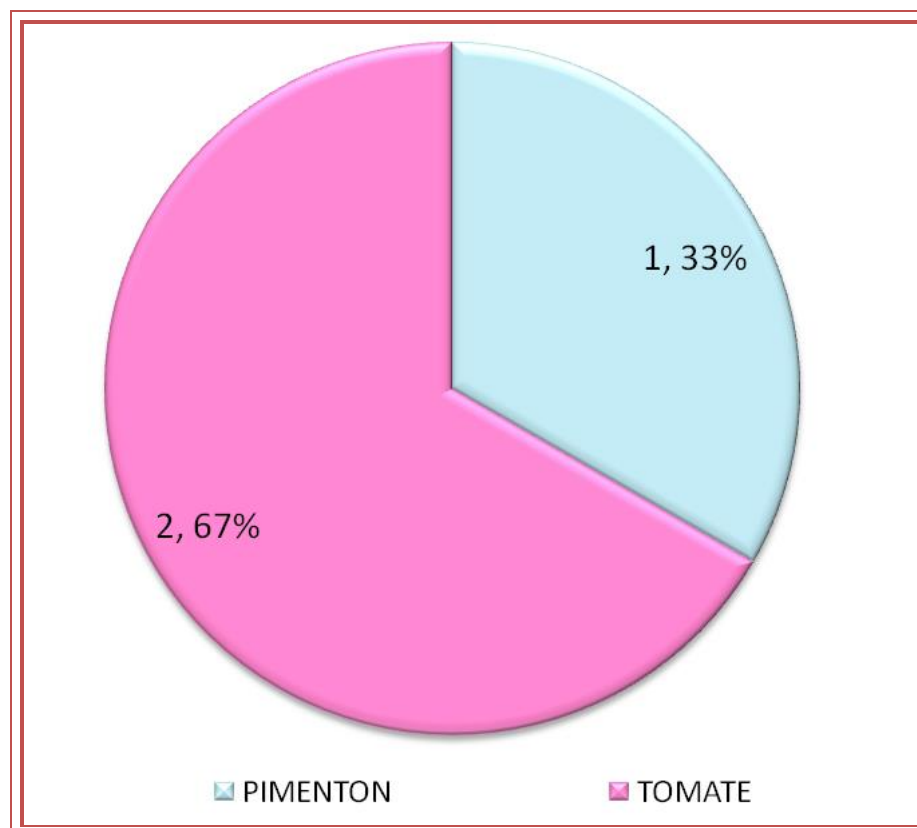


FIGURA 23: RENDIMIENTO SEGÚN CICLOS DE SIEMBRA Y COSECHA SEGÚN RUBRO

Cabe hacer mención que estos resultados se ven fuertemente influenciados por el tipo de invernadero y las variedades o cultivares de las plantas desarrolladas en estos ambientes controlados.

4.6 Sistema de riego

Sabemos que las plantas, al igual que todo ser vivo, transpiran agua en forma de vapor, en este proceso intervienen un fenómeno de demanda de la atmósfera y de oferta de agua por parte del suelo. En la medida que el suelo pueda suministrar agua en forma eficiente para satisfacer la demanda, las plantas crecen y se desarrollan adecuadamente, ya que bajo estas circunstancias la incorporación de anhídrido carbónico a los tejidos vegetales también es óptima, es decir, existe una relación casi directa entre los procesos de crecimiento y la cantidad de agua absorbida y evaporada desde las hojas.

Esto significa, que no hay que suministrar agua en forma excesiva, debido a que el aire presente en los poros del suelo es desplazado por el agua, creándose un problema de anaerobiosis que conlleva a una asfixia radicular e incluso provocando la muerte de la planta.

De modo que el agua se le ofrece a la plantas mediante un sistema de riego y entre los más utilizados por nuestros productores tenemos fertirriego, aspersión, miniaspersión y goteo (ver figura 24)

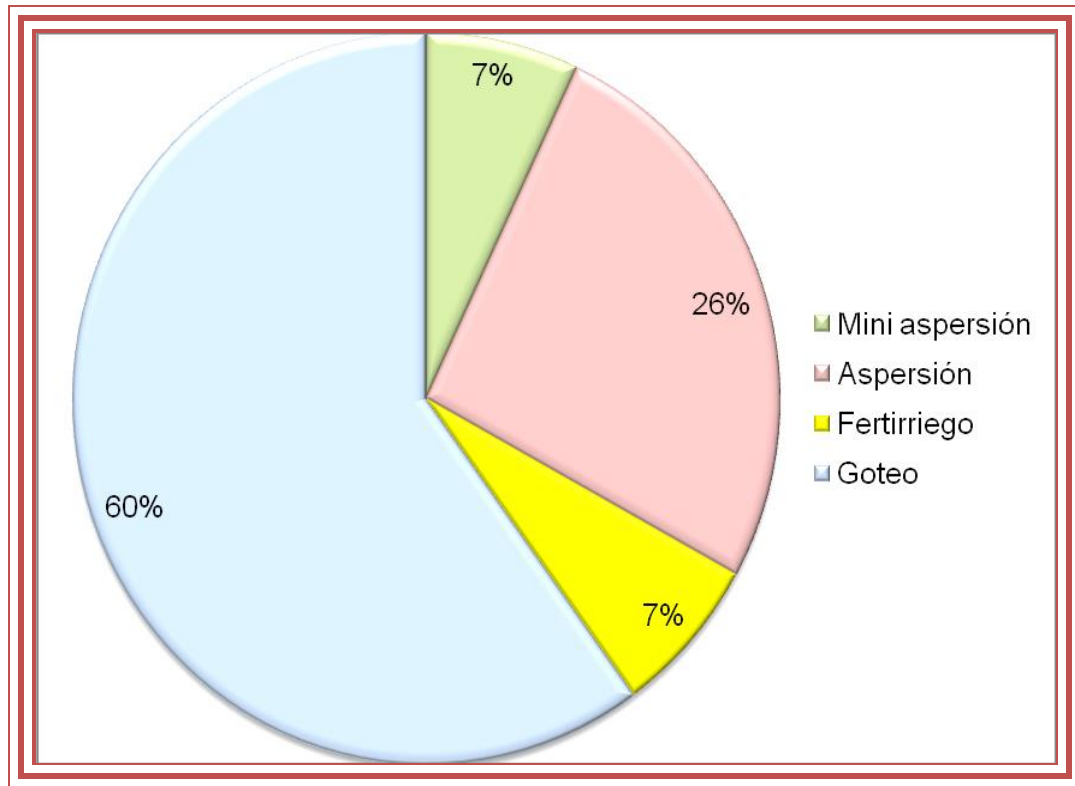


Figura 24: CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE RIEGO DE LOS PRODUCTORES

El sistema de riego por goteo es el más utilizado por estos productores debido a su fácil configuración y excelente eficacia, lo cual son consumido en un 60% por los cultivos bajo cubierta plástica específicamente los de tipología rústica y semi-rústica; el fertirriego es el segundo más consumido por los productores

con un 26%, siendo estos mucho más costosos para los productores, pero más eficiente en producciones de tipología tecnificada; el sistema de aspersión y miniaspersión muestran un 7% de las producciones y obtiene es porcentaje porque no suministran el agua de forma eficiente y uniforme (ver figura 23).

V. CONCLUSIONES





- ✎ Acorde a los criterios de caracterización, en las tierras altas de la Provincia de Chiriquí se presenta una variación marcada en el tipo de invernaderos empleados por los productores de hortalizas en ambientes controlados.
- ✎ Las principales Distritos, en orden descendente, de producción de hortalizas bajo ambientes protegidos en la Provincia de Chiriquí son: Boquerón, Dolega, Bugaba, Renacimiento y Boquete, respectivamente.
- ✎ El tipo de invernadero más popular entre los productores de hortalizas es el rústico, seguido por el semi-tecnificado y por último los tecnificados.
- ✎ Los invernaderos rústicos están diseñados con techos a una sola agua y cubiertos con plásticos de 180 micras de espesor, por ser estos los más baratos en el mercado.
- ✎ Los invernaderos semi-tecnificados son los segundos en importancia. Éstos presentan un diseño tipo capilla, a dos aguas y cubiertos por plásticos de polietileno de 200 micras de espesor y encerrados por mallas anti-áfidos de 150-180 mesh.

- ✎ En tercer lugar y menos populares son los invernaderos tecnificados, los cuales son diseñados con estructuras prefabricadas de metal y plásticos de polietileno de 200 micras de espesor y encerrados por mallas anti-áfidos.
- ✎ Los invernaderos rústicos poseen un periodo de vida productiva de 5 años, su costo total de producción por metro cuadrado es de 3 balboas con 0.57 centésimos y por lo general, encierra un área superficial de 750 m².
- ✎ Los invernaderos semi-tecnificados tienden a durar periodo de vida más largos, que media alrededor de los 10 años. Su costo de por metro cuadrado está alrededor de los 14 balboas. Los mismos incluyen un área superficial de unos 2,000 m².
- ✎ Los invernaderos tecnificados incluyen como máximo unos 4,500 metros cuadrados de área superficial. Su costo de producción por metro cuadrado fluctúa alrededor de los 18 balboas. El período de vida útil de estos invernaderos está entre 18 a 20 años. Dentro de la gama de invernaderos tecnificados, los invernaderos más populares en las áreas de este estudio fueron el de semi-arco y el capilla.

- ✎ El periodo de cambio de la cubierta plástica protectora lo decide la casa productora y según las condiciones que presente el medio donde se instala el invernadero.

- ✎ El sesenta y siete por ciento (67%) del área superficial de ambiente protegido, está cubierta por invernaderos rústicos, con una extensión superficial total de menos de cinco (5) hectáreas. Mientras que veintidós por ciento (22%) del área protegida está cubierta por invernaderos semi-tecnificados, con una extensión superficial total entre 5 – 10 hectáreas y el once por ciento (11%) del área superficial de ambiente protegido está cubierta por invernaderos tecnificados, con una extensión superficial total de más de 10 hectáreas.

VI. RECOMENDACIONES

-  Se recomienda que los productores bajo ambiente protegido lleven registros y control de costos de producción para determinar las utilidades por año o ciclo de producción, de forma tal de poder determinar con mayor certeza las utilidades de la actividad bajo techo.
-  Capacitar a los técnicos extensionistas nacionales en relación a la producción de cultivos bajo cubiertas protectoras y ambientes protegidos (invernaderos), de forma tal que puedan brindar una mejor asistencia técnica al productor en la solución de los problemas.
-  Sugerir a los pequeños, medianos y grandes productores bajo ambiente protegido a incorporarse a organizaciones de productores, en aras de acceder a recursos que le permitan tecnificar la producción en su finca.
-  El productor debe preocuparse por conocer la fecha de caducidad del plástico que compra, ya que este periodo de vida del plástico empieza a correr desde el momento de su fabricación.

VII. LITERATURA CONSULTADA

- APROA-AGRIMED (2007). *Características de los invernaderos*. Artículo: 66294. Universidad de Chile. <http://146.83.43.182/aproa/1531/fo-article-66294.pdf>
- BARRIOS, O. 2004. **Construcción de un invernadero**. Manual técnico Santiago, Chile. www.fucoa.gob.cl/pdf_zip/capacitacion/manual_invernadero.pdf -
- BAIXAULI, C. 1996. **Control climático en invernaderos**. www.infoagro.com/industria_auxiliar/control_climatico.asp
- BALCAZA, L y R. FERNANDEZ. 1992. **Cultivos bajo cubierta**. Revista de divulgación Científica Tecnológica del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina. (5): pgs. 4-8.
- GUTIERREZ, A. 2000. **El sol, fuente primaria de energía**. Publicación, La Gaceta Universitaria. El Instituto de **Astronomía y Meteorología** de la **Universidad de Guadalajara** [México] www.comsoc.udg.mx/gaceta/paginas/153/12-153.pdf
- BARQUERO, G. 2001. Producción en ambiente controlado. San José, Costa Rica. Revista del Colegio de Ingenieros Agrónomos. Pgs: 2-35.
- BARQUERO V., G. C. 2003. **Principios para la producción agrícola en Invernaderos**. 1ra edición. Mundo geográfico. San José, Costa Rica. p. 134.
- CARRILLO, J. 2000. Publicación; La Gaceta Universitaria. **El sol, Fuente primaria de energía**. www.comsoc.udg.mx/gaceta/paginas/153/12-153.pdf
- BERNAT, C; J. ANDRES y J. MARTINEZ. 1987. **Invernaderos: Construcción, Manejo, Rentabilidad**. Editorial Aedos, Barcelona. 189 p.
- BARRIOS C., O. 2004. *Manejo Ambiental de los Invernaderos*. In: Construcción de un invernadero. FUCOA. P. 27-30. http://www.fucoa.gob.cl/pdf_zip/capacitacion/manual_invernadero.pdf

- CANTLIFFE, D. y J. VANSICKLE. 2002. **Industria europea de invernaderos, prácticas de crecimiento y competitividad en el mercado estadounidense.** Instituto de Alimentos y Ciencias de Agricultura. Pgs.50-55.
- CARRASCO O, V. y E. ACEVEDO. 1983. **Antecedentes para la construcción de un invernadero de plástico.** Tecnología y agricultura No. 23.
- DÍAZ, J. R. y E. A. CHACÓN C. 2002. **Agricultura Sostenible (Ecológica u Orgánica).** 1ra edición. Programa CYTED. Madrid, España. p 414.
- INFOAGRO. s/f. Invernaderos.
http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos2.htm
- LARRAÍN, P. 1992. Plagas en cultivos bajo plástico. La platina 73 (41): p. 52.
- LEIVA, F. 1992. **Tecnología de aplicación de plaguicidas en cultivos de flores bajo invernadero.** Agronomía Colombiana. 8(2): 207-212.
- LIZAMA, N. 1984. **Un tipo de invernadero recomendado para la producción de hortalizas en la zona sur.** IPA. Carrillanca. 3(2). p. 2-6.
- LÓPEZ, J. 1999. **Aplicaciones de los plásticos en agricultura** CEPLA. p. 1.
- MATALLANA G, A. y J. MONTERO C. 1989. **Invernaderos: Diseño, Construcción y Ambientación.** Ediciones Mundi Prensa. Madrid. p. 159.
- MOLINA, G. y G. GONZÁLEZ. 2002. **Producción bajo invernaderos.** San José, Costa Rica. p. 3-24.
- RIAÑO, G. 1992. **Diseño arquitectónico y cálculo de climatización de un invernadero.** Forestales: 3(5). p. 40.
- ROSA, R. y W. RUSSO. 1998. **Producción de tomate bajo invernáculo en la región sur de Uruguay.** Bajo oriente, Uruguay. p 38.
- Salazar, M. 1975. **Plásticos en la agricultura.** Agroindustria (Nov.-Dic): 1-5.

SALAZAR, H. y R. CASTRO. 1994. ***Evaluación y manejo de enfermedades de tomate *Lycopersicum esculentum mill*) bajo invernadero***. San José, Costa Rica. *Agronomía* 6 (3):.29-30.

SERRANO CERMEÑO, Z. 1979. ***Cultivo de hortalizas en invernaderos***. Editorial Aedos, Barcelona. p.360.