

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA.**



La solarización de los terrenos de cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por medio de plásticos transparentes y/o plásticos negros, y su utilidad para mejorar las condiciones de germinación de la variedad pinto villas afectados por nematodos del suelo

**Por:**

**Mónica Juárez Espinosa**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO.**

**Torreón, Coahuila.**

**Junio 2023.**

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISION DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

La solarización de los terrenos de cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris*L.) por medios de plásticos transparentes y/o plásticos negros, y su utilidad para mejorar las condiciones de germinación de la variedad pinto villa afectados por nematodos del suelo

Por:

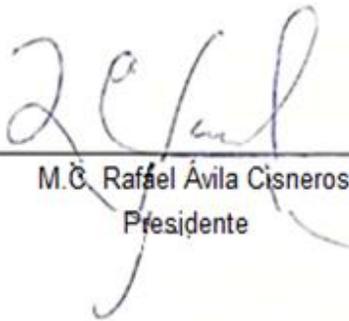
Mónica Juárez Espinosa

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

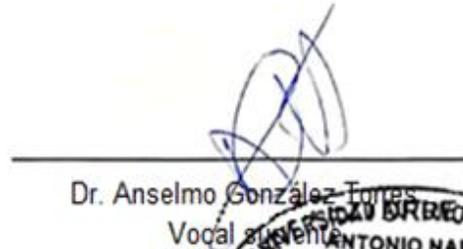
**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada por:

  
M.C. Rafael Ávila Cisneros  
Presidente

  
M.C. Juan Leonardo Rocha Quiñones  
Vocal

  
M.E. Javier López Hernández  
Vocal

  
Dr. Anselmo González Torres  
Vocal suplente

  
Dr. J. Isabel Márquez Mendoza  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila.

Junio 2023

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISION DE CARRERAS AGRONOMICAS**

**DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

La solarización de los terrenos de cultivos de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) por medio de plásticos transparentes y/o plásticos negros, y su utilidad para mejorar las condiciones de germinación de la variedad pinto villa afectados por nematodos del suelo

**Por:**

**Mónica Juárez Espinosa**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

**Aprobada por el Comité de Asesoría:**



**MC. Rafael Ávila Cisneros**  
Asesor Principal



**MC. Juan Leonardo Rocha Quiñones**  
Coasesor



**ME. Javier López Hernández**  
Coasesor



**Dr. Anselmo González Torres.**  
Coasesor



**Dr. J. Isabel Márquez Mendoza**  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas.



Torreón, Coahuila.

Junio 2023

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, por darme la fuerza, sabiduría y valentía para cumplir esta meta lejos de mi familia. Por guiarme a tomar buenas decisiones y sobre todo a salir adelante.

A mi **“Alma Mater”** por ser mi segundo hogar y sobre todo por permitirme prepararme profesionalmente en esta gran institución de la cual me siento muy orgullosa de pertenecer.

A **mis Padres**, Juan Juárez Zarate y Josefina Espinosa Miranda, por haberme dado la oportunidad de seguir preparándome, por brindarme su amor y apoyo incondicional a lo largo de la carrera, por seguir siendo mi motivación de vida y por confiar en mí.

A **mis Hermanos y Hermanas**, por estar siempre al pendiente de mí, por sus ánimos, consejos de vida y sobre todo por ayudarme a sobrellevar su ausencia lejos de casa.

Al **MC. Rafael Ávila Cisneros** y al **MC. Juan Leonardo Rocha Quiñones** por darme la oportunidad y confianza de trabajar en este y en varios proyectos de investigación. Por estar siempre al pendiente del proceso, por su apoyo y por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo.

A los **profesores del Departamento de Parasitología** por compartirme sus conocimientos y experiencias de vida para prepararme para la vida profesional y sobre todo por preocuparse para que aprendiera lo mejor posible después de la pandemia para poder lograr esta meta.

## DEDICATORIAS

A **mis Padres.** Juan Juárez y Josefina Espinosa muchas gracias por todo el amor, apoyo y esfuerzo que han hecho por mí, para poder lograr mis metas. Estoy muy agradecida con Dios y con la Virgen de Guadalupe por permitirme tenerlos como ejemplo de vida. Los quiero mucho, recuerden que todos los logros son en su honor. Con todo lo vivido espero que estén orgullosos de mi como yo lo estoy de ustedes.

A **mis Hermanos y Hermanas.** Silvia, Erika, Marisol, Juan, Raúl, Anali, Nayeli y Eduardo. Gracias por sus ánimos, por motivarme a seguir adelante, por aconsejarme y por apoyarme en cualquier circunstancia. Los quiero demasiado.

A **mis abuelitos.** Alicia Miranda, Dolores Zarate, Juan Juarez Cid †. Salvador Espinosa y a **mi tío** Alfredo Espinosa. Gracias por sus consejos de vida, por estar conmigo en esta etapa de mi vida y sobre todo por el apoyo brindado.

A **mis amigas y amigos de la UAAAN UL.** A Joselin Ramírez, Oscar Moreno, Cristian A. Martínez, M. Fernanda Suarez, Lesly A, Rufina Hernández, Marian T, Juan Román, Iris A. Hernández y Elvis David. Gracias por su amistad, por todas las aventuras que vivimos a lo largo de esta etapa de nuestra vida foránea, espero en el futuro reencontrarnos. Les deseo mucho éxito colegas.

A **mis amigas.** Mónica Picasso, Monserrat Cordero, Diana L. Larios, Kristian G. González, Grecia L. Ruiz, Rosaisela Buendía y Leslie. Gracias por su incondicional amistad por siempre motivarme a seguir adelante, por escucharme, por aconsejarme y sobre todo por nunca dejarme sola. Las quiero muchísimo.

## RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, en el campo experimental de San Antonio de los Bravos en la temporada verano-otoño. Es una investigación sobre una técnica de desinfección de suelos con el objetivo de controlar los patógenos que existen en el mismo, que afectan al cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ya que afectan a grandes cantidades el desarrollo fenológico del mismo, así provocando grandes pérdidas en cuestión de producción y también de forma económica. Esta investigación con un diseño experimental de bloques al azar con un total de 3 tratamientos: A=Plástico transparente, B= Plástico negro y C= Sin plástico (testigo). El área total sembrada fue de 81 m<sup>2</sup> cada bloque con una densidad de 9 m con 3 repeticiones, cada uno con un  $\alpha$  de .05. Utilizando como material genético semilla de frijol de variedad Pinto villa. Se planteó una hipótesis con una finalidad de comprobar si este tipo de desinfección del suelo mejoran la germinación y la producción de esta variedad de frijol. Los resultados obtenidos a lo largo de casi 6 meses de trabajo en este experimento muestran que el tratamiento B que fueron los bloques cubiertos con plásticos negros mostraron porcentaje más alto en germinación, altura y producción de grano, así mostrando un mejor comportamiento de los otros dos tratamientos.

**Palabras clave:** Desinfección, desarrollo fenológico, patógenos, grano seco, producción

# INDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	i
<b>DEDICATORIAS</b> .....	ii
<b>RESUMEN</b> .....	iii
<b>INDICE</b> .....	iv
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	vi
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	vi
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1    Objetivos.....	3
Objetivo específico 1:.....	3
Objetivo específico 2:.....	3
1.2    Hipótesis.....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1    Antecedentes y Origen del frijol. ....	4
2.2    Características Agronómicas del frijol.....	4
2.2.1 Valor nutritivo del frijol. ....	5
2.3    Importancia del frijol en la alimentación.....	6
2.4    Importancia del cultivo del frijol. ....	7
2.5    Producción mundial.....	8
2.6    Producción Nacional.....	9
2.6.1    Producción del frijol en la Comarca Lagunera.....	10
2.7    Principales variedades de frijol en el norte del país.....	11
2.8    Principales variedades de frijol en el sur del país. ....	12
2.9    Importancia de la variedad pinto villa. ....	13
2.10    Efecto del cultivo del frijol en el suelo. ....	14
2.11    Solarización en el suelo.....	14
2.12    Clasificación taxonómica del frijol.....	15
2.13    Características morfológicas del frijol.....	16
2.13.1    Planta. ....	16
2.13.2    Raíz. ....	16
2.13.3    Tallos. ....	17
2.13.4    Hojas. ....	17

2.13.5	Flor.....	17
2.13.6	Semilla.....	18
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Ubicación geográfica del estudio experimental. ....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Localización.....</b>	<b>19</b>
Cuadro 1.	Distribución de los testigos en el diseño experimental. ....	20
<b>3.3</b>	<b>Material Genético Utilizado.....</b>	<b>20</b>
<b>3.4</b>	<b>Preparación de suelo. ....</b>	<b>20</b>
<b>3.5</b>	<b>Técnica de solarización.....</b>	<b>21</b>
<b>3.6</b>	<b>Siembra.....</b>	<b>21</b>
<b>3.7</b>	<b>Actividades culturales. ....</b>	<b>21</b>
3.7.1	Deshierbe.....	21
3.7.2	Aporcado.....	21
<b>3.8</b>	<b>Riego.....</b>	<b>22</b>
<b>3.9</b>	<b>Nutrición. ....</b>	<b>22</b>
<b>3.10</b>	<b>Control de plagas y enfermedades. ....</b>	<b>22</b>
<b>3.11</b>	<b>Cosecha del fruto.....</b>	<b>22</b>
<b>3.12</b>	<b>Evaluación de variables. ....</b>	<b>23</b>
<b>3.13</b>	<b>Altura. ....</b>	<b>23</b>
<b>3.14</b>	<b>Vainas.....</b>	<b>23</b>
<b>3.15</b>	<b>Obtención de grano seco.....</b>	<b>23</b>
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>29</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>31</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución de los testigos en el diseño experimental.....	20
Cuadro 2. Resultados de germinación de los tres tratamientos. ....	24
Cuadro 3. Área foliar del frijol en cm <sup>2</sup> . ....	25
Cuadro 4. Datos de grano seco por cada tratamiento en gr del frijol pinto villa. ....	25
Cuadro 5. Producción de grano seco promedio por planta en gr. ....	26
Cuadro 6. Ingresos (\$) para cada uno de los tratamientos. ....	27

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo de las plantas durante 75 días. ....	28
---	----

## INTRODUCCIÓN.

El frijol común *Phaseolus vulgaris* L. su origen proviene de America; y se ha convertido en producto de la canasta básica para el consumidor mexicano y para el mundo para su alimentación. Actualmente y gracias a la investigación se tiene un gran número de variedades y sus características morfológicas en lo general coinciden (Bitocchi *et al.*,2012). En México se cultiva principalmente en ambientes semitropicales, zonas con clima semiárido y en zonas con alto riego (Broughton *et al.*,2003).

En el sector agrícola de México se ha logrado el registro de muchas variedades con la finalidad de buscar que las condiciones climáticas que afectan al cultivo como es la sequía sean dentro de lo posible superadas; de tal manera de seguir beneficiando a las zonas temporaleras del país (Gaucín y Torres,2012).

El frijol es una legumbre destacada en el consumo al igual que en el sector de tema económico de varios países (Secretaría de Economía, 2012). La producción aumento una tasa promedio anual de 1.6% entre los años 2003 y 2014, para colocarse en 25.1 millones de toneladas.

El sistema de información agroalimentaria y pesquera (SIAP, 2016) nos informa que este grano básico llamado frijol ocupa el lugar tres en la superficie sembrada para México, en el lugar dos se encuentra un grano básico para el consumo humano y animal; nos estamos refiriendo al maíz, los cultivos perennes ocupan la posición número once; y esto se debe a la facilidad de adaptación de este

tipo de cultivo. Las variables que han permitido a el frijol posicionarse en el tercer lugar es su gran adaptabilidad a varios climas, a las condiciones de agua dulce de diferentes regiones sin importar la precipitación errática y temporalera de las lluvias de cada región. Sin embargo, la superficie y producción de frijol tanto en nuestro país como las regiones productoras a nivel mundial ha tenido una gran baja de producción durante los últimos años, lo cual resulta un gran problema para la seguridad alimentaria de México y del mundo.

La solarización del suelo se define como la desinfección del suelo a través del calor generado de la energía solar capturada. Esta energía ayuda a aumentar la temperatura del suelo, es una actividad que se realiza desde tiempos atrás. La solarización del suelo es un proceso que se practica en el suelo mojado que es cubierto por plástico y se expone a los rayos del sol durante los meses calurosos. Este proceso mejor conocido como solarización abarca cambios tanto en apariencia, químicos y orgánico del mismo que se va relacionado al calentamiento solar y teniendo un valor alternativo en uso de productos químicos para la agricultura. La solarización es un proceso que inicio en tiempos muy tempranos de la agricultura, esta actividad fue usada para tapar el suelo y las plantas para formar una barrera protectora contra heladas.

## 1.1 Objetivos.

### Objetivo específico 1:

Incrementar el % de germinación del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) de la variedad pinto villa al combatir la presencia de nematodos en el suelo tiempo antes de iniciar las labores culturales por medio de la solarización con plásticos transparentes.

### Objetivo específico 2:

Mejorar la producción de grano seco del frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) de la variedad pinto villa al combatir la presencia de nematodos en el suelo tiempo antes de iniciar las labores culturales por medio de la solarización con plásticos transparentes.

## 1.2 Hipótesis.

La solarización del suelo previo tiempo pertinente; con la técnica de solarización con polietilenos transparentes y/o plásticos negros mejoran la germinación y la producción de frijol de la variedad pinto Villa.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1 Antecedentes y Origen del frijol.

El frijol encuentra su origen y su domesticación en dos grandes zonas de America latina; estas son Mesoamerica y los andes. Genéticamente varia muy poco de esos cultivos ancestros que cuentan con 100 mil años de antigüedad, el frijol se domestico hace aproximadamente 8 mil años (Bitocchi *et al.*, 2013).

Existen registros de *Phaseolus vulgaris* L cuyas semillas cultivadas presentan 3 mil años de antigüedad (Brown, 2006). El frijol pertenece a la familia Fabácea, subfamilia Papilionoideae, tribu Phaseolae, y especie *Phaseolus vulgaris* L.

### 2.2 Características Agronómicas del frijol.

Las épocas de siembra son de suma importancia ya que en cada zona en donde se siembra la temperatura y la humedad son diferentes. La temporada de lluvias no se presenta al mismo tiempo, se presenta según la zona y la variedad que se utilice. El frijol se siembra entre el quince de mayo al quince de junio y en regiones semitropicales se siembra en junio.

Este cultivo se logra en suelos fértiles, ligeros y bien drenados, como son arenosos-arcillosos. Una vez haber elegido el terreno, se debe realizar a tiempo el barbecho, la cruz y el rastreo, usando los implementos de tractor que se utilizan en la región. Esta tiene como objetivo formar una cama para la siembra y asegurar la germinación de la semilla (Robles, 1976).

La duración del ciclo biológico es muy importante para determinar la variación y su asociación con los daños que se ocasionan por las plagas y enfermedades; las

variedades de ciclo corto presentan menor daño por estos factores debido a que cuando éstas se presentaron, las poblaciones estaban en madurez fisiológica (Rocando, R.M. *et al.*,2006).

### 2.2.1 Valor nutritivo del frijol.

En las leguminosas entre las cuales se encuentra el frijol tienen un gran valor nutrimental, pues son fuente de proteína y es una opción de digestibilidad para la población; en México se tiene como alimento de la canasta básica pues se ha encontrado en el Fe, Ca, Mg, Zn, así mismo contiene fibra, almidones y es fuente de ácido fólico y de tiamina; por lo que es capaz de ser un sustituto cuando la carne no está al alcance de los bolsillos del consumidor (Mederos, 2006).

Si referimos el contenido nutricional en forma cuantitativa (dependiendo de la variedad de frijol) hay coincidencia de que las proteínas ocupan del catorce al 33 por ciento, la lisina que es un aminoácido va del 6.4 a 7.6 gramos/100 gramos de proteína, y la fenilalanina más tirosina ocupa entre un 5.3 a un 8.2 gramos de cada 100 gramos de proteína y terminamos en que además los frijoles azufrados son fuente de metionina y cisteína (García M. E. *et al.*, 2009).

Dentro de los macronutrientes del frijol, la parte correspondiente a los lípidos es la más pequeña (1.5 a 6.2 g/100 g), que es constituida por una mezcla de acilglicéridos cuyos ácidos grasos predominantes son los monos y poliinsaturados. El frijol es

buena fuente de fibra cuyo valor varía de 14-19 g/100 g del alimento crudo, del cual hasta la mitad puede ser de la forma soluble.

Ha sido, junto con el maíz, el alimento básico de México, además de su importante contenido de carbohidratos y minerales, se considera la principal fuente de proteínas vegetales en la dieta. Su papel es aún más significativo para las 8 clases de menores recursos que, al no tener acceso a proteínas de origen animal, hallan en el frijol esos nutrimentos esenciales (Muños Saldaña, R. 2010).

### 2.3 Importancia del frijol en la alimentación.

El frijol es una planta que puede cultivarse en primavera verano o en otoño invierno es de tipo arbustivo y en muchas ocasiones es una siembra asociada con el maíz, y su ciclo biológico por lo general se presenta de 100 días para las variedades temporales y puede llegar hasta 210 días en variedades de ciclo tardío, esto en función del hábito del crecimiento, dependiendo del clima de la región y de la etapa de siembra. Aun que se cultiva desde Argentina hasta Canadá y desde un nivel del mar hasta 3200 m de altura, es una planta termófila muy susceptible a las heladas por lo que los productores deben ser muy cuidadosos (Lepiz-Ildefonso *et al.*, 2010).

El CIAT 2008 nos ayuda a entender el nivel de importancia que tiene el frijol para México y lo menciona en los siguientes puntos:

- Es un cultivo con alto contenido de proteínas.
- Es el segundo lugar en importancia nacional solo después del maíz.

- En lo relacionado con las leguminosas; hay una ligera tendencia del orden de un 3.2 por ciento de disminución en la producción del frijol.
- En México existe un total de 70 especies domesticadas de *Phaseolus vulgaris* L; y de las cinco especies domesticadas tenemos el frijol ayacote, el frijol comba, el frijol gordo y el frijol tepari.
- La demanda de alimentos que demanda una población creciente de más de 6 millones de habitantes para el año 2000 obligan a lograr incrementos; y para el caso del frijol se logró incrementar en promedio un 55 por ciento en la última década del 2000 al 2008.

#### 2.4 Importancia del cultivo del frijol.

Arroyo (2005) menciona que a pesar de la importancia nutrimental de frijol su producción no ha estado a la par del crecimiento de la población; y sus precios han variado aún más por lo que se tiene un desequilibrio entre las zonas productoras relacionado con el precio de venta y aun mas una variabilidad en precio para el consumidor algunas veces perjudicando más a los productores cuyos costos de producción y costos de traslado siempre están al alza.

Tapia *et al.*, (1991) Menciona en sus aportaciones que hay un déficit en el grano de frijol que se produce en México., por lo que en la década de los ochenta a los noventas se tuvo que importar un promedio de 250 000 toneladas; logrando aún más la heterogeneidad en los ingresos y costos para los productores mexicanos;

añade a este nivel de importaciones que en nuestro país en su mayoría el frijol es de temporal.

El *Phaseolus vulgaris* L. presenta condiciones para producirlo dos veces al año (P-V y O-I); en nuestro país en el otoño – invierno se han obtenido mayores rendimientos a pesar de que se siembra menos superficie. Algo hay que resaltar es la importancia del cultivo del frijol como una aportación de carácter socio-económico pues sus labores culturales requieren mano de obra; y con ello se convierte en fuente de ingreso para la población, sin embargo, su participación como producto de autoconsumo presenta para un segmento de la población seguridad alimentaria. (FIRA, 2006).

En cuestión comercial y tomando en cuenta el consumo que se registra en las diversas regiones, se han organizado la variedad de prioritarios a no prioritarios, teniendo presente los precios de cada una de ellas, estudios Acosta-Gallegos et al., 2010 hectáreas demostrado que una variedad de mayor consumo es el frijol de variedad flor de mayo teniendo un alto consumo en el centro de México.

## 2.5 Producción mundial.

Los fideicomisos de riesgo compartido (FIRA,2016) reportan en sus publicaciones la tendencia de carácter mundial en la producción del frijol de la manera siguiente:

- Del 2003 al 2014 se logró una tasa de crecimiento del 1.6% en la producción mundial del frijol.

- 25.1 millones de toneladas es la cantidad de diferencia que se logró producir comparando la tasa antes mencionada.
- La producción mundial de frijol se concentra en siete países mismos que en términos porcentuales representan el 63 por ciento de la producción mundial (esto en el año 2014) destaca la india con un 16.4 por ciento, aparece México con un 5.1 por ciento; y hay que destacar la estabilidad política que tenía en el 2014 el país de MYANMAR con un 14.9 por ciento.

## 2.6 Producción Nacional.

El *Phaseolus vulgaris* L. tal como lo reporta (Broughton *et al.*, 2003), sigue siendo un cultivo capaz de producirse en ambientes semitropicales, en regiones semiáridas y en regiones con sistemas de riego de presas de almacenamiento; todo esto le permite ser uno de los cultivos más importantes para el consumo humano.

Las variedades pinto del cultivo del frijol representan la mayor producción y consumo en México, le sigue posteriormente los frijoles de color negro, en términos de su comercialización en el norte predominan los pintos; y en el sur del estado mexicano hay mayor preferencia por los frijoles negros. Tenemos cuatro estados que se disputan el tener la mayor producción de frijol; estos son: Durango, San Luis Potosí, Zacatecas y el estado grande Chihuahua. Aparecen con menores proporciones de producción estados como: Aguascalientes, Guanajuato y Querétaro (SIAP-SAGARPA, 2016).

### 2.6.1 Producción del frijol en la Comarca Lagunera.

SIAP-SAGARPA (2011) da a conocer que en año 2009 se cultivaron en promedio casi dos millones de hectáreas de frijol; donde el 13 por ciento se cultivó en regiones de riego y su rendimiento se acercó a 1.7 toneladas por hectárea, el .87 restante se sembró en áreas de temporal lográndose un rendimiento bastante disperso que quedo en rangos de 240 kilogramos a 1580 kilogramos por hectárea

Castañeda *et al.*, (2006) junto con Acosta *et al.*, (2000) presentan una coincidencia con relación a la producción de frijol para las zonas de temporal y mencionan un 60% de la producción de frijol se producen en regiones con baja precipitación; situación que en ocasiones es favorable pues los costos de producción tienden a disminuir.

Mención especial hay que hacer de la comarca lagunera, donde el agua para riego es limitada más sin embargo en el año 2009 se logró establecer una superficie de casi 9000 hectáreas en condiciones de riego para el frijol; generando una producción promedio de 820 kilogramos por hectárea.

Las investigaciones buscando fortalecer la producción de frijol a base de genotipos recolectados de manera silvestre y/o regiones que ancestralmente producen frijol han permitido la domesticación de plantas de *Phaseolus* que se adaptan a regiones con condiciones ambientales similares y se ha hecho para zonas de riego y para zonas de temporal, la evaluación de variables ha permitido el incremento de rendimientos tal y como lo reportan los autores (López *et al.*, 2005; Acosta *et al.*, 2009).

Rao (2000) y Cabrera (2002) realizan aportaciones de como en la comarca lagunera se ha puesto especial atención a variables fisiológicas como son la resistencia de variedades, el papel de la fotosíntesis, el tamaño de las estomas y la transpiración como elementos de productividad que se deben tomar en cuenta al generar variedades en esta región que puede presentar hasta 45 grados centígrados a la sombra. Lograr genotipos resistentes a la transpiración a menor cantidad de estomas o a realizar procesos fotosintéticos ayudaran a que la planta requiera menos agua; y con ello hay una mejor conservación del recurso natural liquido muy escaso en La Laguna.

## 2.7 Principales variedades de frijol en el norte del país.

Los estados del norte de México, la mayor superficie de siembra la ocupan los frijoles azufrados seguidos por los pintos, sin embargo, en los últimos ciclos se han mostrado un mayor interés en la introducción y adaptación de variedades de frijol negro.

### **Azufrados:**

- Azufrados Higuera.
- Azufrados Noroeste.
- Azufrasin.
- Janasa.
- Bayo Azteca.

**Pintos:**

- Pinto Centauro.
- Pinto Centenario.
- Pinto Coloso.
- Pinto Mestizo.
- Pinto Saltillo.
- Pinto Villa.

Uno de los factores principales en la producción de este cultivo en la zona norte es la escasa e irregular distribución de la precipitación. Esta región se ubica entre los estados de Chihuahua, Durango, Zacatecas, Guanajuato y San Luis Potosí que son los principales productores a nivel nacional.

**2.8 Principales variedades de frijol en el sur del país.**

En México, el frijol negro es la clase comercial de mayor demanda con un amplio mercado en el centro y sur del país que asciende a 400 000 t anuales (Castellanos *et al.*,1997). En el sureste de México, el frijol negro se siembra principalmente en condiciones de temporal y humedad residual. Las variedades de este frijol son las siguientes:

**Frijol Negro:**

- San Blas.
- primavera 28.
- Verdín.

- Negro altiplano.
- Negro Comapa.
- Negro Grijalva.
- Negro Sahuatoba.
- Negro Vizcaya.

## 2.9 Importancia de la variedad pinto villa.

Ávila et al. (2000) en sus investigaciones relacionado con la variedad de los pintos menciona que la variedad pinto villa presenta tolerancia a la sequía y genera rendimientos similares a la variedad pinto saltillo. Experiencias de éxito con el pinto villa se han demostrado en el nortero estado de chihuahua donde se han logrado sembrar hasta 60 mil hectáreas, entre sus riquezas esta la tolerancia a las plagas tradicionales al frijol y a los daños por hongos se presentan cada vez menos

Pinto Villa es una variedad con un porte de crecimiento arbustivo indeterminado, de media guía. El grano es de color crema con manchas cafés, de tamaño mediano de forma arriñonada y brillante, es de ciclo fenológico con un promedio de 85 días de madurez. Pinto Villa es resistente a sequía y alta eficiencia fisiológica bajo condiciones para que obtenga un alto rendimiento de grano.

Rosales et al. (2004) en trabajos del instituto nacional de investigaciones forestales agrícolas y pecuarias se han preocupado por generar variedades renovadas capaces de generar producción de grano seco con poca agua; buscando darle un

sentido social y económico a la producción de frijol pues sin sacrificar calidad de grano han logrado obtener producciones respetables para las regiones semiáridas del estado de durango y del país.

#### 2.10 Efecto del cultivo del frijol en el suelo.

El frijol tiene la capacidad de asociarse a bacterias del suelo llamadas rizobia (singular rhizobium). Esta asociación entre leguminosas y rhizobium, abarca la mayoría de las 18,000 especies de leguminosas y se obtiene como resultado una asociación fijadora de nitrógeno de importancia ecológica que porta, anualmente, la cuarta parte de nitrógeno fijado en la biosfera (Catherine *et al.*, 2009). En las raíces de la planta, la bacteria forma un depósito masal, dentro del cual esta se establece al interior de la célula. En estas condiciones, la bacteria tiene la capacidad de convertir en Nitrógeno atmosférico ( $N_2$ ) en el radical amonio ( $NH_4^+$ ) que es el que constituye la fuente de nitrógeno en el cual permite el crecimiento de la planta. Estas asociaciones simbióticas fijadoras de nitrógeno entre leguminosas y rhizobium, fertilizan el suelo y se calcula que incorporan de aproximadamente de 60 a 120 kg de nitrógeno por hectárea.

#### 2.11 Solarización en el suelo.

El suelo se prepara mediante una profunda labor con subsolador, seguida de pase de rotovator para romper los agregados (terrones). Se señalan y abren con motocultor o a mano los surcos para enterrar los bordes del plástico tan profundamente como se pueda, y así evitar zonas sin solarizar.

Si no hay suficiente humedad que se requiere, se puede regar bajo el plástico por inundación o mediante líneas de goteros. La solarización debe durar 30 días como mínimo, pero se recomienda 45 días. El grosor de lámina depende del viento de la zona y si es dentro o fuera de invernadero.

Tener éxito al hacer solarización es un fenómeno multifactorial, necesitamos alta temperatura, una radiación solar intensa, muchas horas luz, que el tipo de suelo sea capaz de permitir que la humedad y las altas temperaturas se infiltren sobre él; así mismo el grosor de los plásticos y los periodos de hacer solarización deberán ser en primavera donde se tiene una mayor radiación solar.

El uso potencial de hacer solarización se encuentra en esa técnica de carácter cultural de control biológico que es amigable para el medio ambiente (Katan y De Vay, 1991). **temperaturas** superiores al máximo de crecimiento provoca una reducción en su viabilidad. Por otro lado, la mortalidad térmica de una población depende tanto de la temperatura como del tiempo de exposición. De manera significativa también se logra un debilitamiento de algunas poblaciones, las cuales reducen su potencial de inóculo.

## 2.12 Clasificación taxonómica del frijol.

El frijol es una dicotiledónea de producción anual, que pertenece a la familia de las leguminosas, cuenta con un valor nutricional muy apreciado, pues su semilla es de consumo humano. Es una planta herbácea que presenta su legumbre en más de 50 variedades de diversos tamaños y colores (Arroyo, 2005).

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta.
- Clase: Magnoliopsida.
- Orden: Fabales.
- Familia: Fabaceae.
- Género: *Phaseolus* L.,
- Especie: *vulgaris* L.

### 2.13 Características morfológicas del frijol.

El cultivo del frijol es todo el año, es una planta herbácea que se cultiva desde el trópico hasta las zonas templadas. Aunque es una especie termófila, es decir, que no soporta heladas; se cultiva esencialmente para obtener semillas, las cuales tienen un alto contenido de proteínas, alrededor de un 25% y más, contenido éste calculado con base en materia seca. También puede consumirse la vaina seca e inmadura (Martinez,1979).

#### 2.13.1 Planta.

Mide desde los 40 cm de alto (tipo arbustivo) y hasta 3 m de largo las enredaderas. (Martinez,1979)

#### 2.13.2 Raíz.

Las características del sistema radicular del frijol son a partir de una raíz principal y a partir de ella en forma lateral aparecen raíces laterales; al final de estas se

presentan los nódulos en los cuales se hospedan las bacterias fijadoras de nitrógeno (Sánchez *et al.*,2004).

#### 2.13.3 Tallo.

El tallo principal del frijol se origina directamente de la plúmula cuando este empieza a desarrollarse se considera el sitio de inserción de los cotiledones como el primer nudo, a partir de ahí empiezan ramificaciones que dan origen a hojas primarias, el resto de las hojas van apareciendo en los tallos secundarios que se van desarrollando hasta llegar a las guías. Al ser el frijol un arbustivo puede soportar poco peso; por lo que las guías en la parte superior de los tallos buscan soportes naturales o artificiales (Orduño Cruz y Troyo Dieguez.,2003)

#### 2.13.4 Hojas.

De color verde, trifoliadas, vellosas y alternas. El primer par son simples, acorazonadas y opuestas. La nervadura es reticulada (Tapia *et al.*,1991).

#### 2.13.5 Flor.

La flor del frijol es de tipo papilionácea; y su desarrollo inicia con un botón floral, de este se originan racimos florales de los cuales su estado final es la corola; si las segmentamos al interior de ella tendremos entre otros estandarte o pétalo, cáliz, peniselo; y juegan un papel importante el estigma y la brocha de pelos López M., Fernández F. y Schoonhoven (1985).

### 2.13.6 Semilla.

La semilla es el fruto principal que al igual que todas las leguminosas esta dentro de una vaina; la vaina puede medir de 10 a 12 centímetros de largo, y dentro de ellas va la semilla que son ovaladas y redondeadas, esto depende de la variedad (Rojas,1990)

### **III. MATERIALES Y METODOS.**

#### **3.1 Ubicación geográfica del estudio experimental.**

El trabajo de investigación se llevó a efecto en las instalaciones de la UAAAN- Unidad Laguna en particular en el espacio geográfico llamado San Antonio de los bravos, ubicados en Torreón Coahuila entre los paralelos ( $25^{\circ} 42'$  y  $24^{\circ} 48'$  N) y entre los meridianos ( $103^{\circ} 31'$  y  $102^{\circ} 58'$  O) a una altura de 1,139 msnm, al suroeste del estado de Coahuila y al Noroeste del estado de Durango

#### **3.2 Localización.**

La investigación se realizó en el periodo verano-otoño 2021, mediante el planteamiento de experimentos de bloques al azar con 3 tratamientos (T1= Solarización con plástico transparente, T2= Solarización con plástico negro; y T3 como testigo sin plástico) con 3 repeticiones para cada uno; se sembró después de la solarización de la variedad de frijol pinto villa; cuyas características de desarrollo lo describen como una variedad resistente a la presencia de nematodos en el suelo. La dimensión de cada uno de los bloques fue de 9 m<sup>2</sup> lo que permitirá un área de trabajo de 81 m<sup>2</sup>. La densidad de siembra fue de 12 semillas por metro lineal.

El diseño experimental quedo de la misma manera:

*Cuadro 1. Distribución de los testigos en el diseño experimental.*

<b>A 1</b>	<b>B 1</b>	<b>C 1</b>
<b>C 2</b>	<b>A 2</b>	<b>B 2</b>
<b>B 3</b>	<b>C 3</b>	<b>A 3</b>

- **A=** Solarización con plástico transparente.
- **B=** Solarización con plástico negro.
- **C=** Sin plástico.

### **3.3 Material Genético Utilizado.**

Para el material genético se utilizó semilla de la variedad Pinto Villa, esta variedad se obtuvo por estudios de investigación del INIFAP de Durango. Liberado por el mismo instituto de investigación en 1995.

### **3.4 Preparación de suelo.**

En mayo de 2021 se comenzó la preparación del suelo utilizando los implementos de rastra y riel de nivelación, posteriormente se realizó la división de los bloques con una medida de 9 m<sup>2</sup> utilizando un área total de 81 m<sup>2</sup>.

### **3.5 Técnica de solarización.**

Antes de colocar los plásticos se realizó un riego previo en las repeticiones del tratamiento 1 (Plástico transparente) y del tratamiento 2 (Plástico negro). Transcurrido una semana se procedió a la colocación de los plásticos a los cuadrantes correspondientes.

### **3.6 Siembra.**

La densidad de siembra fue de 12 semillas por metro lineal se realizó el día 01 de agosto del 2021, dejando una distancia de 30 cm de distancia entre las plantas al igual que entre surco.

### **3.7 Actividades culturales.**

#### **3.7.1 Deshierbe.**

Las actividades de deshierbe se comenzaron a realizar a los 28 días después de la siembra. Se realizaron en total 4 deshierbes con un periodo de 20 a 25 días durante todo el ciclo del cultivo. La última se realizó a los 70 días después de la siembra cuando ya había existencia de ejotes.

#### **3.7.2 Aporcado.**

Se realizó el día 26 de agosto 2021 manualmente con azadones y picos, esta actividad ayuda a tener una buena aireación entre la raíz y suelo para una mayor actividad microbiana y asimilación de nutrientes.

### **3.8 Riego.**

Se dieron en total de 4 riegos, tomando en cuenta el riego de presiembra que se aplicó en el mes junio justo antes de que se retiraran los hules de los cuadrantes, esto con el objetivo de lograr la desinfección del suelo a través de la solarización.

### **3.9 Nutrición.**

Se fertilizo una sola vez el día 25 de septiembre del 2021 se aplicó MAP(Fosforo) a razón de 2 kg para los 81m<sup>2</sup>.

### **3.10 Control de plagas y enfermedades.**

El día 22 de septiembre se hizo una aplicación de 6 ml de cipermetrina con 3 ml de fijador para el control de mosquita blanca con la finalidad de que persista más en la planta y tenga un tiempo de protección de 5 días. También se hizo una aplicación de 9 ml del fungicida clorotalonil, el día 04 de noviembre del 2021 ya que se comenzaron síntomas tempranos de cenicilla.

### **3.11 Cosecha del fruto.**

Antes de que se realizara la cosecha el día 13 de noviembre se hizo el corte de todas las plantas de los cuadrantes y se formaron montones de las plantas en su respectivo bloque, esto con la finalidad de que se secaran las vainas y poder limpiarlas para obtener la semilla. El 24 de noviembre se obtuvo la recuperación de grano húmedo, posteriormente se dejaron secar en su totalidad aproximadamente 10 días y se obtuvo el peso de grano seco.

### **3.12 Evaluación de variables.**

El registro de germinación, altura, vaina y grano seco se realizará en programa de Microsoft Excel 2019 con la finalidad de tener un registro preciso para obtener funciones cuadráticas y para su análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza en las variables, por lo que se tomaron en total 12 plantas muestras al azar en todo el experimento. Las herramientas utilizadas en la obtención de datos de las variables fueron cinta métrica y balanza triple Beam.

### **3.13 Altura.**

La primera medida se realizó en 10 de agosto del 2021, se obtuvo desde la base de la planta hasta la punta de la última hoja de la misma. La toma de medidas se realizaba cada 8 días con un total de 13 medidas, la última medida se obtuvo el día 02 de noviembre del 2021.

### **3.14 Vainas.**

A los 70 días después de la siembra comenzó la presencia de vainas en la totalidad de cuadrantes, El día 19 de octubre se contaron las vainas de las plantas que fueron seleccionadas para el registro de datos cada cuadrante tenía alrededor de 25 a 45 vainas aproximadamente de 9 cm de largo.

### **3.15 Obtención de grano seco.**

El día 03 de diciembre del 2021 se obtuvo el peso total de grano seco ya limpio de todos los cuadrantes, se obtuvo 4 kilos con 409 gramos de frijol por todos los tratamientos. Se pesaron por tratamientos con la ayuda de una báscula digital.

#### IV. RESULTADOS.

El porcentaje de germinación se muestran a continuación en la tabla 2 en el cual se puede observar el comportamiento del tratamiento del testigo con un % de germinación superior a un 50%. Sin embargo, no se llegó a diferencia estadística entre los tratamientos.

*Cuadro 2. Resultados de germinación de los tres tratamientos.*

<b>A1= 47.4 %</b>	<b>B1= 73.6 %</b>	<b>C1= 70.31 %</b>
<b>C2= 54.7 %</b>	<b>A2 = 45.8 %</b>	<b>B2 = 50 %</b>
<b>B3= 25%</b>	<b>C3= 50 %</b>	<b>A3 = 29.4 %</b>

**FcTrat=** 2.65 para un  $\alpha = 0.05$ ; Ft= 6.94. Es decir,  $F_c < F_t$ ; No hay diferencia estadística entre los tratamientos

**FcBlo=** 7.29 para un  $\alpha$  del 0.05; Ft=6.94. Es decir,  $F_c < F_t$ ; No hay diferencia estadística entre los bloques.

El promedio de germinación se acercó al 60% de parte del testigo C que fueron los bloques sin plástico, mientras que el que mostro menos porcentaje de germinación fue el tratamiento A que fueron los cuadrantes que se cubrieron con plástico transparente se acercó a un 42% de germinación.

En la tabla 3 se muestra los resultados del área foliar, en esta se puede observar en  $\text{cm}^2$  en como el testigo pudo llegar a 1900 de superficie foliar en el cuadrante C3. Sin embargo, tampoco se obtuvo a una diferencia estadística; los tratamientos al área foliar se comportaron de la siguiente manera:

*Cuadro 3. Área foliar del frijol en cm<sup>2</sup>.*

<b>A1= 1120</b>	<b>B1= 1470</b>	<b>C1= 798.6</b>
<b>C2= 1239</b>	<b>A2= 1123</b>	<b>B2= 1379</b>
<b>B3= 774</b>	<b>C3= 1849</b>	<b>A3= 1252</b>

**Fc Trat=0.065** para un  $\alpha =0.05$ ; Ft= 6.94. Es decir,  $F_c < F_t$ ; **No hay diferencia estadística** entre los tratamientos para la producción de grano seco.

**Fc Bloq= 0.104** para un  $\alpha$  del 0.05; Ft=6.94. Es decir,  $F_c < F_t$ ; **No hay diferencia estadística** entre los bloques para la producción de grano seco.

El dato más importante de esta investigación fue la variable de grano seco que a continuación se muestra en la tabla 4 en el cual muestra como el tratamiento C disminuyó sus expectativas, en el cuadrante C1 se puede observar que obtuvo una producción que de manera muy notable superando los 16 gramos, mientras que el bloque C3 logró casi 1400 gramos en grano seco. Sin embargo, tampoco se pudo lograr la diferencia estadística tal como se puede observar en las comparaciones de  $F_c$  y  $F_t$  al 5%.

*Cuadro 4. Datos de grano seco por cada tratamiento en gr del frijol pinto villa.*

<b>A1= 148.7</b>	<b>B1= 309.3</b>	<b>C1= 16.8</b>
<b>C2= 811.3</b>	<b>A2= 883</b>	<b>B2= 417.5</b>
<b>B3= 239.7</b>	<b>C3= 1337.5</b>	<b>A3= 1039</b>

**Fc Trat= 1.147** para un  $\alpha =0.05$ ; Ft= 6.94. Es decir,  $F_c < F_t$ ; **No hay diferencia estadística** entre los tratamientos para la producción de grano seco

**Fc Bloq= 3.234** para un  $\alpha$  del 0.05; Ft=6.94. Es decir,  $F_c < F_t$ ; **No hay diferencia estadística** entre los bloques para la producción de grano seco.

La producción promedio en gramos que se lograron por tratamientos; nuevamente el tratamiento testigo (cuadrante sin plástico) logra superar a los dos tratamientos al lograr una producción promedio de grano seco de 690 gramos.

Dando seguimiento en lo relacionado a producción de grano seco en promedio por planta en gramos; se presentan los siguientes resultados en la tabla 5 con su respectivo análisis de varianza. En ella podemos apreciar como los gramos de grano seco por planta presentaron un comportamiento similar entre los tratamientos A y C; pero sin llegar a la diferencia estadística.

*Cuadro 5. Producción de grano seco promedio por planta en gr.*

A1= 4.13	B1= 7.19	C1= 0.6
C2= 24.6	A2= 26.8	B2= 13.04
B3= 16	C3= 41.8	A3= 52

**Fc Trat** =1.693 para un  $\alpha$  =0.05; Ft= 6.94. Es decir,  $F_c < F_t$ ; No hay diferencia estadística entre los tratamientos para la producción de grano seco promedio por planta.

**Fc Bloq** = 7 .208 para un  $\alpha$  del 0.05; Ft=6.94. Es decir,  $F_c > F_t$ ; Si hay diferencia estadística entre los bloques: la pendiente del terreno influyó en la producción de grano seco para las plantas.

En el análisis de sus medidas como se obtuvo una mejor producción de grano seco en el tratamiento A llegando casi a los 28 gr, mientras que en el tratamiento C supera un poco los 22 gr.

En la tabla 6 se muestra una prospectiva de producción para las plantas logradas en una hectárea con las plantas cosechadas en cada uno de los

tratamientos y tomando en como referencia el precio de garantía del 06 de diciembre del año en curso se tendría los siguientes ingresos brutos para cada uno de los tratamientos.

*Cuadro 6. Ingresos (\$) para cada uno de los tratamientos.*

TRATAMIENTO	Kg/planta	Plantas Promedio/ bloque de 9 m <sup>2</sup>	Total, proyectado de plantas /Ha	Kg/ha	Precio/ Kg= \$16.00	Ingreso /producción
<b>A</b>	.02764	29.6	32962.9	911	16	\$ 14 576.00
<b>B</b>	0.01207	30	33 333.3	402.33	16	\$6 437.00
<b>C</b>	0.0223	31	34444	768	16	\$12 288.00

Fuente: Información propia e información de SEGALMEX.

En el caso del frijol acopiado por SEGALMEX, destacó que el precio de garantía aumenta de \$14, 500 pesos a \$16, 000 pesos por tonelada, con apoyo hasta 30ha de temporal o cinco de riego y se compra hasta 15 toneladas por productor.

Relacionado con el desarrollo de planta tal como se aprecia en la gráfica 1; éste se ajustó a un comportamiento cuadrático cóncavo hacia abajo dónde el término de segundo grado fue de  $-0.0128$  el termino lineal generó un valor de  $1.3521$ ; y el término lineal fue de  $0$ ; es decir la función de desarrollo tomó la forma  $Y = -ax^2 + bx + c$ : que es el comportamiento de las plantas; nacen, crecen y llegan a un punto máximo de desarrollo. El valor del coeficiente de correlación  $r = 0.9047$ ; el cual indica una correlación muy alta entre días transcurridos(X) y altura de planta (Y).

La gráfica 1 permite observar el comportamiento cuadrático del desarrollo de una muestra representativa que se ha tomado desde el día de la siembra; hasta el día 12 de octubre de 2021.

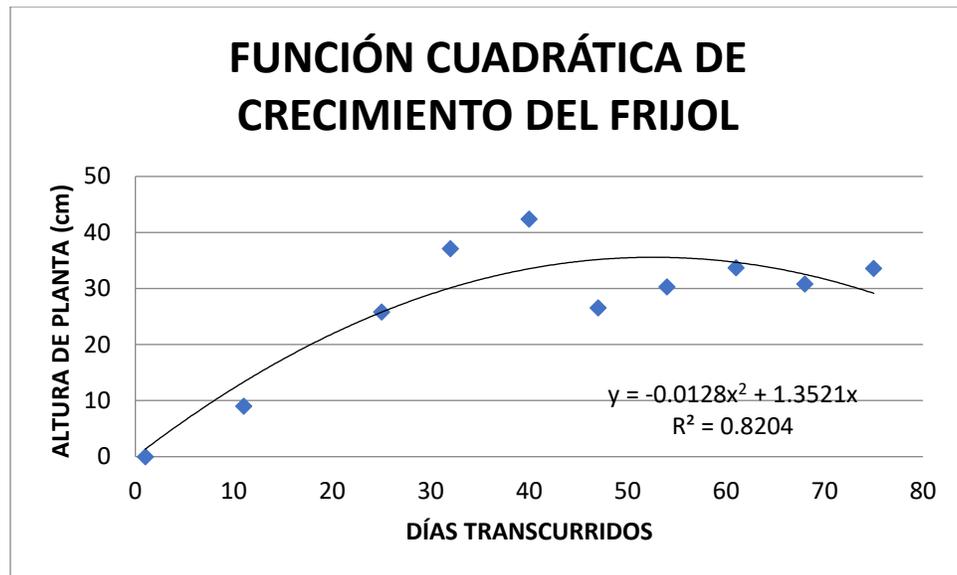


Figura 1. Desarrollo de las plantas durante 75 días.

## V. CONCLUSIONES.

La investigación realizada en el campo experimental San Antonio de Bravos de la UAAAN-UL dio resultados muy representativos, ya que los bloques que fueron cubiertos con el plástico negro (Tratamiento A) se comportaron con más porcentaje en cuestión de: Germinación, Floración, Formación de vainas y cosecha.

Con los datos obtenidos se comprueba la información consultada y citada en la revisión de literatura; que los bloques que se cubrieron con el plástico negro mostraron mejor comportamiento, por consecuente el plástico transparente y el testigo se comportaron de manera similar, no sin resaltar, que los bloques cubiertos con el plástico transparente mostraron diferencia en la variable de formación de flores y en cosecha, no es grande la diferencia, pero si notable.

La técnica de la desinfección de suelos a través del método de la solarización es método que disminuye el uso de productos químicos para la desinfección del mismo, controlando los patógenos que afectan la productividad del cultivo, así reduciendo costos del cultivo para los pequeños productores y así incrementado un poco más la producción. Aunque es importante mencionar que su costo de instalación en grandes cantidades a sembrar si es alto, pero se obtienen buenos resultados además que los plásticos pueden ser reutilizados para otra temporada de siembra.

El objetivo y la hipótesis planteada al inicio de este trabajo de investigación se han logrado y validado; más relacionado con la hipótesis no con resultados esperados. Así dejando un tema e investigación nuevo, para los investigadores que se han

dedicado al estudio y creación de nuevas variedades y se pueda investigar más a profundidad sobre este cultivo.

**BIBLIOGRAFIA.**

1. ACOSTA G., J, A.; S.H. GUZMÁN M.; G. ESQUIVEL E., Y R. ROSALES S. 2002. El mejoramiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) en México: Avances y Perspectivas. In; J. Martínez R., F. Rincón
2. ACOSTA G., J.A Y R. ROSALES S. 1989. Mejoramiento por tolerancia a sequía y fijación biológica de nitrógeno en frijol. Informe de investigación sobre frijol. Proyecto Colaborativo. INIFAP-MSU, CRSP. P. 97-106.
3. ACOSTA G., J.A., and J. KOHASHI S. 1989. Effect of wáter stress on growth and yield of indeterminate dry-bean (*Phaseolus vulgaris*). *Field Crops Res.* 20: 81-93.
4. ANDERSON and Gustafson, "Hypocholesterolemic effects of oat and bean products", *Michigan Dry Bean Digest*, 1989, 13, pp. 2–5.
5. ÁNGELES, N.J.G. Y CRUZ-ACOSTA, T. 2015. Aislamiento, caracterización molecular y evaluación de cepas fijadoras de nitrógeno en la promoción del crecimiento de frijol. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.6(5): 929-942.
6. ARAYA, C. M.: J. STEADMAN AND J.A. ACOSTA G, 1996. Phatogenic variability of *Uromyces appendiculatus* on dry edible beans in México. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 39; 150-151.
7. ARROYO, G. 2005. La biotecnología y el análisis de las cadenas o sistemas agroalimentarios: In: economía, teoría y práctica. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). D. F., México. 128 p.
8. ASHWORTH, L.S. Y GAONA, J. 1982. Evaluation of clear polyethylene mulch for controlling *Verticillium* with in established pistachio nut grover. *R. Phytopathology* 72:243-246

9. AVILA M., M, R, :P. FERNÁNDEZ H.; R. GUTIÉRREZ G., Y V. SOLANO R. 2000. Adopción de variedades mejoradas de frijol y su impacto en el estado de Chihuahua. Folleto técnico Núm. 15. INIFAP-CIRCOC-CE Sierra de Chihuahua. Cd. Cuauhtémoc, Chih. México, 30p.
10. BARLARDIN, R. S.; A. M. JAROSZ and J.D KELLY. 1997. Virulence and molecular diversity in *Colletotrichum lindemuthianum* from South, Central, and North America. *Phytopatology* 87:1184-1191.
11. BARRERA O., A. 2002. ZAPATA, nueva variedad de frijol para el Trópico Seco. Ficha Tecnológica 2002 por Sistemas Producto. INIFAP, México. 1p.
12. BEAVER, J. S.; ROSAS, J. C.; MYERS, J.; ACOSTA, J.; KELLY, J. D. S.; NCHIMBI, M. R.; MISANGU, J.; BOKOSI, S.; TEMPLE, E.; ARNAUD, A. AND COYNE. D. P. 2003. Contributions of the bean/cowpea CRSP to cultivar and germplasm development in common bean. *Field Crops Res.* 82(2-3):87-102.
13. BENAVIDES-MENDOZA, A., DE LEÓN-RAMÍREZ, A.G., FACIO-CASTRO, M.E., ZAMARRIPA-LEYVA, J., ROBLEDO-TORRES, V., RAMÍREZ-RODRÍGUEZ, H., HERNÁNDEZ-DÁVILA, J. Y ARIAS, G. 2002. Estudio Espectro Radiométrico de Diferentes Materiales Plásticos para Acolchado. *AGROFAZ* 2(1):36-44. México.
14. BIDWELL, R. 1983. Fisiología vegetal; Traducción por Guadalupe Gerónimo Cano. México: AGT Editores. 784
15. BITOCCHI E., BELLUCCI E., GIARDINI A., RAU D., RODRIGUEZ M., BIAGETTI E., SANTILOCCHI. R., SPAGNOLETTI P., GIOIA T, LOGOZZO G., ATTENE G., NANNI L., PAPA R. 2012. Molecular Analysis of the Parallel

- Domestication of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and The Andes. *New Phytologist* 197: 300-323.
16. BITOCCHI, E. et al., "Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes", *New Phytol*, 2013, 197, pp.300–313.
  17. BOUCHET, E., FREYRE, C., BOUZO, C. A. AND PILATTI, R. A. 2002. Relación entre la Transmitancia de la Radiación Fotosintéticamente Activa de una Cubierta. *Revista FAVE - Ciencias Agrarias*. FAVE Sección Ciencias Agrarias, 1(2), 7- 13.
  18. BROWN C. H., "Prehistoric Cronology of the Common Bean and the New World: The Linguistic Evidence", *American Anthropologist*, 2006, 108(3), pp. 507-516.
  19. CABRERA, H. M. 2002. Respuestas ecofisiológicas de plantas en ecosistemas de zonas con clima mediterráneo y ambientes de alta montaña. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75:625-637.
  20. CARLOS, H. J. 2013. *Edafología y Fertilidad*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Valencia, España. 205 p
  21. CASANOVA S, TRICOT D. 2001. Efecto de la solarización sobre malezas y hongos fitopatógenos de suelo en cultivo de lechuga en invernáculo. Montevideo; Facultad de Agronomía. 123p.
  22. CASTELLANOS, J.; GUZMÁN, H.; GONZÁLEZ, E.; ACOSTA-GALLEGOS, J. A.; OCHOA, R.; MEJÍA, C.; PAJARITO, A.; NÚÑEZ, S. Y FERNÁNDEZ, P. (1994). Efecto de la localidad de siembra sobre el contenido de proteína y otras

- características de calidad de frijol común, *Phaseolus vulgaris* L. Revista Agrícola Técnica Mexicana. 20:73-83. Texcoco Estado de México, México.
23. CEDRSSA. 2020. Mercado del frijol, situación y prospectiva. México: Cámara de Diputados-Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. pp. 57-65.
24. DÍAZ, A., BÁRCENA, J. A., FERNÁNDEZ, E., GALVÁN, A., JORRÍN, J., PEINADO, J., MELÉNDEZ-VALDÉS, F.T. Y TÚNEZ, I. 2005. Espectrofotometría: Espectros de Absorción y Cuantificación Colorimétrica de Biomoléculas. Universidad de Córdoba. Proyecto de innovación y Mejora de la Calidad Docente. VI Convocatoria (2004-2005) – Universidad de Córdoba. Revista electrónica. Artículo 8.
25. ELMORE C. 1991. Use of solarization for weed control. En: International Conference on Soil Solarization; 19-25 February 1990; Amman, Jordan, Roma; FAO. (FAO Plant Production and Protection Paper; 109). Pp.109-128.
26. ESQUEDA, V.M Y ZENTENO, Z.M. 1991, Efecto del acolchado con Polietileno sobre Microflora asociada a un cultivo de frijol. Anales del instituto de Biología. Serie Botánica Vol. 61 No.1: 11-19. México.
27. FAGERIA, N. K. and L. F. Stone, "Yield of common bean in no-tillage system with application of lime and zinc", Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 2004, 39, pp. 73–78.
28. FELICETTI, E.; SONG, Q.; JIA, G.; CREGAN, P.; BETT, K. AND MIKLAS, P. N. 2012. Simple sequence repeats linked with slow darkening trait in Pinto bean discovered by single nucleotide polymorphism assay and whole genome sequencing. Crop sci. 52(4):1600-1608.

29. HERNÁNDEZ-OCHANDÍA, D. RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, M.G. Y HOLGADO, R. 2018. Nematodos parasitarios que afectan *Phaseolus vulgaris* L. en Latinoamérica y Cuba: especies, daños y tácticas evaluadas para su manejo. *Revista de protección vegetal* vol. 33, No 3. ISSN:2224-4697.
30. JERÓNIMO ANTONIO, H. 2007. Solarización de suelos para el control de malezas, hongos y nematodos, causantes de enfermedades y reducción de rendimientos agrícolas. Tesis de Especialidad en Química Aplicada. Centro de Investigación de Química Aplicada de la UA de C. Saltillo, Coahuila México.
31. KATON, J. 1995. Solar heating (solarización) of soil for control of soil borne pest ann, *Review Phytopathology*. 1981
32. LEPIZ ILDEFONSO R, LÓPEZ ALCOCER J.J, SÁNCHEZ GONZALES J. J, SANTA CRUZ RUVALCABA F, NUÑO ROMERO R. Y GUZMÁN RODRÍGUEZ, E. (2010). Características Morfológicas de formas cultivadas, Silvestres e intermediarias de frijol común de habito trepador. *Revistas Fitotecnia Mexicana*, Vol.3 (1). Chapingo Estado de México.
33. LOPEZ M., FERNANDEZ F., y Schoonhoven A.V(1985). Frijol; investigación y producción. Centro internacional de agricultura tropical. Cali-Colombia.
34. MASSON-BOIVIN, Catherine, Eric Giraud, Xavier Perret and Jacques Batut. "Establishing nitrogen-fixing symbiosis with legumes: ¿how many rhizobium recipes?", *Trends in Microbiology*, 2009, 17(10), pp.458- 466.
35. MUNRO D. 1995. Condiciones necesarias para lograr eficiencia en la desinfección solar del suelo. En: Taller de solarización del suelo, Roma: FAO. pp. 55-59.

36. ORDUÑO CRUZ, A. Y TROYO DIEGUEZ, E. 2003. Morfología y desarrollo de frijol tepari *Phaseolus acutifolius* A. grey. Centro de investigaciones biológicas del noroeste, S.C. Unidad guerrero negro. Baja California sur.
37. PAL MANN, DB VAG Y E MORE. 1989. Solarización del suelo un método no químico para el control de plagas y enfermedades. Revista Agricultura Técnica. Revista científica del INIA. IPA, La Platina No 55. República de Chile.
38. PARRA, M.V., SOBRERO, M.T. Y PECE, M.G. 2015. Solarización: una alternativa de control de malezas para viveristas. Revista Foresta Veracruzana 17(1). Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Veracruzana.
39. RAO, I. 2000 Limitaciones edáficas y climáticas para la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Manejo productivo de suelos para cultivos de alto rendimiento. Sociedad colombiana de la ciencia del suelo. Comité regional del Valle del Cauca. Cali. Colombia. 95-106 pp.
40. RODRÍGUEZ J. 2003. Las malezas y el agrosistema. En: Producción orgánica, aportes para el manejo de sistemas ecológicos en México: PREDEG. pp.255-272.
41. RODRÍGUEZ, G. R.; ACOSTA, G. J. A.; GONZÁLEZ, CH. M. M. Y SIMPSON, J. 2006. Patotipos de *Colletotrichum lindemuthianum* y su implicación en la generación de cultivares resistentes de frijol. Agric. Tec. Mex. 32(1):101-114.
42. RODRÍGUEZ-MORALES, A. 2014. Evaluación del efecto de cepas nativas de *Bacillus* sp, aisladas de un suelo supresivo a nematodos, sobre el nematodo barrenador de la banana, *Rodopholus similis* (Thorne) y el crecimiento de plantas de banana (*Musa* AAA) bajo condiciones de humedad. Tesis de

Maestría del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Campus Cartagena Costa Rica.

43. ROJAS, T. 1990. La tecnología agrícola mesoamericana en el siglo XVI. In: historia de la agricultura. Época prehispánica. Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). D. F., México. 9-52 pp.
44. SAGARPA, "Ciclo agrícola otoño-invierno" 2011-2012, Valle del Fuerte, Sinaloa.
45. SÁNCHEZ-VALDEZ, I.; ACOSTA- GALLEGOS, J. A.; IBARRA-PÉREZ, F. J., ROSALES-SERNA, R. AND SINGH, S. P. 2004. Registration of Pinto Saltillo common bean. Crop Sci. 44:1865-1866.
46. SANGERMAN JARQUÍN M, ACOSTA GALLEGOS J. A, SHWENSTESIUS DE RINDERMAN R, HUATO DAMIÁN M.A Y LARQUE SAAVEDRA B.S. 2010. Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Vol. 1. P 363-380. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México, México.
47. SARGERMAN J, D.M., ACOSTA G, J.A., SCHWENSTESIUS DE RINDERMANN, R., DAMIÁN HUATO, M.Á., & LARGUÉ SAAVEDRA, B.S. 2010. Consideraciones e importancia social en torno al cultivo del frijol en el centro de México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 1(3), 363-380.
48. SECRETARÍA DE ECONOMÍA, "Análisis de la Cadena de Valore del Frijol", Dirección General de Industrias Básicas, 2012.
49. SIAP. 2020. Avances de siembras y cosechas. Resumen por cultivo. México: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. pp.19-23.

50. SIAP-SAGARPA. 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)-Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Atlas agroalimentario 2017. Frijol. 84-85 pp.
51. SINGH, S. P., H. Teran, C. G. Munoz and J. C. Takegami, "Two cycles of recurrent selection for seed yield in common bean", *Crop Science*, 1999, 39, pp. 391–397.
52. SOUZA, T. L. P.; FALEIRO, F. G.; DESSAUNE, S. N.; PAULA, J. T. J. D.; MOREIRA, M. A. AND BARROS, E.G. D. 2013. Breeding for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) rust resistance in Brazil. *Trop Plant Pathol.* 38(5):361-374.
53. STAVELY, J.R.; GRAFTON, K.F. AND KELLY J.D. 1998. Release of BelDakMiRMR-14 erect, short vine, rust and mosaic resistant Pinto bean germplasm line. USDA, North Dakota and Michigan Agric. Exp. Stations. USDA Release Notice.
54. TAPIA, N. A.; HERNÁNDEZ, A. Y GALVÁN, F. 1991. Transferencia de tecnología para la producción de frijol: el caso de la variedad flor de mayo en el Bajío en el estado de Guanajuato. 1er. Simposio Nacional de frijol. SARH-INIFAP. Durango. México.
55. YOUNG, R. A.; MELOTTO, M.; NODARI, R. O. AND KELLY, J. D. 1998. Marker assisted dissection of the oligogenic anthracnose resistance in common bean cultivar, 'G2333'. *Theor. Appl. Genet.* 96(1):87-94.
56. ZRIBI, W., FACI, J.M. Y ARAGÜÉS, R. 2011. Efectos del acolchado sobre la humedad, temperatura, estructura y salinidad de suelos agrícolas. *Información Técnica Económica Agraria*, VOL. 107 (2);148-162.