

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
**LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS**

**EVALUACIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE PEPINO BAJO CONDICIONES DE MACROTÚNEL Y  
CAMPO ABIERTO EN MORAZÁN, EL PROGRESO**  
**TESIS DE GRADO**

**HUGO LEONEL PAIZ FIGUEROA**  
**CARNET 21146-08**

**ZACAPA, AGOSTO DE 2017**  
**CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA**

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**  
**LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS**

**EVALUACIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE PEPINO BAJO CONDICIONES DE MACROTÚNEL Y  
CAMPO ABIERTO EN MORAZÁN, EL PROGRESO**  
**TESIS DE GRADO**

**TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

**POR**  
**HUGO LEONEL PAIZ FIGUEROA**

**PREVIO A CONFERÍRSELE**  
**EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
HORTÍCOLAS**

**ZACAPA, AGOSTO DE 2017**  
**CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA**

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR: P. MARCO TULIO MARTINEZ SALAZAR, S. J.  
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO  
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.  
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS  
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS  
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ  
SECRETARIO: MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA  
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**  
ING. JOSÉ ÁNGEL URZÚA DUARTE

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**  
ING. LUIS FELIPE CALDERON BRAN  
ING. LUIS ROBERTO AGUIRRE RUANO  
ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06757-2017

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante HUGO LEONEL PAIZ FIGUEROA, Carnet 21146-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0678-2017 de fecha 19 de junio de 2017, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado

EVALUACIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE PEPINO BAJO CONDICIONES DE MACROTÚNEL Y CAMPO ABIERTO EN MORAZÁN, EL PROGRESO

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 8 días del mes de agosto del año 2017.



MGTR. LUIS MOISES PEÑATE MUNGUÍA, SECRETARIO  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar

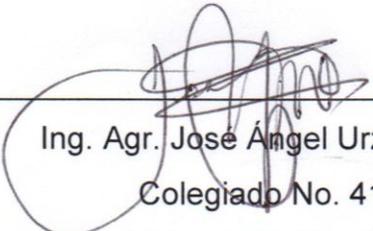
Zacapa, agosto de 2017.

Honorable Consejo de  
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Hugo Leonel Paiz Figueroa, carné 21146-08 titulada: **“EVALUACIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.) BAJO LAS CONDICIONES DE MACROTUNEL Y CAMPO ABIERTO, EN EL MUNICIPIO DE MORAZAN, EL PROGRESO”** La cual cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



---

Ing. Agr. José Ángel Urzúa Duarte

Colegiado No. 4181

Código URL No. 19223

## ÍNDICE

RESUMEN	i
I. INTRODUCCIÓN	01
II. MARCO TEÓRICO	02
2.1 ANTECEDENTES SOBRE EL CULTIVO DE PEPINO	02
2.2 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA DEL PEPINO	03
2.3 EL CULTIVO DEL PEPINO	03
2.3.1 Sistema radicular	03
2.3.2 Tallo principal	03
2.3.3 Hojas	04
2.3.4 Flores	04
2.3.5 Frutos	04
2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS DEL CULTIVO DE PEPINO	05
2.4.1 Temperatura	05
2.4.2 Humedad	05
2.4.3 Luminosidad	05
2.4.4 Precipitación	06
2.4.5 Suelos	06
2.5. IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CULTIVO DE PEPINO	06
2.6 MATERIAL VEGETAL	07
2.6.1 Los híbridos por su hábito floración	07
2.7 PREPARACION DEL TERRENO	08
2.8 EPOCA DE SIEMBRA	09
2.9 USO DE COBERTURA PLASTICA EN LAS CAMAS	09
2.10 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEIO	10
2.11 FERTIRRIGACION Y FERTILIZACION	10
2.12 ESPALDERA EN PLANO INCLINADO	10
2.13 MACRO TÚNELES	11
2.13.1 Requerimientos climáticos en macro túnel	11

2.13.2 Ventajas de los cobertores en macro túnel	12
2.13.3 Desventajas de los cobertores en macro túnel	13
2.14 HÍBRIDOS DE PEPINO	13
2.14.1 Tropicuke II	13
2.14.2 Mona Lisa	13
2.14.3 Diamante	14
2.17 PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE PEPINO	14
III. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	17
IV. OBJETIVOS	18
4.1 GENERAL	18
4.2 ESPECÍFICOS	18
V. HIPÓTESIS	19
VI. METODOLOGÍA	20
6.1 LOCALIZACION DEL ÁREA EXPERIMENTAL	20
6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	21
6.3 FACTOR ESTUDIADOS	21
6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	22
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	22
6.6 MODELO ESTADÍSTICO	23
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	23
6.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO	23
6.8.1 Encamado	23
6.8.2 Siembra	24
6.8.3 Tutores	24
6.8.4. Fertilización	24
6.8.5 Control de plagas y enfermedades	24
6.9 VARIABLES DE RESPUESTA	25
6.10 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	26
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
7.1 RENDIMIENTO TOTAL	27

7.2 RENDIMIENTO DE PRIMERA CALIDAD	29
7.3 RENDIMIENTO DE SEGUNDA CALIDAD	31
7.4 RENDIMIENTO DE TERCERA CALIDAD	33
7.5 Kg/Ha DE RECHAZO EN EL RENDIMIENTO	35
7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO	37
VIII. CONCLUSIONES	39
IX. RECOMENDACIONES	40
X. BIBLIOGRAFÍAS	41
XI. ANEXOS	44

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1	Estadísticas de producción, exportación e importación Asociación Guatemalteca de Agroexportadores –AGEXPORT-, Banco de Guatemala	07
2	Requerimientos climáticos en macro túnel	11
3	Relación de humedad y temperatura en condición de ambiente controlado	12
4	Efecto de altos valores de diferencia de presión de vapor versus bajos valores de diferencia de presión de vapor en las plantas.	12
5	Plagas que afectan al cultivo de pepino y su control.	14
6	Enfermedades que afectan al cultivo de pepino y su control.	15
7	Descripción de los seis tratamientos evaluados, producto de la combinación de los factores, sistemas de producción e híbridos de pepinos.	22
8	Representación y distribución en campo.	22
9	Clasificación comercial del fruto de pepino.	25
10	Análisis de varianza del rendimiento total (kg/ha) de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.	27

11	Análisis de varianza del rendimiento de primera calidad de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.	29
12	Análisis de varianza del rendimiento de segunda calidad de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.	31
13	Análisis de varianza del rendimiento de tercera calidad de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.	33
14	Análisis de varianza del rechazo del rendimiento total de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.	35
15	Resumen de costos de producción de tres híbridos de pepino en dos tipos de sistemas de producción.	37
16	Análisis de dominancia sobre el costo variable de tres híbridos de pepino establecido en dos tipos de sistemas de producción.	38
17	Tasa marginal de tres híbridos de pepino establecido en dos tipos de sistemas de producción.	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>No.</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
1	Ubicación satelital del municipio de Morazán, El Progreso.	20
2	Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento total (kg/ha).	28
3	Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento de primera calidad (kg/ha).	30
4	Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento de segunda calidad (kg/ha).	32
5	Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento de tercera calidad (kg/ha).	34
6	Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento de tercera calidad (kg/ha).	36

**EVALUACIÓN DE TRES HÍBRIDOS DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.) BAJO LOS SISTEMAS DE MACROTÚNEL Y CAMPO ABIERTO, EN EL MUNICIPIO DE MORAZAN, EL PROGRESO**

**RESUMEN**

La investigación se realizó en el valle del municipio de Morazán, del departamento de El Progreso. El estudio tuvo como objetivo evaluar dos tipos de sistemas de producción, para determinar su efecto sobre el rendimiento y calidad de tres híbridos de pepino. Los tratamientos fueron conformados por: el uso de macro túneles y a campo abierto, para lo cual se utilizaron los híbridos Tropicuke II, Diamante y Mona Lisa. El diseño experimental fue el de bloques completamente al azar distribuido en arreglo de parcelas divididas con dos factores, donde se evaluaron 6 tratamientos con 4 bloques. Las variables de respuesta medidas fueron rendimiento total, calidad (primera, segunda y tercera) y rechazo, todas expresadas en kg/ha. El análisis de los datos recopilados indicó que la utilización de macro túneles obtuvo mejores resultados en cada una de las variables estudiadas, además se identificó que el híbrido Tropicuke II reportó mayor potencial de rendimiento entre los demás materiales comparados. Se recomendó el uso de macro túneles para la producción de pepino, debido a que tiene una influencia significativa en el incremento del rendimiento y calidad, adicionalmente se debe considerar que sus costos de inversión por infraestructura ya no se contemplan en el segundo ciclo de producción, lo que mejora considerablemente la rentabilidad del sistema de producción.

# **EVALUATION OF CUCUMBER HYBRIDS UNDER MACRO TUNNEL AND OPEN FIELD, MORAZAN, EL PROGRESO**

## **ABSTRACT**

The present research study was carried out in the valley of the municipality of Morazán, department [political division] of El Progreso. Its purpose was to evaluate two types of production systems to determine their effect on yield and quality of three cucumber hybrids. The treatments consisted of using macro tunnels on an open field, for which the hybrids Tropicuke II, Diamante, and Mona Lisa were used. An experimental randomized block design was used, distributed in plots divided with two factors. Six treatments were evaluated on four blocks. The response variables measured were: total yield, quality (first, second, and third), and rejection, all in kg/ha. The analysis of the collected data revealed that using macro tunnels produces better results in each studied variable. Additionally, the hybrid Tropicuke II was found to report the largest yield potential among the rest of the types compared. The recommendation is to use macro tunnels for the production of cucumber because of the significant influence in the increase of yield and quality. Finally, it must be taken into consideration that the investment costs of infrastructure are no longer necessary at the second production cycle, which considerably improves the profitability of the production system.

## I. INTRODUCCIÓN

Guatemala, cuenta con áreas apropiadas para el cultivo de las hortalizas, como consecuencia de la diversidad de zonas de vida y suelos (González, 1988). Las zonas productoras de pepino en Guatemala, están en los departamentos de Chimaltenango, Jutiapa, Salamá, Petén, Retalhuleu y Zacapa. En el año 2013 hubo una producción nacional de 376,028 kg de los cuales se importaron 29,982 kg, se exportaron 34,926 kg y 341,101 kg de consumo aparente (Vásquez, 2010).

Al utilizar estructuras en forma de macro túnel, una fertilización balanceada y semilla certificada, aumenta las posibilidades de aumentar el rendimiento del cultivo, como también la calidad del pepino (*Cucumis sativus* L.). Dentro de los beneficios de utilizar macro túnel está el elevado nivel de protección que la estructura y la tela ejerce sobre plagas insectiles, como también permite el uso eficiente de recurso hídrico y el momento de caída de heladas la tela, ejerce función protectora contra las bajas temperaturas (Méndez, 2009).

El sistema de macro túnel, ayuda a reducir los daños por plagas, heladas, fuertes precipitaciones, bajas temperaturas. Estas ventajas permiten a los productores a comprender que la cobertura agrícola contribuye al incremento en la producción de pepino, como también a mejorar su calidad e inocuidad.

En Guatemala existe información sobre el cultivo de pepino, sin embargo, la misma debe ser actualizada constantemente, a pesar de que se han realizado diferentes trabajos de investigación, es necesario abordar más sobre los tipos de sistemas. Las variedades que se cultivan actualmente fueron introducidas y se han adaptado a las condiciones ecológicas del país, con rendimientos y resistencia a plagas, que las hace aceptables por los productores. Por lo que se propuso la evaluación de los materiales genéticos más utilizados producidos en dos tipos de sistemas de producción, con el propósito de generar más información sobre el comportamiento de su rendimiento bajo las condiciones del municipio de Morazán, del departamento de El Progreso.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 ANTECEDENTES SOBRE EL CULTIVO DE PEPINO

Las zona de cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en Guatemala, está distribuida en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Jalapa, Jutiapa, El Progreso, Zacapa, Salamá, Guatemala Petén, Retalhuleu.

El pepino se adapta a climas cálidos y templados, se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 metros sobre el nivel del mar. Temperaturas mayores a los 40°C detiene su crecimiento e inferiores a 14°C, el crecimiento cesa y en caso de prolongarse esta temperatura, se caen las flores femeninas.

Respecto a la humedad relativa, el cultivo es exigente, a excepción del periodo de recolección, donde las plantas se hacen más susceptibles a algunas enfermedades fungosas. La planta requiere elevados requerimientos de humedad, siendo la óptima durante el día entre 60-70% y durante la noche de 70-90%.

Los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y por ende la fotosíntesis. Con humedad ambiental más alta del 90% la atmosfera está saturada de vapor de agua lo que es conclusivo para desarrollar enfermedades fungosas (Arias, 2007).

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción. Se adapta a una gran variedad de suelos prefiere los francos (franco-arenosos, franco-arcillosos), fértiles, con buen contenido de materia orgánica y un pH entre 5.5 y 7.0 (Arias, 2007).

## 2.2 CLASIFICACIÓN TAXONOMICA DEL PEPINO

- **Reino:** *Plantae*
- **División:** *Tracheophyta*
- **Subdivisión:** *Spermatophytina*
- **Clase:** *Manoliopsida*
- **Orden:** *Cucurbitales*
- **Familia:** *Cucurbitaceae*
- **Género:** *Cucumis* L.
- **Especie:** (*Cucumis sativus* L.) (SEMILLARIA, 2014).

## 2.3 EL CULTIVO DEL PEPINO

El pepino (*Cucumis sativus* L.), es una falsa baya, procedente de una planta herbácea que recibe el mismo nombre pertenece a la familia *Cucurbitaceae*. La planta es trepadora o rastrera; produce frutos grandes y protegidos por una corteza. En Guatemala, es de gran importancia económica, ya que tiene un alto índice de consumo en la población, sirve de alimento tanto de consumo en fresco como industrial, representando una alternativa de producción para el agricultor (Fernández, 2004).

### 2.3.1 Sistema radicular

Es muy potente y ramificado, con una raíz pivotante que puede llegar a alcanzar hasta 1 m de longitud, de la que parten muchas de raíces secundarias que se suelen extender de forma superficial a lo largo de todo el perfil del suelo cultivado, sobre todo en los primeros 20-35 cm de profundidad (SEMILLARIA, 2014).

### 2.3.2 Tallo principal

Los tallos son rastreros y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales. Entre los primeros 20 y 30 cm son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 m en condiciones normales (Fernández, 2004).

### **2.3.3 Hojas**

Son simples, de forma acorazonada, peciolo largo, con tres lóbulos, siendo el central a menudo más grande y acabado en punta. Se colocan alternadamente al tallo y opuestas a los zarcillos. El color va de verde claro (hojas jóvenes) hasta verde-oscuro (hojas adultas), recubiertas por un vello bastante fino y una cutícula delgada en su epidermis, por este motivo el pepino es un cultivo bastante sensible a los cambios bruscos en la humedad relativa ambiental, no soporta bien la evaporación excesiva. (SEMILLARES, 2014).

### **2.3.4 Flores**

Son de corto pedúnculo y pétalos amarillos, aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas y en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginóicas, es decir, sólo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero (Fernández, 2004).

### **2.3.5 Frutos**

Pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que cambia desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento (Casaca, 2005).

## **2.4. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS DEL CULTIVO DE PEPINO**

### **2.4.1 Temperatura**

Es un cultivo de clima templado, que al aire libre no soporta los fríos: cuando la planta está en el periodo de desarrollo, si ocurre una disminución fuerte de temperatura durante algunos días, puede dar lugar a que la planta florezca antes de tiempo (Casaca, 2005).

El pepino se adapta a climas cálidos y templados y se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1,200 metros sobre el nivel del mar. Sobre 40°C el crecimiento se detiene, con temperaturas inferiores a 14°C, de igual manera, y en caso de prolongarse esta temperatura, se caen las flores femeninas (MAGRAMA, 2010). La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1°C, comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación (Casaca, 2005).

### **2.4.2 Humedad**

Es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente (MAGRAMA, 2010).

### **2.4.3 Luminosidad**

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas. A mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción. Una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz, la reduce (Casaca, 2005).

### **2.4.5 Precipitación**

La precipitación así como la humedad, deben ser relativamente bajas de manera que se reduzca la incidencia de enfermedades. La calidad de los frutos en áreas húmedas es más baja que la de zonas secas (Fernández, 2004).

### **2.4.6 Suelos**

El pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados; desde los arenosos hasta los franco-arcillosos, aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo.

Se debe contar con una profundidad efectiva mayor de 60 cm que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos. En cuanto a pH, el cultivo se adapta a un rango de 5.5-6.8 (MAGRAMA, 2010).

## **2.5. IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CULTIVO DE PEPINO**

Es de suma importancia a nivel nacional, debido a su consumo; expandiéndose por toda el área nororiental donde se cultiva a campo abierto y bajo condiciones controladas. Según agricultores de la región, en el departamento de El Progreso, se cultivan cientos de hectáreas anuales de pepino, por lo que es una de las hortalizas de importancia económica a nivel departamental (Ponciano, 1996).

Según datos aportados por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala (2013), la caja de pepino, con 50 unidades, se vende en un costo promedio de Q.60.00, y por unidad el pepino tiene un precio promedio de Q.2.50 al consumidor final (Ponciano, 1996).

**Cuadro 1.** Estadísticas de producción, exportación e importación Asociación Guatemalteca de Agroexportadores –AGEXPORT-, Banco de Guatemala

<b>República de Guatemala</b>				
<b>Proyecto: producción de pepino</b>				
<b>Consumo aparente histórico de pepino</b>				
<b>Año: 2004 – 2008 (En kilogramos)</b>				
<b>Año</b>	<b>Producción</b>	<b>Importaciones</b>	<b>Exportaciones</b>	<b>Consumo aparente</b>
<b>2004</b>	219,538	108,272	43,091	176,447
<b>2005</b>	249,475	65,544	49,486	199,988
<b>2006</b>	300,913	79,786	34,336	266,576
<b>2007</b>	369,859	77,655	38,555	331,303
<b>2008</b>	231,967	66,768	43,635	188,331
<b>Total</b>	1,371,752	398,025	209,103	1,162,645

(Vásquez, 2010).

## **2.6 MATERIAL VEGETAL**

Normalmente se siembran cultivares de polinización abierta o libre, sin embargo el pepino es uno de los cultivos hortícolas que durante los últimos años las casas productoras de semillas han trabajado mucho en mejoramiento genético dando origen a muchos híbridos. De acuerdo a su genética encontramos 2 tipos de pepino: cultivares tradicionales o de polinización abierta e híbridos, resultantes de la cruce de 2 líneas puras. El precio de estas semillas, es mayor (Casaca, 2005).

### **2.6.1 Los híbridos por su hábito floración**

**Híbridos Monoicos**, plantas con flores masculinas y femeninas, fue el primer tipo de híbridos que se desarrollaron;

**Híbridos ginóico**, plantas con flores 100% femeninas, debiendo incluirse en la semilla comercial, otro cultivar que actúa como polinizante en un 10 a 15% (Fernández, 2004).

Esta característica hace que este tipo de híbridos, tenga un mayor potencial de producción y precocidad que los híbridos monoicos; sin embargo, son menos vigorosos. En las diferentes evaluaciones realizadas, los cultivares de polinización libre y los híbridos han presentado las siguientes características (Fernández, 2004).

#### **a. Características de los híbridos**

- Frutos de mayor peso, buen color y forma uniforme, resistentes al transporte.
- Mayor rendimiento.
- Mayor tolerancia a plagas y enfermedades
- Plantas más sanas y vigorosas (Fernández, 2004).

#### **b. Polinización libre**

- Menor rendimiento.
- Mayor susceptibilidad a enfermedades.
- Preferida por el perforador del fruto.

Es de hacer notar que los materiales no se comportan igual en todos los lugares, su comportamiento va a depender de factores edafoclimáticos y manejo. Hay que tener presente que “ningún cultivar y/o híbrido es bueno para todas las condiciones y propósitos”, de aquí la importancia de las evaluaciones periódicas de los mismos (Casaca, 2005).

## **2.7 PREPARACIÓN DEL TERRENO**

El terreno debe tener topografía plana, pendiente del 2% como máximo, que disponga de agua para riego si se desea una producción continua. Una vez seleccionado, se procede a tomar una muestra de suelo para su respectivo análisis, inclusive se hace necesario un análisis fitopatológico del suelo ya que hay que acordarse que el pepino es bien susceptible a nematodos y hongos del suelo (Casaca, 2005).

La preparación del suelo se debe iniciar con la mayor anticipación posible, para favorecer el control de malezas y permitir una adecuada incorporación y descomposición de los residuos vegetales que existen sobre el suelo. Se debe hacer de la mejor forma para contar con un suelo nivelado, firme y de textura uniforme previo a la siembra para un desarrollo óptimo del cultivo (Casaca, 2005).

Hay que tener en cuenta que las labores de preparación del suelo serán diferentes de un terreno a otro, e inclusive de una vez a otra en el mismo lugar, porque dependerá de factores como tipo de suelo, preparación del suelo efectuada en cultivos anteriores, presencia de piso de arado, tipo de malezas, contenido de humedad y capacidad económica del agricultor entre otras (Casaca, 2005).

Es recomendable levantar el camellón o la cama de siembra por lo menos 20-25 centímetros, para proporcionar un drenaje adecuado al cultivo, en especial en la época lluviosa (Casaca, 2005).

## **2.8 ÉPOCA DE SIEMBRA**

El pepino puede cultivarse todo el año, tanto en época seca (si se cuenta con riego), como lluviosa, para mantener la oferta al mercado local; pero con fines de exportación la época va de noviembre a enero. Las siembras de la época lluviosa presentan menos problemas de virosis, pero pueden aumentar las enfermedades causadas por hongos (Fernández, 2004).

## **2.9 USO DE COBERTURA PLÁSTICA EN LAS CAMAS**

Particularmente en los sistemas de producción bajo invernadero se utiliza polietileno en varios colores, espesores, cuya elección depende de la época de siembra, de la variedad a sembrar y de las condiciones físico-químicas de suelo. Entre los beneficios están: mejor control de malezas, conserva la humedad del suelo lo que se traduce en un incremento en el rendimiento (Duque, 2006).

## **2.10 SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO**

Permite reducir la cantidad de agua en el riego, se puede fertilizar mientras se riega y realizar el control de plagas y enfermedades del suelo. Las aplicaciones son más eficientes y evitan problemas de fitotoxicidad por excesos de sales en el suelo además ayuda a colocar los productos directamente en la zona radicular. Este sistema tiene un efecto significativo en el aumento de la cantidad y calidad de la cosecha, así como también en la sanidad general del cultivo. El momento y volumen de riego vendrá dado básicamente por los siguientes parámetros: Tensión del agua en el suelo, que se determinará mediante un manejo adecuado de tensiómetros, es conveniente regar antes de alcanzar los 30-40 centibares, el tipo de suelo (capacidad de campo, porcentaje de saturación, evapotranspiración del cultivo), eficacia de riego, uniformidad de caudal de los goteros, calidad del agua de riego (Duque, 2006).

## **2.11 FERTIRRIGACIÓN Y FERTILIZACIÓN**

Combina la aplicación de agua de riego con los fertilizantes. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de los fertilizantes, obteniéndose mayor rendimiento y mejor calidad. La aplicación de los nutrimentos es más uniforme donde están concentradas las raíces activas. Para programar correctamente el fertirriego se deben conocer la demanda de nutrimentos en las diferentes etapas fenológicas del ciclo del cultivo. La curva óptima de consumo de nutrientes define la tasa de aplicación los nutrientes, evitando así posibles deficiencias o excesos (Imas, 1999).

## **2.12 ESPALDERA EN PLANO INCLINADO**

Se utilizan tutores verticales de 2.50 m de longitud y se entierra a 0.50 m de profundidad. La distancia entre los tutores en la hilera es de 4 m, la primera hilera de alambre o pita nylon se coloca a una altura de 0.30 m y la distancia entre las hileras siguientes es de 0.40 m. Los tutores deben colocarse antes de que las plantas comiencen a formar guía (Fernández, 2004).

## 2.13 MACRO TÚNELES

Es una cubierta con tela de polipropileno o malla anti-insectos de 6.4 m de ancho y no mayor de los 250 m de largo, utilizando para su construcción arcos de tubo galvanizado u otros materiales, los cuales van colocados cada 5 m entre ellos, sujetos o tensados con pita de nylon. Cada macro túnel consta de 4 m de ancho y 2 m de altura. Lo que permite elaborar 3 camas de 50 cm y una separación entre camas de 1 m, está cubierta permite proteger el cultivo durante todo su ciclo de producción (Duarte, 2006).

### 2.13.1 Requerimientos climáticos en macro túnel

**Cuadro 2.** Requerimientos climáticos en macro túnel

Requerimiento	Descripción
<b>Temperatura</b>	Es un factor muy importante, ya que de este depende el cuajado de flores, si se dan cambios bruscos de temperatura y humedad las flores se desprenden.
<b>Humedad relativa</b>	Una humedad adecuada varía entre el 50 al 80% dependiendo de la temperatura del ambiente. Factores que afectan la alta y baja humedad en el macro túnel: excesiva respiración o cierre de estomas, fotosíntesis, calidad del fruto, desarrollo de enfermedades, polinización.
<b>Luminosidad o radiación</b>	Es un cultivo de día corto, aunque en las condiciones de ambiente controlado no le afecta la duración del día. No obstante, la luminosidad condiciona la fotosíntesis, soportando temperaturas más elevadas cuanto mayor es la luminosidad, siempre que la humedad relativa sea adecuada.

(FASAGUA, 2011).

**Cuadro 3.** Relación de humedad y temperatura en condición de ambiente controlado

Temperatura C°	%HR mínima	%HR ideal	%HR máxima
15°		50	73
20°	46	64	80
25°	60	73	86
30°	70	80	89

(FASAGUA, 2011).

**Cuadro 4.** Efecto de altos valores de diferencia de presión de vapor versus bajos valores de diferencia de presión de vapor en las plantas.

<b>Altos valores de diferencia de presión de vapor (DVP) &gt; 12.5 Milibares</b>	<b>Bajos valores de diferencia de presión de vapor (DPV) &lt; de 4.5 milibares</b>
Baja humedad	Alta humedad relativa
Estomas se cierran	Estomas se abren pero no transpira
Limita absorción (CO <sub>2</sub> )	Limita absorción de CO <sub>2</sub>
Limita fotosíntesis	Alta incidencia de hongos
Reduce turgencia de hojas	Crecimiento suave
Marchitamiento	Deficiencias nutricionales/baja transpiración

(FASAGUA, 2011)

### 2.13.2 Ventajas de los cobertores en macro túnel

El uso de telas en macro túnel a diferencia de los demás sistemas de cobertura, es un concepto de protección de cultivos contra insectos foliares masticadores, minadores y transmisores de virus y micoplasmas, durante todo el ciclo de producción (Duarte, 2006).

Entre las principales ventajas que ofrece el uso de macro túnel se tiene:

- Deja pasar la luz en un 92%.
- Se reduce el uso de insecticidas
- Se cosecha una mejor calidad y cantidad de frutos
- Rápida instalación y de bajo costo
- Aislamiento de insectos (Vazzano, 2009).

### **2.13.3 Desventajas de los cobertores en macro túnel**

Entre los principales problemas que muestran las telas de polietileno o mantas flotantes como el agríbon, es que requiere de un cuidadoso manejo, especialmente en la modalidad de macro túnel; ya que al tener problemas de insectos y hongos dentro del sistema no se debe aplicar productos químicos como: cobres, clorotalonil, endosulfan y mancozeb ya que estos degradan la tela. La única forma recomendable de aplicaciones es por el sistema de riego (Duarte, 2006).

## **2.14 HÍBRIDOS DE PEPINO**

### **2.14.1 Tropicuke II**

Híbrido ginóico tolerante a virus, las condiciones favorables para su desarrollo están entre los 0-1400 msnm, con un rendimiento aproximado de 72-78 t/ha. Es una planta monoica, dos sexos en la misma planta, de polinización cruzada. Al inicio de la floración, normalmente se presentan sólo flores masculinas, en la parte media de la planta están en igual proporción, flores masculinas y femeninas y en la parte superior de la planta. El fruto es una baya falsa (pepónide), alargado, mide aproximadamente entre 21 y 27 cm de longitud, peso promedio de 362.87g por fruto, inicio de cosecha a los 45 a 50 días, color verde intenso y frutos uniformes (Monzanto, 2014).

### **2.14.2 Mona Lisa**

Híbrido ginóico con buena resistencia a plagas y enfermedades, Planta vigorosa predominantemente de flores femeninas que da alto rendimiento de fruto color verde intenso y brillante. Frutos muy uniformes y cilíndricos, 22-28 centímetros de largo. Resistencia a Moho (*Pseudoperonospora cubensis*) El oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) Virus del mosaico del pepino (CMV). Produce frutos cilíndricos uniformes y de color verde oscuro (Pilonos de Antigua, 2014).

### 2.14.3 Diamante

Es una planta vigorosa predominantemente de flores femeninas que da alto rendimiento de fruto color verde intenso y brillante. Resistencia a mancha angular, antracnosis, mildiú polvoso, CMV. Es una planta monoica, dos sexos en la misma planta, de polinización cruzada. Al inicio de la floración, normalmente se presentan sólo flores masculinas, en la parte media de la planta están en igual proporción, flores masculinas y femeninas y en la parte superior de la planta. El fruto es una baya falsa (pepónide), alargado, mide aproximadamente entre 25 y 27 cm de longitud, inicio de cosecha a los 45 a 50 días, color verde intenso y frutos uniformes (HARRIS MORAN, 2014).

## 2.17 PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE PEPINO

**Cuadro 5.** Plagas que afectan al cultivo de pepino y su control.

Plagas	Control
<b>Afidos/pulgones (<i>Aphis spp.</i>)</b> Ninfas y adultos chupan la savia de las hojas y brotes, se enrollan, se marchitan, se caen y son vectores de virus.	Eliminar rastrojos y malezas, evitar cultivos escalonados, alta densidad de plantas, uso de plástico y rotar cultivos. Insecticidas sistemáticos
<b>Cortador nochero (<i>Agrotis spp.</i>)</b> Las larvas cortan los tallos o los atraviesan al ras del suelo y debilitan la planta.	Buena preparación de suelo, eliminar malezas y aumentar la densidad de plantas. Insecticidas de contacto e ingestión, cebos.
<b>Gusano perforador (<i>Diaphania nitidalis</i>)</b> Las larvas se alimentan de tallos, yemas terminales, flores y frutos, disminuyen la producción, las dos especies perforan y dañan los frutos haciendo túneles.	Eliminar hospederos alternos, colocar cultivos trampa, evitar siembra escalonada, preparar bien el suelo, quemar rastrojos y rotar cultivos. Insecticidas de contacto e ingestión.

<p><b>Minador de la hoja (<i>Liriornysa sativae</i>)</b> Las larvas forman minas y galerías en las hojas, al alimentarse los adultos producen puntos en la superficie.</p>	<p>Deshierbe y raleo, trampas amarillas, evitar siembras escalonadas y usar plásticos. Productos sistemáticos.</p>
<p><b>Mosca blanca (<i>Bemisia tabasi</i>)</b> Las ninfas succionan del follaje, transmite el virus del mosaico dorado y ataque severo en época caliente y seca.</p>	<p>Eliminar hospederos alternos, rotación de cultivos, no sembrar en épocas secas, cercar lotes y fertilización eficiente, Jabón, aceite vegetal. Insecticidas sistemáticos.</p>

(Casaca, 2005).

**Cuadro 6.** Enfermedades que afectan al cultivo de pepino y su control.

Enfermedades	Control
<p><b>Mildiú (<i>Pseudopenosporo cubensis</i>)</b> Manchas amarillas en el has de las hojas y manchas en el envés cubiertas por una lana grisácea negra en el envés, en el pepino las manchas son angulares y en el melón son claras.</p>	<p>Sembrar en épocas apropiadas, evitar sembrar nuevos cultivos de cucurbitáceas cerca de los viejos, destruir rastrojos y evitar riego por aspersión. Fungicidas protectantes (cubrir el envés) Fungicidas sistémicos.</p>
<p><b>Mildiú (<i>Oidium spp.</i>)</b> Marcas blanquecinas circulares con aspecto polvoriento en ambos lados de las hojas jóvenes y las yemas verdes se arrugan, se sacan y se desprenden.</p>	<p>Utilizar variedades con tolerancia (especialmente en melón) y distribuir las parcelas de acuerdo al viento Fungicidas de contacto a base de azufre, Dimocap y cobre.</p>

<p><b>Virus del Mosaico Amarillo (VMAZ)</b> Es transmitido por áfidos Lesiones cloróticas, aclaración de venas, mosaico amarillento y deformación.</p>	<p>Sembrar variedades resistentes, alejar los lotes nuevos de los viejos, usar barreras vivas, alta densidad y evitar la siembra junto a cultivos hospederos. Insecticidas sistemáticos.</p>
<p><b>Virus del Mosaico del pepino (VMP)</b> se transmite por afidos y semilla, Moteado, deformación de hojas, flores y frutos, aclaración de venas y acaparamiento.</p>	<p>Sembrar variedades resistentes, eliminar malezas hospederas y usar barreras vivas. Insecticidas sistemáticos.</p>
<p><b>Virus del Mosaico de Zapallo (VMZ)</b> se transmite por mosca blanca, Mosaico moteado, arrugamiento de hojas, acaparamiento y lesiones cloróticas.</p>	<p>Crecimiento optimo del cultivo, alta densidad de siembra, siembra sincronizada por zonas, usar plástico como Mulch, controlar malezas como hospederos alternos, barreras vivas y rotación de cultivos. Insecticidas sistemáticos.</p>
<p><b>Gomosis (<i>Didymella bryoniae</i>, <i>Phoma cucurbitaceum</i>)</b> Manchas irregulares café claro y oscuras rojizas amarillentas en el follaje, en el tallo las lesiones se agrandan y lo ahorcan con exudado color rojizo, manchas acuosas ovaladas color verde a café oscuro en los frutos.</p>	<p>Semilla certificada, incorporar rastrojos y rotación de cultivos. Fungicidas protectantes.</p>

(Casaca, 2005).

### III. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El cultivo de pepino es de importancia económica para el país. Las zonas de cultivo están en los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, Jalapa, Jutiapa, Salamá, Petén, Retalhuleu, El Progreso y Zacapa. Se reporta que para el periodo 2009–2013, hubo una producción de pepino en Guatemala de 1, 734,951 kg, donde se importaron 220,821 kg, se exportaron 134,521 kg y un consumo de 1, 550,464.96 kg (Vásquez, 2010).

En Guatemala, los híbridos de pepino más utilizados son: tropicuke II, diamante, y mona lisa, por su rendimiento, adaptabilidad y principalmente a la calidad, ya que son frutos con aceptabilidad en el mercado nacional (Pilonos de Antigua, 2014).

La producción de pepino en el municipio de Morazán, El Progreso es de 7 ha anuales, a campo abierto, con rendimientos promedios de 25,000 kg/ha, lo que está por debajo de los potenciales de producción de los híbridos certificados; situación que sucede posiblemente al desconocimiento de nuevos sistemas de producción agrícola, al uso de semilla reproducida (no certificada), temor de invertir en sistemas e incidencia de plagas y enfermedades. Sin embargo, este cultivo con cobertura en forma de macro túnel probablemente puede hacer que los rendimientos superen los 45,000 kg/ha, ya que reduce los efectos de los factores antes mencionados (Pilonos de Antigua, 2014).

Con la presente investigación se generó información sobre el uso de sistemas de producción de pepino, para determinar cuál de los cultivares evaluados presenta el mejor rendimiento y calidad de fruta para el mercado de Guatemala en macro túnel, la cual ofrece condiciones de cobertura, por lo consiguiente se planteó evaluar el efecto de macro túneles sobre tres híbridos de pepino en el municipio de Morazán, El Progreso.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

Evaluar los híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.), tropicuke II, mona lisa y diamante bajo los sistemas de macro túnel y campo abierto, para determinar su efecto en el rendimiento y calidad de la producción, en el municipio de Morazán, El Progreso.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto del macro túnel y a campo abierto sobre el rendimiento de los híbridos de pepino.
- Determinar el efecto del uso de macro túneles, sobre la calidad del rendimiento de los híbridos de pepino comparado con campo abierto
- Analizar la viabilidad económica del cultivo de pepino, bajo los sistemas de macro túnel y campo abierto, a través de un análisis de presupuesto parcial.

## V. HIPÓTESIS

- Al menos uno de los tratamientos implementados mostrará un efecto significativo en el rendimiento de los híbridos de pepino tropicuke II, mona lisa y diamante.
- Al menos uno de los tratamientos mostrará un efecto significativo en la calidad de la producción de los híbridos de pepino evaluados.
- Al menos uno de los tratamientos presentara ventajas económicas y rentabilidad en los híbridos de pepino, bajo el sistema de macro túnel.

## VI. METODOLOGÍA

### 6.1 LOCALIZACIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

El municipio de Morazán está ubicado en la región III Nor-oriental de la República de Guatemala, pertenece al departamento de El Progreso. Tomando como punto de referencia la cabecera municipal.

Geográficamente se localiza en las coordenadas Latitud Norte de  $14^{\circ} 55' 56''$  y una Longitud Oeste de  $90^{\circ} 08' 36''$ , se encuentra a 349.5 metros sobre el nivel mar y posee una extensión de  $329 \text{ km}^2$ .

Morazán limita al Norte con el municipio de San Jerónimo del departamento de Baja Verapaz; Al Este con el municipio de San Agustín Acasaguastlán del departamento de El Progreso; Al Oeste con el Municipio de Salamá, Baja Verapaz; Al Sur con los municipios de Sanarate y Guastatoya del departamento de El Progreso. (Figura 2).

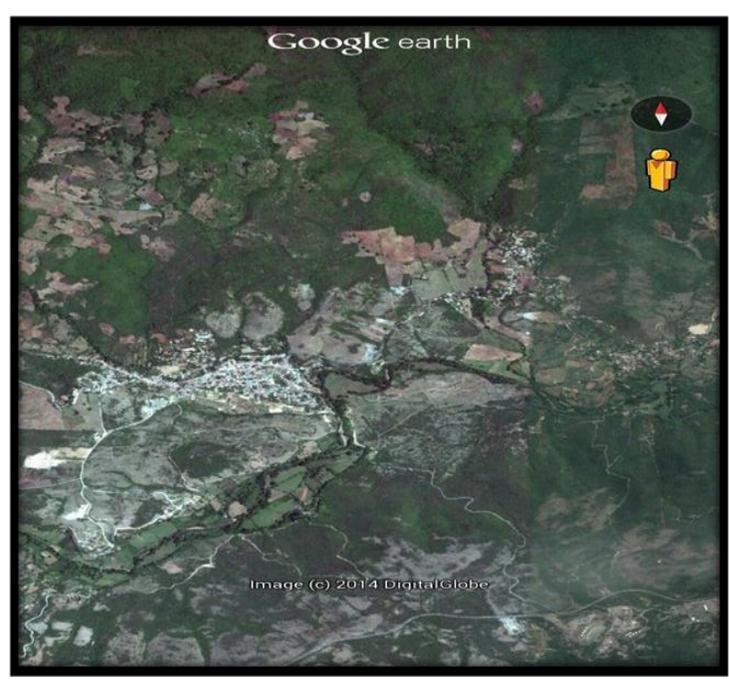


Figura 1. Ubicación satelital del municipio de Morazán, El Progreso.

## 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Los híbridos experimentales que se utilizaron son: Tropicuke II, Mona Lisa y Diamante como testigo, al ser este último el que la población prefiere para su siembra. Los híbridos presentan las siguientes características:

- **Tropicuke II:** híbrido ginóico con buena resistencia a plagas y enfermedades, sus frutos llegan a medir de 21 a 27 cm de largo, peso promedio de 362.87g por fruto, inicio de cosecha a los 45 a 50 días, color verde intenso y frutos uniformes (Monsanto, 2014).
- **Mona lisa:** Híbrido ginóico con buena resistencia a plagas y enfermedades, Planta vigorosa predominantemente de flores femeninas que da alto rendimiento de fruto color verde intenso y brillante. Frutos muy uniformes y cilíndricos, 22-28 cm de largo. Resistencia a Moho (*Pseudoperonospora cubensis*) El oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) Virus del mosaico del pepino (CMV). Produce frutos cilíndricos uniformes y de color verde oscuro (Pilonés de Antigua, 2014).
- **Diamante:** Planta vigorosa predominantemente de flores femeninas que da alto rendimiento de fruto color verde intenso y brillante. Frutos muy uniformes y cilíndricos, 19-22 cm de largo. Resistencia a Mancha angular, Antracnosis, Mildiú polvoso, CMV (HARRIS MORAN, 2014).

## 6.3 FACTORES ESTUDIADOS

Se evaluaron dos factores, A y B; el factor A se refiere a la sistemas de producción, que consiste en a campo abierto y macro túnel. El factor B lo componen tres híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.), conformado un total de 6 tratamientos.

## 6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos que fueron evaluados se describen a continuación

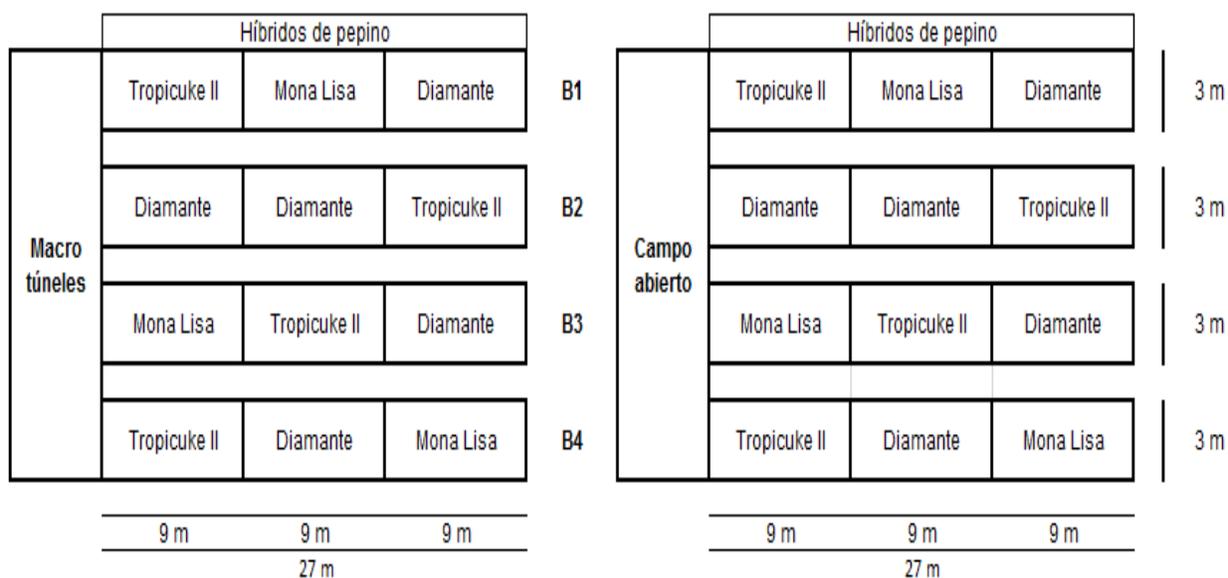
**Cuadro 7.** Descripción de los seis tratamientos evaluados, producto de la combinación de los factores, sistemas de producción e híbridos de pepinos.

Tratamientos	Parcela Grande	Sub parcela (Híbridos de pepino)
T1	Macro túnel	Tropicuke II
T2		Mona lisa
T3		Diamante
T4	Campo abierto	Tropicuke II
T5		Mona lisa
T6		Diamante

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se implementó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo de parcelas divididas, donde se evaluaron 6 tratamientos con 4 repeticiones.

**Cuadro 8.** Representación y distribución en campo.



## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha_i\beta_j + B_k + \epsilon_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$ : Variable de respuesta.

$\mu$ : efecto de la media general.

$\alpha_i$ : efecto del factor A.

$\beta_j$ : efecto del factor B.

$\alpha_i\beta_j$ : efecto de la interacción entre el factor A con el factor B.

$B_k$ : efecto de los bloques.

$\epsilon_{ik}$ : error experimental asociado a la parcela grande.

$\epsilon_{ijk}$ : error experimental asociado a la parcela pequeña.

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Comprendió un área de 27 m<sup>2</sup>, tanto a campo abierto como macrotúnel, con 3 camas de siembra, 1 m de calle entre cama y 9 m de largo, con un total de 90 plantas por unidad experimental, con un área experimental total de 648 m<sup>2</sup>.

## 6.8 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.8.1 Encamado

Se colocó el mulch sobre la cama de manera que quede bien tenso, utilizando tierra para sujetarlo, se verificó que no queden bolsas de aire y se perforó una hilera de agujeros de 60 mm de diámetro, con una separación de 30 cm entre cada agujero.

### **6.8.2 Siembra**

La siembra se realizó con pilones de dieciocho días de germinación, utilizando semilla certificada previamente tratada con insecticida y fungicida para proteger el pilón contra el ataque de plagas y enfermedades del suelo. La distancia entre surcos fue de 1 m y un distanciamiento de 30 cm entre planta.

### **6.8.3 Tutores**

En ambos tipos de sistemas se utilizaron estacas de madera de 2.50 m de largo y se colocaron a una distancia de 2 m las cuales fueron introducidas en el suelo a 0.50 m por medio del golpeo de un mazo de madera; 10 días después de la siembra se colocó de la primera pita de nylon a una altura de 30 cm del suelo y posteriormente la siguientes se colocaran a cada 30 cm sobre de la anterior, para soportar y sostener a las plantas y así evitar el contacto de los frutos con el suelo.

### **6.8.4. Fertilización**

Se hizo un análisis de suelo 30 días antes de la siembra para determinar los nutrientes disponibles y poder obtener las recomendaciones técnicas de aplicación de fuentes fertilizantes. Además se realizó el análisis químico del agua donde se identificaron los nutrimentos existentes en solución para sumarlos a la solución nutritiva y reducir costos de fertilizantes, la dosis de fertilizante fue de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo.

### **6.8.5 Control de plagas y enfermedades**

Se hizo con base a muestreos, realizando recorridos a lo largo de la plantación. Por lo que se realizaron aplicaciones de pesticidas (insecticidas, fungicidas, bactericidas, nematocidas etc.).

## 6.9 VARIABLES DE RESPUESTA

### Rendimiento total

Este dato se obtuvo a los setenta y seis días después de la siembra, pesando los frutos cosechados en cada bloque experimental, efectuando un total de siete cortes. Para fines de analizar de los resultados los pesos se expresaron a kilogramos por hectárea para tener una mejor referencia de la producción total cada híbrido en estudio.

### Calidad del fruto

Al momento de la cosecha, la producción de cada unidad experimental (parcela neta), se clasificó en cuanto los estándares de calidad del fruto, que se describen a continuación. Para fines de interpretación de los resultados se expresaron en kg/ha.

#### **Cuadro 9. Clasificación comercial del fruto de pepino.**

Clasificación	Longitud del fruto
Primera calidad	Mayor de 18 cm
Segunda calidad	Entre 13 a 18 cm
Tercera calidad	Menor de 13 cm

(Madrid, 2011).

### Porcentaje de rechazo

Se clasificaron como frutos de rechazo, a aquellos que estaban dañado por plagas y enfermedades, con pudrición, quemaduras por efectos del sol o plástico, torcidos, tiernos, sobre madurez o cualquier otro daño que afecte su calidad. Los resultados fueron expresado en kg/ha.

## **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **Análisis estadístico**

Se realizó el análisis de varianza (ANDEVA) para el modelo estadístico de bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, para determinar si existen o no diferencias significativas entre tratamientos evaluados. Además se realizó una comparación de medias utilizando la prueba de TUKEY para conocer los tratamientos estadísticamente iguales y los superiores.

### **Análisis económico**

Se elaboró el presupuesto parcial para cada tratamiento evaluado, presentando los rendimientos en kg/ha para determinar el beneficio bruto y el beneficio neto. Seguidamente se realizó el análisis de dominancia ordenando los tratamientos de acuerdo al total de costos variables, de mayor a menor beneficio neto (BN), los que presentan mayor o igual costo variable al tratamiento anterior, no procedieron al análisis de la Tasa Marginal de Retorno (Morales, 2008).

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de tabular los datos del rendimiento total en kg/ha de los tres híbridos evaluados, se realizó un análisis de varianza para evaluar el efecto de los sistemas de producción, los híbridos y su interacción. Los resultados fueron los siguientes:

### 7.1 RENDIMIENTO TOTAL

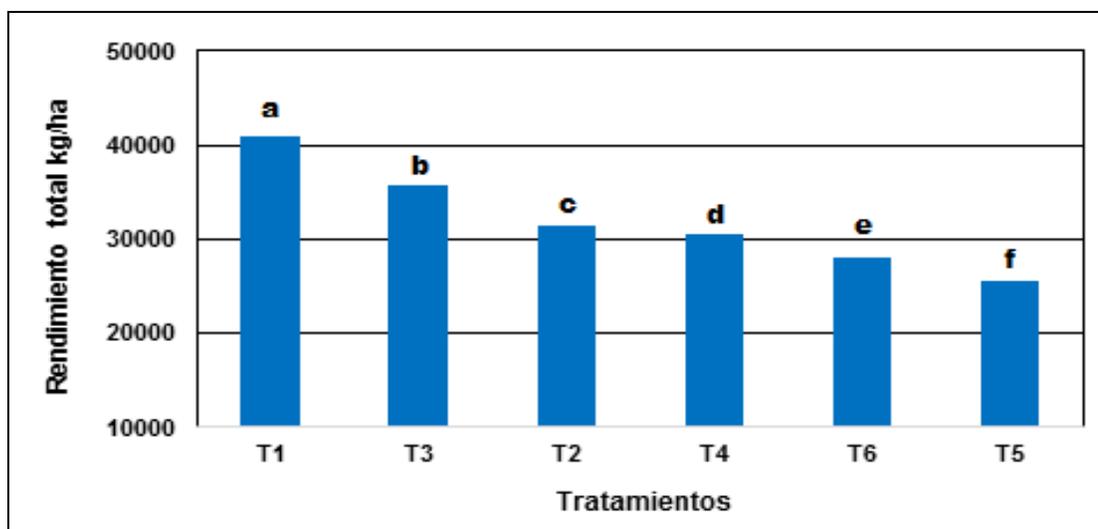
Con el propósito de determinar si el rendimiento total de los híbridos de pepino evaluados es influido por el tipo de sistemas de producción, se realizó un análisis de varianza con las fuentes de variación: sistemas (A), híbridos (B) y la interacción entre sistemas e híbridos (A x B), como se observa en el cuadro 10.

Cuadro 10. Análisis de varianza del rendimiento total (kg/ha) de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>05</sub>	F <sub>01</sub>	F > P
Bloques	3	6832252,167	2277417,389	0,67	9,28	29,46	ns
Sistemas (A)	1	386114904	386114904	113,21	10,13	34,12	**
Error (A)	3	10232091	3410697				
Parcela grande	7	403179247,2	57597035,31				
Híbridos (B)	2	208836418,6	104418209,3	52,83	3,89	6,93	**
Interacción (AxB)	2	20487609,75	10243804,88	5,18	3,89	6,93	**
Error (B)	12	23719268,33	1976605,694				
Total	23	656222543,8	28531414,95				
%C.V.	14,38						

\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, ns = diferencias no significativas.

El cuadro 10 indica que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los sistemas de producción. En relación a los híbridos de pepino, también se determinó que las diferencias en el rendimiento total producido son altamente significativas. También se obtuvo interacción entre los factores analizados, reportándose mayor resultado con un sistema de producción y un híbrido, específicamente. La figura 1 ilustra el comportamiento de cada uno de los tratamientos evaluados.



T1 = Macro túnel + Tropicuke II, T2 = Macro Túnel + Mona Lisa, T3 = Macro Túnel + Diamante, T4 = Campo Abierto + Tropicuke II, T5 = Campo Abierto + Mona Lisa, T6 = Campo Abierto + Diamante.

Figura 2. Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento total (kg/ha).

La figura 2 muestra la interacción entre los tipos de sistemas y los híbridos de pepino evaluados, observado que el sistema de macro túnel mostró mayor rendimiento total en comparación a campo abierto. Por lo que se interpretó que dichos resultados pueden relacionarse a la acción de cobertura que realiza la tela de polietileno sobre el cultivo, la cual mantuvo a las plantas aisladas de las plagas, lo que contribuyó al incremento de su rendimiento.

En el caso de los híbridos de pepino, la agrupación de medias de Tukey, indicó que el híbrido Tropicuke II producido en macro túnel reportó el resultado con mayor diferencia estadísticamente significativa en comparación a las demás combinaciones.

La producción del híbrido Tropicuke II en macrotúnel, reportó 40987 kg/ha, obteniendo el mayor rendimiento entre todos los tratamientos. Para el caso del híbrido de pepino diamante y Mona Lisa, los resultados en macro túnel fueron de 35795 y 31513 kg/ha respectivamente, mostrando que notables diferencias estadísticas con relación al manejo del cultivo a campo abierto. Con base al análisis de esta variable se acepta la alternativa la cual hizo referencia a que los tipos de sistemas y los híbridos de pepino obtendrían diferencias significativas en el rendimiento.

## 7.2 RENDIMIENTO DE PRIMERA CALIDAD

Después de haber analizado el rendimiento total de cada híbrido de pepino en ambos sistemas de producción, se evaluó la calidad de la producción; para esto se clasificó la cosecha en tres grupos, en función de su tamaño; las cuales son: frutos de primera, considerando a los frutos de mayor tamaño, luego frutos de segunda, para el caso de los frutos medianos y finalmente frutos de tercera, los cuales eran los más pequeños. Todos los resultados para el rendimiento fueron expresados en kg/ha.

Cuadro 11. Análisis de varianza del rendimiento de primera calidad de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>05</sub>	F <sub>01</sub>	F > P
Bloques	3	1689724,167	563241,389	0,67	9,28	29,46	ns
Sistemas(A)	1	329087461,5	329087461,5	391,98	10,13	34,12	**
Error(A)	3	2518639,136	839546,3787				
Parcela grande	7	333295824,8	47613689,26				
Híbridos(B)	2	220948303,4	110474151,7	285,24	3,89	6,93	**
Interacción (AxB)	2	38987074,42	19493537,21	50,33	3,89	6,93	**
Error(B)	12	4647570,406	387297,5339				
Total	23	597878773	25994729,26				
%C.V.	14,10						

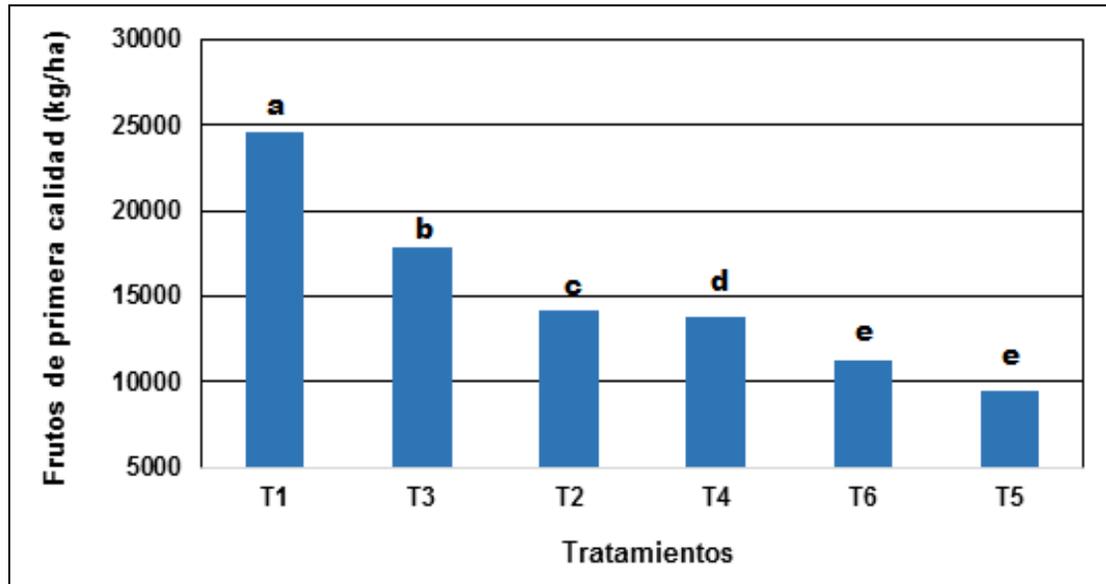
\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, ns = diferencias no significativas.

En el cuadro 11, se observó que existieron diferencias estadísticas altamente significativas en las fuentes de variación: sistemas de producción, híbridos de pepino, y entre su interacción.

Los híbridos de pepino mostraron mejor tamaño y peso cuando se produjeron en el sistema de macro túnel, observaron más cantidad de frutos de primera en Tropicuke II con 24,592 kg/ha, como se observa en la figura 3.

En el caso de los tipos de sistemas, el uso de macro túnel superó los resultados obtenidos a campo abierto, determinando una diferencia del 39% aproximadamente en la producción de pepino de primera calidad.

Posteriormente al análisis de varianza se procedió a realizar una comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey. Los resultados se muestran en la figura 3 de la manera siguiente:



T1 = Macro túnel + Tropicuke II, T2 = Macro Túnel + Mona Lisa, T3 = Macro Túnel + Diamante, T4 = Campo Abierto + Tropicuke II, T5 = Campo Abierto + Mona Lisa, T6 = Campo Abierto + Diamante.

Figura 3. Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento de primera calidad (kg/ha).

Con base a la prueba de medias de Tukey, se determinó que las mayores diferencias estadísticamente significativas se mostraron en la interacción conformada por el híbrido de pepino Tropicuke II producido en el sistema de macro túnel. Seguidamente en la figura 3 también se observa que el sistema de macro túnel (11,484 kg/ha) fue mejor en comparación a campo abierto (18,890 kg/ha). Por lo que se interpretó que las diferencias obtenidos entre ambos sistemas se relacionan con el aislamiento de la plantas por el uso de una cobertura de protección, lo que redujo el daño causado por plagas y enfermedades, lo que se tradujo en mayor desarrollo y producción. En cuanto a las diferencias obtenidas entre híbridos los resultados pueden asociarse a las características genéticas propias de cada material, debido a que los tres híbridos utilizados fueron expuestos a las mismas condiciones de manejo en cada sistema de producción evaluada.

### 7.3 RENDIMIENTO DE SEGUNDA CALIDAD

Después de haber analizado el rendimiento de primera calidad de cada híbrido de pepino en ambos sistemas de producción, se evaluó la segunda calidad de la producción. Todos los resultados para el rendimiento fueron expresados en kg/ha.

Cuadro 12. Análisis de varianza del rendimiento de segunda calidad de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>05</sub>	F <sub>01</sub>	F > P
Bloques	3	568355,297	189451,7657	0,71	9,28	29,46	ns
Sistemas(A)	1	63837535,88	63837535,88	239,83	10,13	34,12	**
Error(A)	3	798550,7033	266183,5678				
Parcela grande	7	65204441,88	9314920,268				
Variedades(B)	2	4345547,489	2172773,745	13,65	3,89	6,93	**
Interacción (AxB)	2	46758563,87	23379281,94	146,88	3,89	6,93	**
Error(B)	12	1910105,172	159175,431				
Total	23	118218658,4	5139941,67				
%C.V.	4,77						

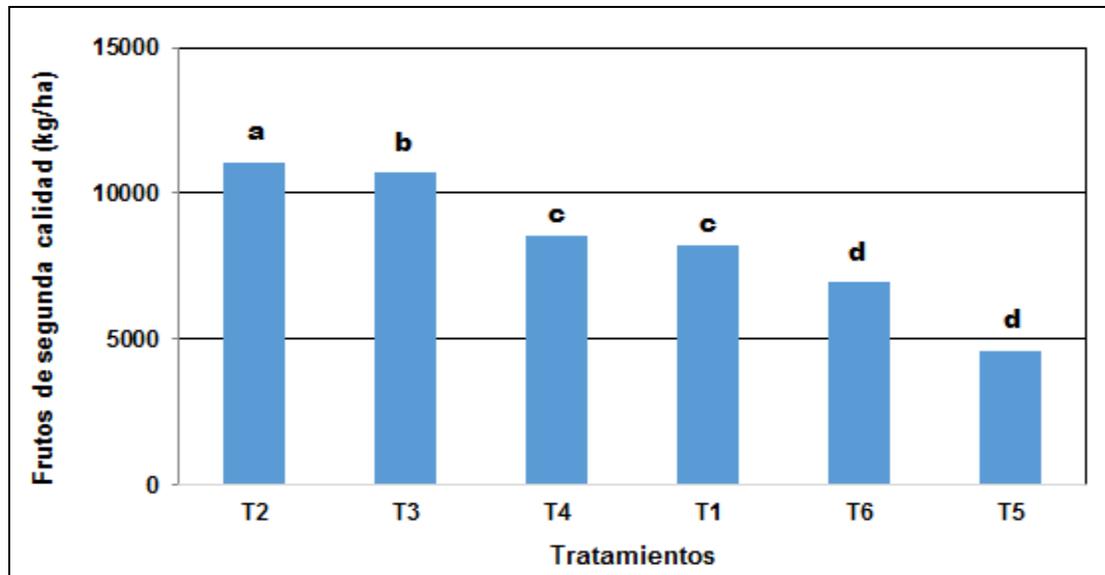
\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, ns = diferencias no significativas.

El cuadro 12 muestra el análisis de varianza del rendimiento de segunda calidad, indicando que las diferencias estadísticas entre las fuentes de variación son altamente significativas, siendo éstas: el uso de diferentes sistemas para la producción, diferentes híbridos de pepino y la interacción entre ambos factores.

En este caso, los híbridos de pepino que mostraron mayor cantidad de frutos de segunda calidad fueron Diamante y Tropicuke II, los cuales obtuvieron 8,865 y 8,363 kg/ha respectivamente, como se observa en la figura 4.

En el caso de los tipos de sistemas, el uso de macro túnel superó los resultados obtenidos a campo abierto, determinando una diferencia del 33% aproximadamente en la producción de pepino de segunda calidad.

Posteriormente al análisis de varianza se procedió a realizar una comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey. Los resultados se muestran en la figura 4 de la manera siguiente:



T1 = Macro túnel + Tropicuke II, T2 = Macro Túnel + Mona Lisa, T3 = Macro Túnel + Diamante, T4 = Campo Abierto + Tropicuke II, T5 = Campo Abierto + Mona Lisa, T6 = Campo Abierto + Diamante.

Figura 4. Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento de segunda calidad (kg/ha).

Con base a la prueba de medias de Tukey, se determinó que las diferencias estadísticamente fueron mayores en la interacción conformada por el híbrido de pepino Mona Lisa producido en el sistema de macro túnel. Seguidamente en la figura 4 también se observa que el sistema de macro túnel (9,988 kg/ha) fue mejor en comparación a campo abierto (6,722 kg/ha).

Por lo que se interpretó que las diferencias obtenidas entre ambos sistemas se relacionan con el aislamiento de la plantas por el uso de una cobertura de protección, lo que redujo el daño causado por plagas, obteniendo mayor producción. En cuanto a las diferencias obtenidas entre híbridos los resultados pueden asociarse a las características genéticas propias de cada material, debido a que los tres híbridos utilizados fueron expuestos a las mismas condiciones de manejo en cada sistema de producción evaluada.

## 7.4 RENDIMIENTO DE TERCERA CALIDAD

Después de analizado el rendimiento de segunda calidad de cada híbrido de pepino en ambos sistemas de producción, se evaluó la tercera calidad de la producción. Todos los resultados para el rendimiento fueron expresados en kg/ha.

Cuadro 13. Análisis de varianza del rendimiento de tercera calidad de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	F <sub>05</sub>	F <sub>01</sub>	P > F
Bloques	3	167905,5192	55968,50639	0,58	9,28	29,46	Ns
Sistemas(A)	1	54291392,04	54291392,04	566,17	10,13	34,12	**
Error(A)	3	287674,9358	95891,64528				
Parcela grande	7	54746972,5	7820996,071				
Variedades(B)	2	2037786,451	1018893,225	10,40	3,89	6,93	**
Interacción (AxB)	2	30100200,63	15050100,31	153,64	3,89	6,93	**
Error(B)	12	1175457,76	97954,81333				
Total	23	88060417,33	3828713,797				
%C.V.	5,09						

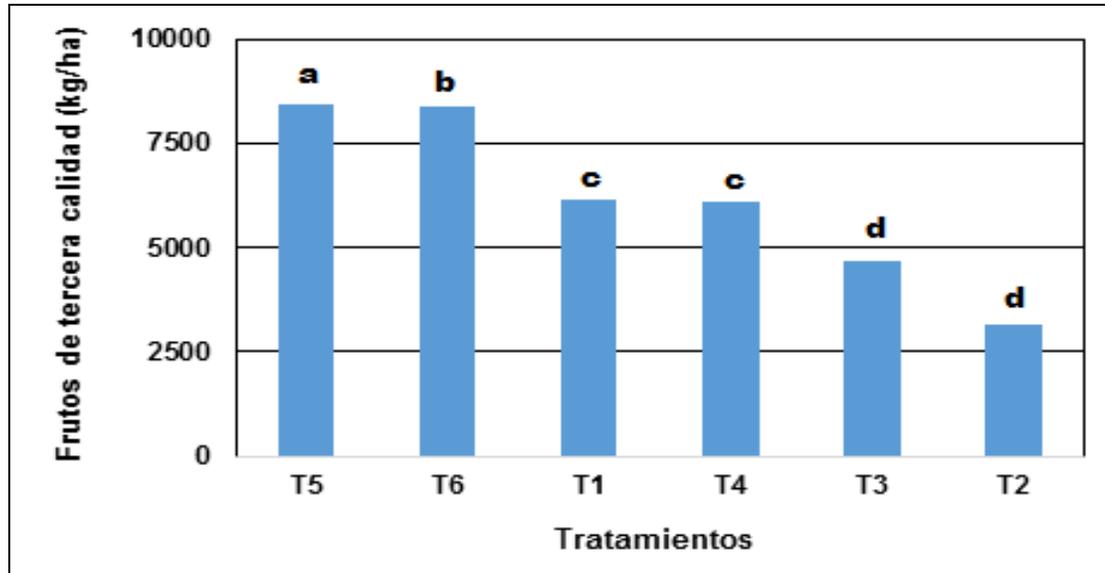
\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, ns = diferencias no significativas.

El análisis de varianza del cuadro 13 muestra que las diferencias estadísticas determinadas en las fuentes de variación tipo de sistemas para la producción, híbridos de pepino y la interacción entre ambos factores, son altamente significativas.

En este caso, los híbridos de pepino que mostraron mayor cantidad de frutos de segunda calidad fueron Diamante y Tropicuke II, los cuales obtuvieron 6,521 y 6,135 kg/ha respectivamente, como se observa en la figura 5.

En el caso de los tipos de sistemas, la producción a campo abierto superó los resultados obtenidos en macro túnel, determinando una diferencia del 40% aproximadamente en la producción de pepino de tercera calidad.

Seguidamente al análisis de varianza, se procedió a realizar una comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey. Los resultados se muestran en la figura 5 de la manera siguiente:



T1 = Macro túnel + Tropicuke II, T2 = Macro Túnel + Mona Lisa, T3 = Macro Túnel + Diamante, T4 = Campo Abierto + Tropicuke II, T5 = Campo Abierto + Mona Lisa, T6 = Campo Abierto + Diamante.

Figura 5. Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento de tercera calidad (kg/ha).

Con la prueba de medias de Tukey, se determinó que las diferencias estadísticamente fueron mayores en la interacción conformada por el híbrido de pepino Mona Lisa producido a campo abierto. Seguidamente en la figura 5 también se observa que el sistemas a campo abierto (7,656 kg/ha) fue mejor en comparación a macro túnel (4,651 kg/ha) en cuanto al rendimiento de frutos de tercera calidad.

Por lo que se interpretó que las diferencias obtenidos entre ambos sistemas se relacionan con el aislamiento de la plantas por el uso de una cobertura de protección, modificando el microclima interno, elevando la temperatura y humedad relativa, lo que pudo influir en los procesos fisiológicos de la planta. En cuanto a las diferencias obtenidas entre híbridos los resultados pueden asociarse a las características genéticas propias de cada material, debido a que los tres híbridos utilizados fueron expuestos a las mismas condiciones de manejo en cada sistema de producción evaluada.

## 7.5 Kg/Ha DE RECHAZO EN EL RENDIMIENTO

Finalmente, se analizó el rechazo obtenido del rendimiento total de cada híbrido de pepino en ambos sistemas de producción. Los resultados para el rechazo fueron expresados en kg/ha.

Cuadro 14. Análisis de varianza del rechazo del rendimiento total de dos sistemas de producción con tres híbridos de pepino.

F. de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F <sub>c</sub>	F <sub>05</sub>	F <sub>01</sub>	P > F
Bloques	3	59836,02645	19945,34215	0,83	9,28	29,46	ns
Sistemas(A)	1	64590,60015	64590,60015	2,70	10,13	34,12	**
Error(A)	3	71660,91578	23886,97193				
Parcela grande	7	196087,5424	28012,50605				
Variedades(B)	2	4162118,487	2081059,243	101,40	3,89	6,93	**
Interacción (AxB)	2	132592,2628	66296,1314	3,23	3,89	6,93	**
Error(B)	12	246279,5455	20523,29546				
Total	23	4737077,837	205959,906				
%C.V.	5,47						

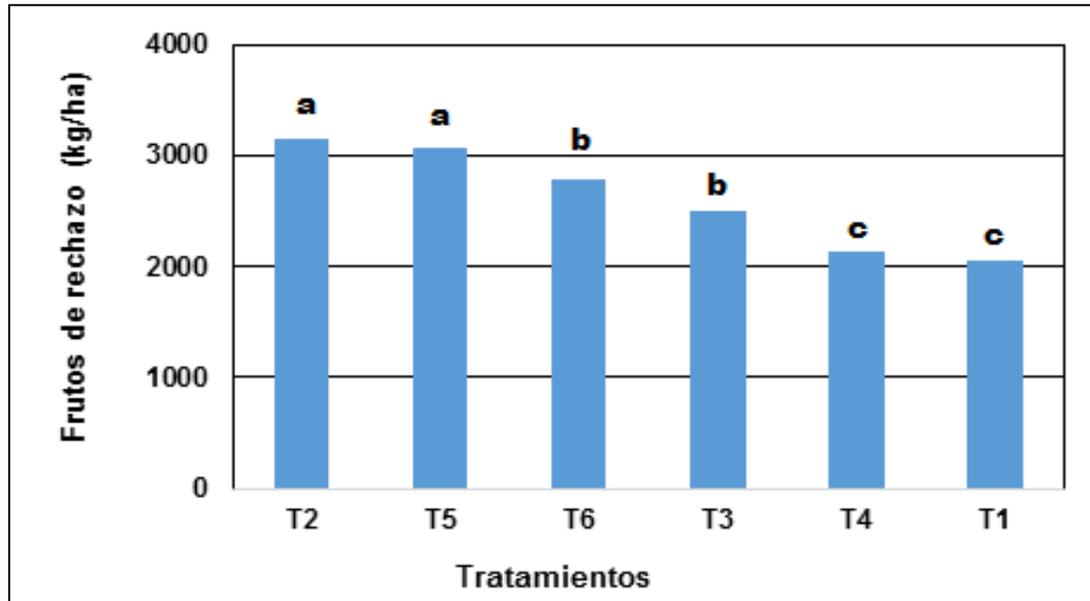
\*\* = Altamente significativo, \* = Significativo, ns = diferencias no significativas.

El análisis de varianza del cuadro 14 muestra que las diferencias estadísticas determinadas en las fuentes de variación tipo de sistemas para la producción, híbridos de pepino y la interacción entre ambos factores, son altamente significativas.

En este caso, los híbridos de pepino que mostraron mayor cantidad de frutos de rechazo fueron Mona Lisa y Diamante, los cuales obtuvieron 3,115 y 2,651 kg/ha respectivamente, como se observa en la figura 6.

En el caso de los tipos de sistemas, la producción a campo abierto superó los resultados obtenidos en macro túnel, determinando una diferencia del 3.9% aproximadamente de rechazo en la producción de pepino.

Seguidamente al análisis de varianza, se procedió a realizar una comparación de medias, utilizando la prueba de Tukey. Los resultados se muestran en la figura 6 de la manera siguiente:



T1 = Macro túnel + Tropicuke II, T2 = Macro Túnel + Mona Lisa, T3 = Macro Túnel + Diamante, T4 = Campo Abierto + Tropicuke II, T5 = Campo Abierto + Mona Lisa, T6 = Campo Abierto + Diamante.

Figura 6. Interacción entre los dos sistemas de producción y los híbridos de pepino sobre el rendimiento de tercera calidad (kg/ha).

Con base a la prueba de medias de Tukey, se determinó que las diferencias estadísticamente fueron mayores en la interacción conformada por el híbrido de pepino Mona Lisa producido en macrotúnel. Seguidamente en la figura 6 también se observa que el sistema a campo abierto (2,672 kg/ha) produjo mayor frutos de rechazo en comparación a macro túnel (2,569 kg/ha) en cuanto al rendimiento total del cultivo.

Las diferencias obtenidos entre ambos sistemas se relacionan con el aislamiento de la plantas por el uso de una cobertura de protección, lo que redujo el daño causado por plagas y enfermedades, obteniendo mayor desarrollo y producción. En cuanto a las diferencias obtenidas entre híbridos los resultados pueden asociarse a las características genéticas propias de cada material.

## 7.6 ANÁLISIS ECONÓMICO

Después del análisis estadístico de los híbridos de pepino y sistemas de producción, se procedió a realizar una evaluación económica a través del cálculo de la tasa marginal de retorno, elaborando el presupuesto parcial de cada tratamiento, como se observa en el cuadro 15 de la manera siguiente:

Cuadro 15. Resumen de costos de producción de tres híbridos de pepino en dos tipos de sistemas de producción.

Concepto	Campo abierto			Macro túnel		
	Tropicuke II	Diamante	Mona Lisa	Tropicuke II	Diamante	Mona Lisa
M DE OBRA (Q.)	8500.00	8500.00	8500.00	8500.00	8500.00	8500.00
Preparación del suelo	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00	2500.00
Siembra	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00	800.00
Colocación de tutores	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00
Control de malezas	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
Fertilización	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00	1200.00
INSUMOS (Q.)	25800.00	25800.00	25800.00	25800.00	25800.00	25800.00
Pilón	20400.00	20400.00	20400.00	20400.00	20400.00	20400.00
Estacas	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00	2000.00
Pita	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
Fertilizantes + Foliar	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00	3000.00
COSTOS FIJOS (Q.)	34300.00	34300.00	34300.00	34300.00	34300.00	34300.00
COSTOS VARIABLES (Q.)	17500.00	18750.00	19100.00	44750.00	43750.00	44080.00
Control fitosanitario	7500.00	9250.00	10600.00	4250.00	5150.00	5850.00
Sistema/macro túnel	0.00	0.00	0.00	27000.00	27000.00	27000.00
Cosecha	10000.00	9500.00	8500.00	13500.00	11600.00	11230.00
COSTOS TOTALES (Q.)	51800.00	53050.00	53400.00	79050.00	78050.00	78380.00
Rendimiento (costales/50 lb)	1347.00	1010.00	1129.00	1803.00	1575.00	1387.00
Precio venta (Q.)	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Ingreso Bruto (Q.)	80820.00	60600.00	67740.00	108180.00	94500.00	83220.00
INGRESO NETO (Q.)	29020.00	7550.00	14340.00	29130.00	16450.00	4840.00

Además en el cuadro 15 también se muestran los costos fijos y variables por hectárea de los tratamientos, los cuales fueron ordenados de mayor a menor en función de su ingreso neto con su respectivo costo variable, para el análisis de dominancia, como se indica en el cuadro 16.

Cuadro 16. Análisis de dominancia sobre el costo variable de tres híbridos de pepino establecido en dos tipos de sistemas de producción.

Tratamientos	I.N. (Q.)	C.V. (Q.)	Dominancia
Macrotúnel + Tropicuke II	29130	44750	nd
Campo abierto + Tropicuke II	29020	17500	nd
Macro túnel + Diamante	16450	43750	d
Campo abierto + Mona lisa	14340	19100	d
Campo abierto + Diamante	7550	18750	d
Macrotúnel + Mona lisa	4840	44080	d

Cuadro 17. Tasa marginal de tres híbridos de pepino establecido en dos tipos de sistemas de producción.

Tratamientos	$\Delta$ .I.N. (Q.)	$\Delta$ .C.V. (Q.)	%TMR
Macrotúnel + Tropicuke II	110	27250	0.40

En el cuadro 17 el cálculo de la tasa de retorno marginal, determinando que la producción del híbrido Tropicuke II a campo abierto generó el mayor beneficio económico para el agricultor, con una tasa de 0.4% lo cual indico la obtención de Q.0.40 por cada quetzal adicional invertido en el tratamiento.

## VIII. CONCLUSIONES

El sistema de macro túnel favoreció la obtención de mayor producción al cultivo de pepino en comparación a campo abierto, determinando un diferencial del 22% entre ambos sistemas con relación al rendimiento total.

En cuanto al rendimiento, los frutos de primera y segunda, se cosecharon en un total de 18,890 y 9988 kg/ha respectivamente en el sistema macro túnel, mostrando una diferencia del 39% y 33% en comparación a la producción de pepino a campo abierto.

Se determinó que la producción de pepino en sistema macro túnel, generó mayor beneficio económico al agricultor, al reportar una tasa marginal de retorno de 0.4%, lo que se interpretó como la obtención de Q.0.40 por cada quetzal invertido adicional en el cultivo de pepino.

En el caso del macro túnel, a pesar de que obtuvo menor ingreso en la primera cosecha, se interpretó que la infraestructura queda para el siguiente ciclo, reduciendo los costos de inversión y mejorando considerablemente la rentabilidad del cultivo.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Se recomienda a los productores del valle del municipio de Morazán, El Progreso; el uso de macro túnel para la producción de pepino, porque este tipo de sistema mostró considerablemente mayor beneficio económico.

Se recomienda la utilización del híbrido de pepino Tropicuke II por expresar mejor rendimiento entre los materiales evaluados en ambas sistemas de producción, como también mayor kg/ha de frutos de primera y segunda respectivamente.

## X. BIBLIOGRAFÍAS

Álvarez, E. (2009). Centro Nacional de Sistemas Agropecuaria y Forestal (CENTA), Tropicuke II es uno de los más cultivados por los productores. Consultado 5 feb. 2014. Disponible en <http://www.centa.gob.sv> › Novedades › CENTA – NOTICIAS EMPRESA

Arias, S. (2007). Manual de Producción de Pepino, Programa de Diversificación Económica Rural (USAID-RED). 31P. Consultado 13 mar. 2014. Disponible en <http://www.Manual%20paraproducci%C3%B3n%20Pepino.pdf>.

Casaca, A. (2005). Guía técnica de Frutas y Vegetales, Cultivo del Pepino (*Cucumis sativus* L.). Banco Interamericano de Desarrollo.13p.

Duque, C. (2006).Manejo Agronómico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en casa malla, bajo las condiciones de Monjas, Jalapa Caso empresa mosca blanca. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. 49 p.

FASAGUA. (2011). IV Congreso de Horticultura. Revista Trimestral. Volumen 400: pág. 01- 16.

Fernández, R. (2004). Guía del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.). Consultado 10 mar. 2014. Disponible en [www.bionica.info/Biblioteca/pepino/20guia%20tecnica.pdf](http://www.bionica.info/Biblioteca/pepino/20guia%20tecnica.pdf).

González F, A *et al.* (1988). Plan de manejo sustentable de la cuenca del lago de Amatitlán; Guatemala, Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago de Amatitlán. 123 p.

Imas, P. (1999, Octubre. 01). Hablando figurativamente. Documento presentado en la conferencia XXII Congreso de horticultura, Argentina.

Liñan, C. (1998). Farmacología vegetal. Compendium de las sustancias activas, insectos y ácaros utilizados en la prevención y control de plagas, enfermedades y plantas no deseadas así como en la regulación de la fisiología de los vegetales cultivados. Ediciones agrotecnicas. Madrid.

López, S. (2000). La mosca blanca. Consultado 10 mar. 2014. (en línea). Disponible en <http://www.infoagro.com%abonos%moscablanca.htm>.

MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente, ES). (2010). Enlace a Cultivo de pepino en invernadero. Consultado 10 mar. 2014. (En Línea) España. Disponible en: <http://www.magrama.gob.es%app%MaterialVegetal%fichaMaterialVegetal.aspx?idFcha=2514>

Méndez, S. (2009). Efecto de la tela no tejida de polipropileno sobre la población de mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*.; *Homoptera*, *Aleyrodidae*) y el rendimiento del cultivo de ejote francés (*Phaseolus vulgaris* L. *Fabaceae*), San Martín Jolotepeque, Chimaltenango. Tesis Ing. Agro. Guatemala, Guatemala. URL. 52 pag.

Monzanto, (2014). Seminis. (En línea) Guatemala. Consultado 31 mar. 2014. Disponible en <http://www.monsanto.com%howeare%pages%guatemala.aspx>.

Morales, E. (2008). Evaluación agronómica del efecto en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L., Solanaceae) mediante la aplicación de tres abonos orgánicos en dos dosis; en la zona fría de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. Tesis Ing. Agro. Guatemala, Guatemala. URL. 51 p.

Pilones de Antigua, S.A (2014). EAST- WEST SEED INTERNATIONAL, TROP COAT. (en línea). Guatemala. Consultado 31 mar. 2014. Disponible en <http://www.pilones.com%semillas3.php>

Ponciano, N. (1996). Manejo del cultivo de pepino. (en línea). Consultado 24 feb. 2014. Disponible en <http://www.uc.cl%sweduc%hortalizas%html%pepino%ensalada%organo%consumo%pepino.html>.

SEMILLARIA, (2014). Enlace a Cultivo de pepino. (En Línea) España. Consultado 1 abr. 2014. Disponible en <http://semillaria.es%index.php%cultivos-ok%51-cultivos-pepino%301-taxonomia>.

Vásquez, D. (2010). Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión. Tesis Lic. Contadora Pública y Auditora. San Marcos, Guatemala. USAC. 130 p.

Vazzano, (2009). Ann-Marie Vazzano fue editora gerente de la revista American FruitGrower, una publicación de Meister Media Worldwide.

## XI. ANEXOS



Figura 6. Siembra de pilones de pepino en campo abierto y macro túnel.



Figura 7. Colocación de estacas para tutorado a campo abierto.



Figura 8. Tutorado dentro de macro túnel.



Figura 9. Formación de frutos de pepino a campo abierto.



Figura 10. Monitoreo de plantas de pepino para el control de plagas en campo abierto.



Figura 11. Monitoreo de plagas y enfermedades de pepino en macro túnel.