

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**



**La técnica de solarización combinada con aplicación de alcoholes para  
incrementar la germinación y mejor producción de frijol**

**(*Phaseolus vulgaris* L.)**

**POR:**

**MARÍA DEL ROSARIO LÓPEZ SAAVEDRA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Torreón, Coahuila, México**

**Diciembre 2022**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

La técnica de solarización combinada con aplicación de alcoholes para incrementar la germinación y mejor producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

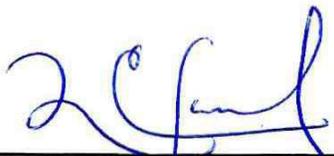
POR:

MARÍA DEL ROSARIO LÓPEZ SAAVEDRA

TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:



M.C. RAFAEL ÁVILA CISNEROS  
PRESIDENTE



M.C. JUAN LEONARDO ROCHA QUIÑONES  
VOCAL



DR. ALFREDO OGAZ  
VOCAL

DR. ANSELMO GONZALEZ TORRES  
VOCAL SUPLENTE



DR. J. ISABEL MARQUEZ MENDOZA  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD ALGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

La técnica de solarización combinada con aplicación de alcoholes para incrementar la germinación y mejor producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.)

POR:

MARÍA DEL ROSARIO LÓPEZ SAAVEDRA

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR EL COMITÉ DE ASESORÍA:



M.C. RAFAEL ÁVILA CISNEROS  
ASESOR PRINCIPAL



M.C. JUAN LEONARDO ROCHA QUIÑONES  
COASESOR



DR. ALFREDO OGAZ  
COASESOR



DR. ANSELMO GONZÁLEZ TORRES  
COASESOR



DR. J. ISABEL MÁRQUEZ MENDOZA  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN  
DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2022

## **Agradecimientos**

A mi ALMA MATER por abrirme las puertas a un mundo completamente nuevo, lleno de experiencias, emociones y mucho conocimiento.

A mi asesor Rafael Ávila Cisneros por darme la oportunidad de trabajar a su lado, aportándome amplios conocimientos y por tenerme paciencia durante el proceso.

A mis padres José Tomás López Arguello y Felipa Saavedra Hernández por darme la educación escolar con mucho empeño y sacrificio, por ser comprensibles y apoyarme en las decisiones importantes de mi vida.

A mi Hermana mayor Claudia López Saavedra por su apoyo incondicional, por estar pendiente de mí a todas horas, por ser mi ejemplo a seguir y uno de mis pilares más fuertes.

A mi único Hermano Tomás López Saavedra por su apoyo incondicional, por ser la luz de mi vida, por darme consejos y por muchas enseñanzas durante nuestras vivencias.

A mis Hermanas Lucero, Isela y Luz Clarita por estar en mis mejores y peores momentos, ser de apoyo en mis decisiones y hacer mi vida muy feliz.

A mis Sobrinos Camila, Karla, Jade, Hanna, Julián y Yeyetzi por ser la alegría de mi vida y por darme el amor más puro.

A mi Amiga Yeyetzin Narayana Rodríguez Álvarez por ser una persona constante en mi vida y por muchas experiencias buenas a su lado.

A Jesús Hurtado Licona por la compañía, consejos, vivencias y cariño.

A mis Amigos de carrera que beneficiaban mi estado de ánimo durante mi estancia en la Universidad, así como abrirme las puertas de sus casas.

## **Dedicatoria**

A mí el esfuerzo y dedicación a cumplir esta enorme etapa de mi vida llena de sacrificios y experiencias buenas y malas.

A mi asesor de tesis por ser tan paciente y positivo durante todo este proceso.

A mis Papás por ser un ejemplo de lucha y esfuerzo en todo lo que se proponen.

A mi hermana Claudia que ha confiado enormemente en mí, por ser la que me apoyo en todos los sentidos durante mi carrera y quiero que esté orgullosa por seguir su ejemplo de ser de mi ALMA MATER.

A mi Hermano para que esté orgullo se seguir su ejemplo de lucha y esfuerzo.

A mis Hermanas por acompañarme y que en un futuro poder ser ejemplo de vida para los que vienen atrás de mí.

# INDICE

<b>Agradecimientos</b> .....	i
<b>Dedicatoria</b> .....	ii
<b>INDICE</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	vi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivo específico .....	4
<b>III. HIPOTESIS</b> .....	4
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
4.1.- Origen .....	5
4.2.- Clasificación Botánica .....	5
<b>Características Botánicas</b> .....	6
4.3.- Descripción.....	6
4.4.- Fase Vegetativa.....	6
4.5.- Fase Reproductiva .....	6
4.6.- Hábito de crecimiento.....	6
4.7.- Floración.....	7
4.8.- Principales plagas y Enfermedades .....	7
4.9.- Control químico .....	7
4.10.- Control mecánico .....	7
4.11.- Control biológico y natural .....	7
4.12.- Control de cultivo .....	8
4.13.- Plantas compañeras.....	8
4.14.- Clima .....	8
4.15.- Siembra .....	8
4.16.- Humedad Relativa .....	8
4.17.- Precipitación .....	8
4.18.- Importancia poblacional .....	9
4.19.- Almacenamiento .....	9

4.20.- Acolchado.....	9
4.21.- Solarización .....	10
4.22.- Alcohol en Cultivos .....	12
<b>V. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>13</b>
5.1.- Ubicación geográfica del trabajo experimental .....	13
5.2.- Localización del experimento .....	13
5.3.- Material vegetativo .....	13
5.4.- Preparación del suelo y Solarización .....	13
5.5.- Siembra.....	13
5.6.- Labores culturales.....	13
5.6.1.- Escardado.....	13
5.6.2.- Deshierbe .....	14
5.7.- Riego.....	14
5.8.- Fertilización .....	14
5.9.- Aplicación de insecticidas .....	14
5.10.- Cosecha .....	14
5.11.- Variables evaluadas .....	14
5.12.- Altura de planta .....	15
5.13.- Número de vainas.....	15
5.14.- Generación del área foliar .....	15
5.15.- Generación del peso de grano seco .....	15
5.16.- Procedimiento y Diseño Experimental.....	15
<b>VI. RESULTADOS .....</b>	<b>17</b>
<b>VII. CONCLUSIONES .....</b>	<b>21</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>22</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Distribución de diseño experimental con dosificación específica.....	16
<b>Tabla 2</b> Comparación de medias de % de germinación con un $\alpha = 0.05$ .....	17
<b>Tabla 3</b> comparación de medias de altura (cm) a los 18 días con un $\alpha$ del 5%.....	17
<b>Tabla 4</b> Plantas perdidas en números absolutos a los 95 días del ciclo por tratamiento .....	18
<b>Tabla 5</b> plantas perdidas por tratamiento .....	18
<b>Tabla 6</b> producción de grano seco (gms.) por cuadrante de 3x3 m .....	19
<b>Tabla 7</b> comparación de medias de producción de grano seco (gms) por bloque.....	20

## **RESUMEN**

La investigación agropecuaria que a continuación se presenta se realizó en el CIBA-UAAAN Unidad Laguna en el verano- otoño de 2020. Fue un estudio sobre solarización de terrenos para cultivar frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) con la finalidad de disminuir los efectos de *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp.* que tienden a disminuir el % de germinación y la producción de grano seco del frijol de la variedad pinto Villa. Fue un diseño de experimentos bloques al azar con 3 tratamientos (A= solarización con plástico negro + alcohol comercial, B= alcohol comercial en la repeticiones y C= testigo) y 3 repeticiones con un alfa del .05. La hipótesis a comprobar es que la técnica de la solarización más la adición de alcoholes comerciales reflejan efectos positivos sobre la germinación del frijol al inhibir la presencia de hongos patógenos. Los resultados generados en más de 100 días de trabajo arrojan diferencia estadística a favor del tratamiento A en el % de germinación y en altura de planta a los 18 días de desarrollo de la planta. En lo relacionado con la producción de grano seco; fue el tratamiento A el que se acerca a una producción proyectada de 2 Toneladas  $\text{Ha}^{-1}$  misma que es muy respetable pues se acerca a la producción de grano seco que tiene USA de 2.04  $\text{T}\text{Ha}^{-1}$ . En general la hipótesis y los objetivos se cumplieron al buscar alternativas que minimicen los efectos de patógenos como *Rhizoctonia solani* y *Fusarium spp.*

**Palabras Clave:** Solarización, *Rhizoctonia Solani*, *Fusarium spp*, Frijol, Germinación

## I. INTRODUCCIÓN

El frijol se originó y domesticó en América Latina con dos orígenes geográficos (Mesoamérica y los Andes) genéticamente diferenciables que derivan de un ancestro común de 100,000 años de antigüedad. En México y América del Sur, el frijol se domesticó de manera independiente hace aproximadamente 8,000 años; se tienen registros de semillas cultivadas de *Phaseolus vulgaris* de 3,000 años de antigüedad (Lara-Flores; M. 2015). Además, el frijol es una planta leguminosa y como tal (al igual que muchos seres vivos) la temperatura es un factor importante que interviene en los procesos de crecimiento y desarrollo vegetativo; las altas temperaturas (como es el caso de la Comarca Lagunera) ocasionan daños en sus diferentes etapas; y esto se reflejará en su contenido nutricional, en el tamaño de su área foliar y en la acumulación de materia seca, entre otros durante su ciclo biológico (Barrios-Gómez; y Colaboradores. 2009). De ahí la importancia de contar con variedades del *Phaseolus vulgaris* para cada una de las regiones de México. En México al cultivo del frijol se le considera un cultivo básico para la población mexicana y por ende un cultivo de importancia social y económica (Borja-Bravo; M. y Colaboradores; 2018). El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se produce en todo México pues es uno de los principales cultivos que generan beneficios económicos para los agricultores. Mantener bajos costos de producción es un gran reto para los productores de cualquier región; y para eso se requieren prácticas de manejo agronómico que se adecuen y propicien un rendimiento potencial y con características comerciales viables (Flores- Gallardo; H. Y Colaboradores; 2018); y desde hace años esa ha sido la noble tarea de los investigadores mexicanos.

En investigaciones con frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Llevadas en los últimos tres años en el campo experimental San Antonio de los Bravos de la UAAAN Unidad Laguna por el cuerpo académico en consolidación UAAAN-CA-34 el principal problema ha sido la germinación y el secado prematuro de plantas en el primer mes de desarrollo. Y es que entre las enfermedades que afectan al frijol es la pudrición de raíz causada por los hongos *Fusarium spp* y *Rhizoctonia solani*; éstas dos patógenos se consideran las más

importantes debido a la amplia distribución en todas las zonas de producción de frijol y a la reducción de rendimientos; además la pudrición por *Rhizoctonia solani* con frecuencia afecta a la semilla durante la germinación, en las plántulas induce muerte pre o pos emergente y en las plantas; pudre la raíz. Se observa flacidez del follaje y posteriormente el secado total (DGSV-CNRF; 2020).

La pudrición por *Rhizoctonia solani* con frecuencia afecta a las semillas durante la germinación, en las plántulas induce muerte pre o post emergente y en plantas, pudre la raíz. Las lesiones son ovals, hundidas, de color café rojizo y seco. Se observa flacidez del follaje y posteriormente el secamiento total. (Navarrete – Maya R; y Colaboradores)

El amarillamiento por *Fusarium* es una enfermedad de importancia en el cultivo del frijol; los síntomas causados por *Fusarium oxysporum f. sp Phaseoli* se presentan en la época de floración mediante el amarillamiento y marchitamiento repentino de la planta. El patógeno coloniza la raíz y produce una pudrición seca en el sistema vascular del frijol. Y en relación a la pudrición radical por *Rhizoctonia solani* se ha detectado en cultivos de frijol ubicados en zonas donde persisten condiciones de humedad alta en el suelo y temperaturas frías. El patógeno puede causar la pudrición de la semilla en pre emergencia o la pudrición de la raíz y chancras en el tallo debajo y encima de la superficie del suelo (Sánchez-García y Colaboradores; 2006).

Las experiencias agronómicas buscando solucionar los problemas generados por *Fusarium spp* y *Rhizoctonia solani* en diferentes cultivos han llevado a buscar diferentes técnicas tendientes a resolver los daños provocados por estos hongos. En Argentina y con el cultivo de la soja se aplicó la *trichoderma harzianum* fresca más protectores solares y fue un método efectivo para combatir la *Rhizoctonia solani*; ésta técnica alienta el uso de bio agentes como forma de controlar la podredumbre basal por el hongo citado en la soja (Wagner Bettiol; 2014).

Una experiencia en la república de Chile y con el cultivo de tomate buscando solucionar el hongo de *Rhizoctonia solani* fue utilizar la solarización aplicando fumigación combinada de trichoderma y bromuro de metilo; ésta se realizó con una dosis equivalente a 75.5 gramos/m<sup>2</sup> expuesto al gas mediante solarización por 10 días; sin embargo, los resultados no presentaron diferencia estadística (Santander C. y Colaboradores; 2003).

En la Cuba antillana se realizó un experimento in vitro para controlar la *Rhizoctonia Solani* en frijol común en condiciones controladas; se utilizaron las bacterias *Pseudomonas fluorescens* y *P. aeruginosa*; y éstas inhibieron totalmente el crecimiento in vitro de *R. Solani*. (Hernández-Pérez D. Y Colaboradores; 2018). Sin embargo, para métodos de campo es la técnica de solarización combinada la que mejor eficiencia ha tenido.

La solarización complementada con algunas enmiendas efectivas tales como los residuos de crucíferas, estiércol, etc.; y cuando estas enmiendas se añaden al suelo, quedan expuestas a la degradación microbiana, lo que resulta en la producción de compuestos volátiles biatómicos, tales como el alcohol, aldehídos y otros compuestos volátiles que pueden estimular la germinación de propágulos fúngicos e incrementar el antagonismo microbiano en el suelo. Esto ha probado ser efectivo para diferentes hongos del suelo como *R. Solani*, nematodos y muchas malezas (Braga R. Y Colaboradores; 2003).

Pero además de técnicas que puedan ayudar al combate de hongos no benéficos; utilizar variedades de frijol que sean resistentes a éste tipo de micro flora en el suelo es tomar decisiones inteligentes. En una investigación realizada con diferentes genotipos de frijol en campo y en invernadero se obtuvo como resultado que la variedad de frijol "Pinto Villa" junto con otras 3 variedades; mostraron resistencia intermedia y tolerancia a *Fusarium spp* y *Rhizoctonia solani* (Navarrete-Moya R. y Colaboradores; 2009)

Planteamiento del problema: La presencia de hongos *Rhizoctonia Solani* y *Fusarium spp* en los suelos de la Comarca Lagunera merman la productividad del frijol ante el bajo % de germinación y la alta incidencia de secado de plantas.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo general

Incrementar el % de germinación y la producción de frijol en grano seco (*Phaseolus vulgaris L.*). Mediante la técnica combinada de solarización y aplicación de alcoholes al suelo.

### 2.2 Objetivo específico

Objetivo específico 1: Disminución de maleza y desinfección del suelo bajo el método de solarización

Objetivo específico 2: incremento de germinación y mejor aprovechamiento del suelo.

## III. HIPOTESIS

La solarización de las superficies de producción de frijol y la aplicación de alcoholes en este proceso; disminuyen los impactos perjudiciales de hongos *Rhizoctonia Solani* y *Fusarium spp.*

## IV. REVISIÓN DE LITERATURA

### 4.1.- Origen

México se considera como el centro de su origen o su centro primario de diversificación, esta leguminosa se considera una de las más antiguas ya que se encontró evidencia en México y Sudamérica que ya se conocía 500 años antes de cristo (Miranda; 1967).

### 4.2.- Clasificación Botánica

El frijol en su taxonomía le corresponde al género Phaseolus, su nombre completo es Phaseolus vulgaris que este nombre fue asignado por Linneo en 1753 (Ulloa y Colaboradores; 2011).

REINO: Plantae

DIVISIÓN: Magnoliophyta

CLASE: Magnoliopsida

ORDEN: Fabales

FAMILIA: Fabaceae

GÉNERO: *Phaseolus L., 1753*

ESPECIE: *vulgaris L.*

## **Características Botánicas**

### **4.3.- Descripción**

El frijol es una planta herbácea, de tallos delgados, hojas trifoliadas, alcanza una altura de 50 a 70 cm, su raíz se desarrolla pivotante principalmente y con muchas ramificaciones. El fruto es una vaina curvada y se abre naturalmente cuando se madura, el tamaño de la vaina varía de 10 a 12 cm, el color de la vaina y de la semilla va dependiendo de la variedad con la que se esté trabajando, aunque normalmente es de color café, negro o rojizo (Fernández F y Colaboradores; 1976).

### **4.4.- Fase Vegetativa**

inicia esta fase cuando la semilla tiene las condiciones necesarias para germinar, hace la mayor estructura vegetativa para que la planta se desarrolle, termina la fase cuando la planta tiene presencia de botones florales (Fernández y Colaboradores; 1986).

### **4.5.- Fase Reproductiva**

Aparición de los primeros botones y racimos florales y termina cuando el color en los granos empieza a presenciarse indicando la madurez, las hojas se tornan amarillas (Fernández y Colaboradores; op.cit).

### **4.6.- Hábito de crecimiento**

Se divide en dos hábitos; uno es el determinado que es cuando el tallo termina en una inflorescencia e indeterminado es cuando hay un tejido terminal de crecimiento que deja crecer más a la planta formando nuevos nudos (Fernández y Colaboradores; op.cit).

#### **4.7.- Floración**

Se define cuando está abierta la primera flor en el 50% de la planta del cultivo, esto en caso de variedades T1 y en el T2 empieza cuando el nudo apical abre (Ojehomon y Colaboradores; 1973).

#### **4.8.- Principales plagas y Enfermedades**

Como principales plagas y enfermedades del cultivo de frijol se tiene, Marchitamiento de la hoja, Ceniza (*Oidium*), Virosis, Chinilla (*Epitrix spp.*), Arriera, Pulgón (*aphis spp.*), Salta hoja (*cicadellidae*), Chinche (*Coreidae pentatomidae*), seño, gorgojo (Danilo; 2005).

#### **4.9.- Control químico**

Aplicación de Arrivo que es un piretroide para el control de insectos, este producto se recomienda ya que imita una sustancia natural de la piretrina (Danilo; op.cit).

#### **4.10.- Control mecánico**

Monitoreo de plagas constante con un control de porcentaje semanalmente para ver la reducción o aumento de los focos de infección de enfermedades y plagas, aplicación de trampas para insectos voladores y eliminación manual de foliolos infectados (Pastor *et al* 1994).

#### **4.11.- Control biológico y natural**

Extractos de plantas que tengan efecto pesticida e insecticida, tener una aplicación controlada y enfocada, tener húmedo el suelo para el caso de la ceniza y hacer buenas labores culturales para el mantenimiento del cultivo. Desinfección de herramienta, implementos y material de apoyo para parar la contaminación y tener un control de focos de infección (Schwartz *et al* 1980).

#### **4.12.- Control de cultivo**

Las enfermedades se clasifican por afectaciones en diferentes etapas del cultivo, recomendación de control a plagas futuras y enfermedades, aplicación preventiva para una disminución de daño (Schwartz *et al op.cit*).

#### **4.13.- Plantas compañeras**

El frijol tiene plantas compañeras que ayudan a la desviación de insectos; la menta tiene efecto de alejar a los chinches, el señago produce miel haciéndola atractiva para la plaga, se debe mantener el control las plantas hospederas porque a una mayor cantidad se vuelve un foco de infección y resulta contraproducente a su uso (Ferrufino; 2008).

#### **4.14.- Clima**

El frijol necesita un clima favorable alrededor de 10 a 27°C para un buen desarrollo, es susceptible a condiciones extremas y el tipo de suelo en el que debe de ser sembrado debe de tener textura ligera y un buen drenaje (Ojehomon *et al op.cit*).

#### **4.15.- Siembra**

La siembra se hace de manera directa o sembradora, enterrando la semilla a una profundidad de 3 a 5 cm, la distancia entre semilla va dependiendo para que sea establecido el cultivo. Antes de la siembra se debe de humedecer el terreno para que tenga una emergencia rápida e uniforme (Hernández *et al* 2013).

#### **4.16.- Humedad Relativa**

En cultivo de frijol requiere que el suelo presente un 60-70% de humedad a lo largo del ciclo productivo con énfasis en la fase de crecimiento vegetativo y el inicio de la producción. Muchas veces se previene la retención de agua por el suelo como agua no disponible, la que puede llegar a ser hasta más de un 20% de la evaporación registrada en el día, eso en función al tipo de suelo (Flores; 2019).

#### **4.17.- Precipitación**

El frijol requiere alrededor de 700 a 1,300 mm media anual, es un cultivo que tiene un requerimiento alto, aunque la semilla permite que se siembre en suelos bien preparados o suelos con una mínima labranza (Fernández *et al* 1986).

#### **4.18.- Importancia poblacional**

El frijol es un producto que en el país de México su producción no abastece su demanda ya que es cuarto productor por producir el 5.5% mundialmente, el frijol representa un cultivo clave en la dieta nacional ya que el consumo anual por persona es de 9.9 kg (Fernández *et al*/op.cit).

#### **4.19.- Almacenamiento**

Para tener un buen almacenamiento depende de las condiciones en las que se encuentre el lugar, sellar los empaques en los que se encuentra el frijol, hacer una aplicación de prevención contra plagas y enfermedades postcosecha. El mal almacenamiento hace que la semilla se dañe, las temperaturas altas o la humedad hacen que el fenómeno dureza permanezca aun después de cocción, esto sucede en el frijol doméstico, en variedades silvestres no pasas (Morales *et al* 2017).

#### **4.20.- Acolchado**

El acolchado es una técnica agrícola que consiste en cubrir el suelo con plásticos para la protección del cultivo y del suelo por efecto de los cambios atmosféricos y para un mejor aprovechamiento del agua y fertilizantes. El acolchado beneficia en cierta manera que acelera la cosecha y nos hace un aumento del rendimiento con los mismos establecimientos de implementos, evita la evaporación de suelo haciendo que el cultivo reciba de manera contante y regular los nutrientes, hace que el cultivo multiplique las raíces secundarias y de esa manera tener un mejor aprovechamiento de los nutrientes (Ibarra J. L.; 1991).

El acolchado favorece la tierra haciendo que sea más fértil y que la absorción del nitrógeno por la planta sea más fija, hace una disminución de maleza debido a la alta temperatura que se conserva de bajo del plástico, el acolchado beneficia al fruto ya que este no está en contacto directo con el suelo y tiene una baja probabilidad de hongos o daños mecánicos con respecto a esto lo hace tener una apariencia más atractiva (Kasperbauer; M. J. 2000).

#### **4.21.- Solarización**

La Solarización es una estrategia que se viene utilizando actualmente para el control o disminución de plagas y enfermedades transmitidas por el suelo, este método se viene poniendo en práctica en diferentes cultivos para saber su eficacia a corto o largo plazo, debido a las diferentes pruebas que se han hecho en más de 60 países con diversidad de temperaturas se han sacado resultados exitosos (Abdel M. y Colaboradores; 1998). El método de solarización se ha llevado a cabo por el sistema de riego por aspersión o goteo, aunque el resultado varía dependiendo el sistema se tienen buenos resultados (Abdel M. *et al* 1998).

La Solarización tiene un efecto positivo en las malezas anuales ya que tienen un ciclo corto, por otro lado, no se tiene una respuesta favorable con las malezas perennes por la forma de su estructura vegetativa en este caso la raíz y rizomas que pueden rebrotar (Abdel M. y Colaboradores; 1998). En respuesta a este método los organismos benéficos tienen una resistencia a las altas temperaturas ya que pueden recolonizar el suelo rápidamente y mantenerse para el crecimiento de las plantas (Abdel M. y Colaboradores; 1998). Con respecto a las propiedades del suelo, este método si hace cambios, pero de manera positiva ya que optimiza la descomposición de materia orgánica y esto hace que los nutrientes estes disponibles para las plantas (Abdel M. *et al op. cit*).

Cuando el suelo es cubierto por un plástico polietileno el calentamiento que emite favorece el rendimiento del frijol, haciendo esta técnica importante para los pequeños productores ya que es factible utilizar esta técnica cuando se tiene áreas con alta radiación solar y temperatura de aire durante el periodo de verano, para poner en práctica esta técnica se logra calentando el suelo húmedo con una capa plástica recubriéndolo, la solarización se debe realizar con anticipación a establecer los cultivos (Ibarra L. *et al* 2012).

Se debe de tomar en cuenta varios factores para llevar exitosamente la solarización, las características del suelo, maleza que ocasionalmente salga, en que estación de año se encuentre, el sistema de riego y que tanta disponibilidad de agua se tenga ya que no es suficiente con la humedad normal del suelo, el tipo de plástico (Devay J.E. 1999).

El primer factor en cambiar con la solarización es la temperatura que incrementa por la acumulación de calor, la temperatura del suelo varía dependiendo a otros factores como la radiación solar, la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y características del suelo (Elmore C. 1997).

El acolchado nos sirve para la desinfección de la superficie del suelo y el incremento de temperatura, con la acumulación de calor hacemos que los microorganismos se disminuyan y de esa manera se omite la aplicación de fumigantes que contaminan constantemente el medio ambiente, este método es una de los que aparte de beneficiar a nuestros cultivos de una manera económica, también nos beneficia de la manera en que no deja residuos tóxicos en el agua y suelo (Stapleton J. 1997).

La humedad tiene un lugar muy importante en esta técnica de solarización ya que el incremento de calor sobre los microorganismos va aumentando con la agregación constante de humedad, el polietileno que es más recomendado para este método es el transparente ya que tiene un incremento de temperatura mayor y una absorción de ondas uniformemente que el polietileno negro, aunque no hay una diferencia significativa, esta absorción también depende de las características que tenga el suelo, debido a la textura y estructura del suelo depende de la retención de agua que nos incrementa una retención térmica y retención de calor, en el caso del color del suelo esto nos determina la mayor o menor absorción de luz en cada longitud de onda obtenida (Hernández M.C. 2010).

Para que este método de solarización pueda actuar sobre los organismos se necesita un grado de temperatura de 37° C ya que a esta temperatura es letal para ellos (Parra M.V. y Colaboradores. 2015). Una de las características que se deben de tomar en cuenta para saber su eficiencia es conocer con que maleza, patógenos de las plantas se está aplicando ya que algunas de estas son mesófilas (Parra M.V. y Colaboradores. 2015).

#### **4.22.- Alcohol en Cultivos**

El alcohol tiene como efecto en unas plagas un daño respiratorio y afecta en su sistema nervioso. Tiene una función bactericida, bacteriostática, fungicida y tiene función sobre algunos virus (Luna; 2014).

Basado en el resultado de, podemos observar que el tratamiento donde se aplicó el alcohol tuvo una disminución de plagas ya que actúa al contacto del insecto, hay una protección de plantas, aunque en algunas puede tener quemaduras foliares, y en otras si no se tiene una buena dosificación puede salir contraproducente (Luna; op. cit).

El alcohol en suculentas varia la dosificación en las que se les aplica ya que no todas tienen una estructura foliar igual y varían tamaño y aplicación de riego. El alcohol que se aplica normalmente debe de ir en una dosificación en 75% alcohol y 25% agua, se debe de tomar en cuenta pruebas sobre las plantas que se debe de aplicar, puesto que el alcohol en algunas hojas tiene que reducir por su sensibilidad. La hora de aplicación se debe considerar bajo las condiciones que se tengan el cultivo y dependiendo la importancia de cultivo (Santa María; H.C. 1953).

El la formula base del alcohol comercial de sebe de tener en cuenta que no todos los alcoholes son para el uso agrícola, porque hay bastantes tipos con diferente formula química y puede ser que, si se aplica uno en diferente concentración de pureza, aunque con la misma dosificación van a cambiar los resultados, puede que si es de baja concentración no tenga el resultado insecticida que se pretende y si es de concentración alta dañara en su totalidad el cultivo en proceso (Santa María; H.C. op.cit).

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1.- Ubicación geográfica del trabajo experimental**

La Comarca Lagunera se localiza entre los paralelos ( $25^{\circ} 42''$  y  $24^{\circ} 48''$  N) y los meridianos ( $103^{\circ} 31''$  y  $102^{\circ} 58''$  O) teniendo una altura de 1,139 msnm, localizada en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, al norte del estado de Chihuahua y al sur del estado de Zacatecas.

### **5.2.- Localización del experimento**

El experimento se realizó durante el ciclo verano-otoño del 2020 en el campo experimental de San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

### **5.3.- Material vegetativo**

Para esta investigación se utilizarán los híbridos de frijol pinto villa, esta variedad fue proporcionada por la línea de frijol del INIFAP de Durango.

### **5.4.- Preparación del suelo y Solarización**

La limpieza y preparación del terreno se realizaron la primera semana de mayo del 2020 con la finalidad de realizar el barbecho, una leve nivelación y la aplicación de alcohol y de los plásticos negros para la solarización; misma que duró previo riego alrededor de 40 días.

### **5.5.- Siembra**

La siembra de la variedad pinto villa se realizó el 18 de julio del 2020, se sembraron 4 semillas por golpe con una distancia entre surco de 30 cm y una distancia entre plantas de 30 cm.

### **5.6.- Labores culturales**

#### **5.6.1.- Escardado**

El arreglo topológico, para establecer la parcela, se realizó el día 13 de julio del 2020, se realizó con la ayuda de azadones y picos, también se abrió los bordos para el riego por inundación

### **5.6.2.- Deshierbe**

El primer deshierbe se realizó el día 13 de agosto del 2020, ya los deshierbes posteriores se realizaron aproximadamente cada 25 a 30 días.

### **5.7.- Riego**

El riego de pre-siembra se aplicó el 13 de julio del 2020, previo retiro de los plásticos con la finalidad de lograr las condiciones de humedad para la tercera semana de julio que fue la siembra.

### **5.8.- Fertilización**

Para la fertilización se ocupó un producto orgánico vermicompost aplicando una dosis de 781 gms. por bloque, antes de la siembra.

### **5.9.- Aplicación de insecticidas**

La plaga que se presentó en el cultivo fue la mosquita blanca, se controló con el producto Muralla Max que es un piretroide de alto espectro, la dosis fue de 3 ml por 15 litros de agua.

### **5.10.- Cosecha**

La cosecha se realizó el día 28 de noviembre del 2020, una vez que se alcanza la maduración fisiológica se corta la planta completa, se coloca en montones para dejarlas bajo en el sol para que se termine de secar, para ello se debe tener un lugar seguro. El 10 de noviembre se realizó se realizó la limpieza de vainas.

### **5.11.- Variables evaluadas**

Para la generación de las funciones cuadráticas y el cálculo de las medidas se utilizará el Microsoft Excel 2010; y para el análisis estadístico se utilizará el ANOVA en las variables: altura de planta, área foliar, número de vainas, y rendimiento en grano, se tomaron 20 plantas al azar de cada uno de los bloques. Los materiales que se utilizaron para tomar los datos fueron: cinta métrica de 5 m y una báscula Triple Beam Balance.

### **5.12.- Altura de planta**

La altura de planta se tomó desde la base del suelo hasta la punta de la misma. La altura se empezó a tomar en la última semana de julio 2020, cada tres días posterior se realizó la toma de medidas hasta el día 2 de octubre cuando la altura ya estaba estable.

### **5.13.- Número de vainas**

El número de vainas se contabilizó el día 13 de noviembre del 2020, por cada bloque se tomaron 3 plantas teniendo un total de 9 plantas por variedad, la cual a continuación se muestra el resultado.

### **5.14.- Generación del área foliar**

El área foliar se sacó el día 13 de noviembre del 2020, para el cálculo se arrancó 3 plantas por bloque teniendo 9 plantas por variedad, el área se calculó colocando la planta en forma de triángulo para posteriormente tomar la medida de la base y la altura y sacar el área con la fórmula  $\frac{Basen \times altura}{2}$ .

### **5.15.- Generación del peso de grano seco**

Para el peso del grano seco de las 3 variedades se cortaron 20 plantas muestra, después del secado se limpiaron y por último se pesaron.

### **5.16.- Procedimiento y Diseño Experimental**

El experimento se realizó durante el ciclo verano-otoño del 2020 en el campo experimental de San Antonio de los Bravos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

Para la generación de las funciones cuadráticas y el cálculo de las medidas se utilizó el Microsoft Excel 2010; y para el análisis estadístico se utilizó el ANOVA en las variables: altura de planta, área foliar, número de vainas, y rendimiento en grano.

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar (Rocha y Ávila, 2017), utilizando A Solarización con plástico negro + 10 litros de alcohol comercial, B 10 litros de alcohol comercial por cuadrante y C testigo.

## CUADRO DE DISEÑO EXPERIMENTAL

Tabla 1 Distribución de diseño experimental con dosificación específica.

<b>A1</b> Solarización con plástico negro + 10 lts de alcohol comercial	<b>C2</b> Testigo	<b>B3</b> 10 litros de alcohol comercial
<b>B1</b> 10 litros de alcohol comercial	<b>A2</b> Solarización con plástico negro + 10 lts de alcohol comercial	<b>C3</b> Testigo
<b>C1</b> Testigo	<b>B2</b> 10 litros de alcohol comercial	<b>A3</b> Solarización con plástico negro + 10 lts de alcohol comercial

## VI. RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los resultados del análisis de varianza de los 3 tratamientos con un alfa del 5% relacionado con los datos de los porcentajes de germinación de los 3 tratamientos; se presentó diferencia entre los tratamientos comparados donde el tratamiento A se acercó a un 70% de germinación mientras que B y C se comportaron de manera similar.

Tabla 2 Comparación de medias de % de germinación con un  $\alpha = 0.05$

TRATAMIENTOS	% DE LAS MEDIAS DE GERMINACIÓN	INTERPRETACIÓN
A	68.7	a
B	57.5	b
C	49.6	b

$p < 0.05$ ; letras diferentes indican diferencia estadística entre los tratamientos

En la tabla 3 se puede apreciar los resultados del ANOVA para la variable altura de planta a los 18 días después de la siembra; destacamos la diferencia de letras en la comparación de medias donde el tratamiento A logró diferencia al acercarse a los 18 cm de altura, y el tratamiento testigo C se rezagó con una altura de planta en promedio que superó los 14 cm.

Tabla 3 comparación de medias de altura (cm) a los 18 días con un  $\alpha$  del 5%

TRATAMIENTOS	ALTURA	INTERPRETACIÓN
A	17.17	a
B	15.13	ab
C	14.5	b

$p < 0.05$ ; letras diferentes indican diferencia estadística entre los tratamientos

En la tabla 4 se puede observar como la perdida de plantas desde el día 1 a el día 95 se fueron perdiendo para cada uno de las repeticiones. Destaca el tratamiento testigo con 31 plantas perdidas en la parte final del ciclo vegetativo; y el tratamiento A perdió en el mismo tiempo solamente 12 plantas.

Tabla 4 Plantas perdidas en números absolutos a los 95 días del ciclo por tratamiento

$A1=64-61=3$	$C2=39-35=4$	$B3=43-39=4$
$B1=49-35=14$	$A2=46-46=2$	$C3=37-27=10$
$C1=49-32=17$	$B2=43-36=7$	$A3=60-53=7$

En la tabla 5 se presenta la suma aritmética de las plantas perdidas en términos absolutos para cada uno de los 3 tratamientos. Se puede observar que en el experimento se perdieron en total 66 plantas donde en términos porcentuales el tratamiento testigo perdió de ese total un 47%; mientras que el tratamiento A fue del 18 %.

Tabla 5 plantas perdidas por tratamiento

TRATAMIENTO	No DE PLANTAS
A	$12/66 = 18\%$ de plantas perdidas
B	$25/66 = 38\%$ de plantas perdidas
C	$31/66 = 47\%$ de plantas perdidas

En la tabla número 6 podemos ver la producción de grano seco por cada uno de los cuadrantes de frijol de la variedad pinto villa; resalta por su cantidad la repetición A3 que superó los 2 kilogramos de producción de grano; además vemos el rezago de la repetición C1 que con algo de trabajo superó el medio kilogramo.

Tabla 6 producción de grano seco (gms.) por cuadrante de 3x3 m

A1= 1675	C2=1750	B3=1410
B1=760	A2=1550	C3=1380
C1=665	B2=1015	A3=2085

En la tabla 7 se realiza el reporte del ANOVA para uno de los resultados más importantes; esto es la producción de grano seco en promedio por cuadrante de 9 m<sup>2</sup> de la variedad pinto villa; resalta la producción de casi 2 kilogramos en promedio para el tratamiento A; y se puede observar como el tratamiento B que solo se aplicó alcohol como elemento para atacar patógenos generó la menos producción de frijol. En relación a esta variable no presentó diferencia estadística entre los tratamientos es decir la producción de grano seco de los cuadrantes solarizados e irrigados con alcohol comercial han generado una producción de grano de casi 2 kilogramos por cada 9 m<sup>2</sup>; esto al multiplicarlo por los 10 000 m<sup>2</sup> que abarca la hectárea nos da una producción de casi 2 toneladas para el tratamiento A; mismos que proyectando para ingresos por venta y a un precio de garantía para el frijol de \$ 16 mil pesos se acercan a casi \$32 mil pesos (SADER; 2022); mismos que para un productor del sector social es muy bueno.

Tabla 7 comparación de medias de producción de grano seco (gms) por bloque

TRATAMIENTOS	PRODUCCIÓN EN gms DE GRANO SECO POR BLOQUE	INTERPRETACIÓN
A	1770	a
B	1061	a
C	1265	a

$p > 0.05$ ; letras iguales indican no diferencia entre los tratamientos

## VII. CONCLUSIONES

La investigación sobre el frijol en terrenos solarizados que se llevó a efecto en el CIBA-UAAAN Unidad Laguna generó excelentes resultados; en lo relacionado al por ciento de germinación se logró acercar en el tratamiento A; a un 70%; muy superior al logrado por Can-Chulín y colaboradores (2014) en un estudio realizado que reportan con un 54.7% de germinación. El tratamiento A fue capaz de soportar la presencia de los hongos patógenos presentes en el suelo y en el lapso de 98 días solo se presentó la pérdida del 18 % de las plantas registradas al momento de la germinación.

Relacionado con la variable altura de planta a los 18 días de desarrollo de la planta; fue el tratamiento A el que logró diferencia estadística con una altura promedio de más de 17 centímetros. En la variable producción de grano seco (sin lograr diferencia estadística) fue nuevamente el tratamiento A el que logró una producción promedio de casi 2 kilogramos por cada cuadrante de 9 m<sup>2</sup>. Sobre esa variable se ha realizado una proyección de producción de THa<sup>-1</sup> y el resultado obtenido nos arroja 1770 kilogramos/Ha. Esta es una producción que está por encima de la producción nacional que en México es de 0.7 THa<sup>-1</sup> según datos del CEDRSSA (2020) dentro del periodo 2012 – 2018, y se acerca a los 2.04 THa<sup>-1</sup> que reporta la misma fuente para USA. En general el objetivo e hipótesis de este trabajo se han cumplido y además arrojan nuevas líneas de investigación para posteriores estudios.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abdel-Rahim; M.F., Satour; M.M., Mickail; K.Y., y Eraki; S.A. 1988. *Effectiveness of soil solarization in Furrow-Irrigated Egyptian soils*. Department of Soil and Water Sciences, and J. KA TAN, Department of Plant Pathology and Microbiology, The Hebrew University of Jerusalem, The Faculty of Agriculture.

Alvaro-Deara; J. 2021. Implementación de una metodología de calidad para maximizar el proceso de producción del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la comarca lagunera. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO UNIDAD LAGUNA. Torreón, Coahuila, México.

Barrios-Gómez; E.J., López-Castañeda; C. 2009. Temperatura, base y extensión foliar en frijol. *Revista Agrociencia*. Vol. 43(1). Colegio de Posgraduados, Montecillos Estado de México. Montecillos Estado de México. 56230.

Borja-Bravo; M., Osuna-Ceja; E.S., Arellano-Arciniega; S., García-Hernández; R.V., y Martínez- Gamiño; M.A. 2018. Competitividad y eficiencia en la producción de frijol en condiciones de temporal con tecnología tradicional y recomendada. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 41(4). INIFAP- Pabellón de Arteaga; Aguascalientes.

Braga R., Ladrada R., Fornasari L. 2003. Manual para la capacitación de trabajadores de extensión y agricultores. Alternativas al bromuro de metilo para la fumigación del suelo. FAO-PNUMA. 74 pp.

Cámara de Diputados. LXIV Legislatura. CEDRSSA . 2020. Mercado del frijol, situación y perspectiva. Consultado el 22 de julio de 2022 en: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/todo-lo-que-debes-conocer-sobre-el-programa-de-precios-de-garantia>

Can-Chulín; A., Ramírez-Guerrero; L.G., Ortega-Escobar; H.M., Cruz-Crespo; E., Flores-Román; D., Sánchez-Bernal; E.I., Madueña-Molina; A. 2014. Germinación y crecimiento de plántulas de *Phaseolus vulgaris* L. en condiciones de salinidad. *Revista Mexicana de Ciencias*, 5(3). Texcoco estado de México.

Cortes-Bravo; N. A. 2020. Validación de los índices de rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) de la variedad pinto centauro comparado con las variedades tradicionales de la Comarca Lagunera. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA. Torreón, Coahuila, México.

Danilo-Escoto; N. 2005. Manual técnico el cultivo de frijol. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Secretaría de Agricultura y Ganadería. . Centro América, Col. Loma Linda Norte.

DGSV-CNRF. 2020. Pudrición de la raíz, *Rhizoctonia solani*. Sader-Senasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México. 10 p.

Devay; J.E. 1999. Solarization: an environment-friendly technology for pest management. Revista AGRIS. Vol 13 (2). Arab Journal of Plant Protection. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Elmore, C. 1997. Range of Pest Controlled by Solarization and their heat sensibility. Second International Conference on Soil Solarization and Integrated Management of Soilborne Pest. CARDA, Aleppo, Syria.

Ferrufino; A. 2008. Guía de identificación y manejo integrado de enfermedades del del frijol en América Central. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Fernández F., y Ceballos, L. F. 1976. Crecimiento y desarrollo de la planta de frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Fernández F., Gepts P., y López M. 1986. Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia.

Flores-Gallardo; H., Rosales-Serna; R., Santana-Espinoza; S., Nieves-Martínez; M.A. 2018. Dosis de fertilización y su relación con el rendimiento potencial de las variedades de frijol pinto cultivadas en Durango, México. Revista Compendio científico en Ciencias Agrícolas y Biotecnología. Vol. 2. Instituto de ciencias agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Flores-Pacheco; J.A., Lazo-Sánchez; W.J., Méndez-Sevilla; J.J. 2019. Hydric needs of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) INTA red in conditions of the humid tropic of Nicaragua. *Revista científica La calera*. Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente (FARENA).

Hernández-Pérez; D., Díaz-Castellanos; M., Quiñones-Ramos; R., Santos-Bermúdez; R., Portal-González; N., Herrera-Isla; L. 2018. Control de *Rhizoctonia solani* en frijol común con rizobacterias y productos naturales. *Revista Centro Agrícola*. 45(2): 55-60.

Hernández M.C. 2010. The Soil Solarization in the Mark of the Environment Conservation. Articulate of investigation. *Revista de Lámpsakos*. Colombia.

Hernández-López; V. M., Vargas-Vásquez; M. L., Muruaga-Martínez; J.S., Hernández-Delgado; S., y Mayek-Pérez; N. 2013. Origen, domesticación y diversificación del frijol común. *Revista Fitotécnica Mexicana*. Campo Experimental Valle de México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Chapingo, México.

Ibarra-Jiménez; L., Lira-Saldívar; H., Cárdenas-Flores; A., y Valdez-Aguilar; L.A. 2012. La solarización del suelo mejora el crecimiento y el rendimiento de los frijoles secos. *Revista Ciencia del suelo y las plantas*. Vol. 62 (6). *Acta Agricultura Scandinavica*, Sección B.

Ibarra; J. L., Rodríguez; P.A. 1991. acolchado de suelos con películas plásticas. Serie Manuales Agropecuarios. Limusa. México, D.F.

Kasperbauer; M. J. 2000. Strawberry yield over red versus black plastic mulch. *Crop Science*. Sociedad de Ciencias de Cultivos de América.

Lara-Flores; M. 2015. El cultivo del frijol en México. *Revista digital Universitaria-UNAM*. Vol. 16(2). ISSB: 1607 – 6079. México, D.F.

Luna-Olvera; G. 2014. Manual para la elaboración de insecticidas botánicos y repelentes naturales. Cedees. Centro de desarrollo económico ecológico y social. México DF.

Miranda-Colín S. 1997. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común). *Revista Agrociencia*. Rama de Genética, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Morales-Santos; M. E., Peña-Valdivia; C. B., García-Esteva; A., Aguilar-Benítez; G., Kohashi-Shibata; J. 2017. Características físicas y de germinación en semillas y plántulas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) silvestre, domesticado y su progenie. *Agrociencia vol.51 no.1*. Texcoco.

Navarrate-Maya; R., Trejo-Albarrán; E., Navarrate-Maya; J., Prudencio-Sains; J.M., Acosta-Gallegos; J.A. 2009. Reacción de genotipos de frijol a *Fusarium spp.* Y *Rhizoctonia solani* bajo condiciones de campo e invernadero. *Agrícola Técnica en México*, 35(4):459-470

Ojehomon O. O., Zehni M. S., Morgan O. G. 1973. The effects photoperiod on flower bud development in *Phaseolus vulgaris*.

Pastor-Corrales; M., Schwartz; H. 1994. Problemas de producción de frijol en los trópicos. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Colombia.

Rocha-Valdez; J.L. y Ávila-Cisneros; R. 2017. Bioestadística aplicada a la medicina veterinaria e investigación pecuaria. Editorial Académica Española. Primera edición. ISBN: 978-3-639-83223-5. 180 p.

Santa-María; H.C. 1953. Acción insecticida directa y sistémica de algunos ésteres del ácido carbámico. *Revista de la Facultad de Agronomía; vol. 29, no. 2*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.

Sánchez-García; B.M., González-Flores; F., Pons-Hernández; J.L., Acosta-Gallegos; J.A., Cabral-Enciso; M., Fraire-Velázquez; S., June Simpson y Rodríguez-Guerra; S. 2006. *Fusarium Lateratium*: Nuevo patógeno en la raíz del frijol en México. *Agricultura Técnica en México* , 32(3):251 - 257

Santander; C., Montealegro; J.R., y Herrera; L. 2003. Control biológico de *Rhizoctonia solani* en tomate en suelos previamente sometidos a solarización y bromuro de metilo. *Ciencia e investigación agraria*, 30(2):107 – 112

Schwartz; H., Gálvez; E., Guillermo; E. 1980. Problemas de producción del frijol: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. *Repository of Agricultural Research Outputs*. International Center for Tropical Agriculture. Colombia.

Stapleton, J. 1997. Soil Solarization: An Alternative Soil Desinfestation Strategy Come of Age. *Sustainable Agriculture* 9(3):7-9

Ulloa; J.A, Rosas-Ulloa P., Ramírez-Ramírez; J.C., y Ulloa-Rangel B.E. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos. *Revista Fuente*. Centro de Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Nayarit.

Parra, M.V., Sobrero M.T., Pece M.G. 2015. Solarización: una alternativa de control de malezas para viveristas. *Foresta Veracruzana*, vol. 17 (1). Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Recursos Genéticos Forestales Xalapa, México.

Wagner Bettiol (Coordinador). 2014. Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y El Caribe. Primera Edición. ISBN:978 – 9974- 0 – 1091 – 8. Consultado el 19 de julio de 2022 en: <https://www.researchgate.net/publication/272086422>

Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural .2022. Consultado el 22 de julio de 2022 en: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/todo-lo-que-debes-conocer-sobre-el-programa-de-precios-de-garantia>.