

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de Dos Variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Bajo Condiciones de Temporal

Por:

MARIA GUADALUPE ZAVALA RAMÍREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de Dos Variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Bajo Condiciones de Temporal

Por:

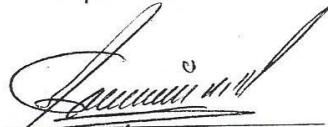
MARÍA GUADALUPE ZAVALA RAMÍREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada



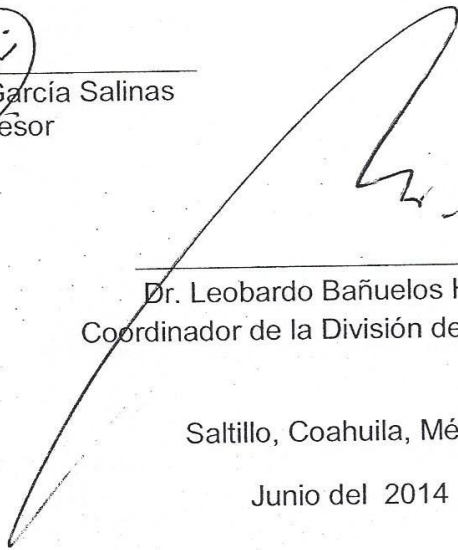
Dr. Manuel De La Rosa Ibarra
Asesor Principal



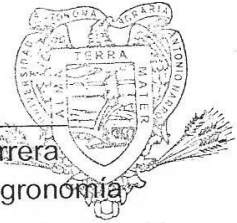
M.C. Adolfo García Salinas
Coasesor



Dra. Susana Solís Gaona
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio del 2014

DEDICATORIA

El presente trabajo realizado con mucho esmero y pasión hacia la investigación lo dedico a mi Sr. Padre **ALBERTO ZAVALA GÓNZALEZ**, y a mi Sra. Madre **ELIA RAMÍREZ JIMENEZ** quienes son mi mayor pilar en esta vida y ese gran motor que me ha sabido impulsar para salir adelante, superándome día con día con sus consejos, valores y amor; porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que destaca este, Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza inmensamente y por lo que han hecho de mí.

Su hija que los ama:

MARÍA GUADALUPE ZAVALA RAMÍREZ

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero a **Dios** por darme las fuerzas, sabiduría y paciencia que me permitieron concluir con este trabajo y prácticamente ya con mi carrera, gracias dios mío.

A mis padres **Alberto Zavala González** y **Elia Ramírez Jiménez** por haberme regalado la mejor herencia que se le puede dar a un hijo “Una Profesión”.

A mis hermanos, **Isaí, Aby Y Alberto** por su apoyo y amor.

Al **Dr. Manuel De La Rosa Ibarra** por haberme dado la oportunidad y el gran privilegio de trabajar con él, compartiéndome todos esos conocimientos que enriquecen mi profesión.

Al **M.C. Adolfo García Salinas**, a la **Dra. Susana Solís Gaona** y a la **Dra. Silvia Yudith Martínez Amador** por contribuir con sus grandes aportaciones en mi trabajo de investigación.

A todos ustedes mil Gracias.

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE DE CONTENIDO.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO GENERAL.....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
HIPÓTESIS.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
1.1 Origen Del Frijol.....	4
1.2 Importancia Socioeconómica Del Frijol.....	4
1.3 Superficie Cultivada y Rendimiento Por Hectárea.....	5
1.4 Principales Estados Productores	5
1.5 Requerimientos Del Cultivo	6
1.5.1 Clima.....	7
1.5.2 Suelo.....	8
1.5.3 Fertilización.....	8
1.5.4 Control Fitosanitario.....	9

1.5.4.1 Principales Plagas del Frijol	9
1.5.4.2 Principales Enfermedades del Frijol.....	12
1.6 Uso De Fitorreguladores en el Cultivo De Frijol.....	16
1.6.1 Giberelinas.....	17
1.6.2 Auxinas.....	18
1.6.3 Citoquininas.....	18
1.6.4 Ácido Salicílico.....	18
1.6.4.1 Origen Del Ácido Salicílico.....	19
1.6.4.2 Propiedades Del Ácido Salicílico.....	19
1.6.4.3 Biosíntesis Del Ácido Salicílico.....	20
1.6.4.4 Papel Fisiológico Del Ácido Salicílico En La Planta.....	21
1.6.4.5 Uso Del Ácido Salicílico En La Agricultura	21
1.7 Análisis del Crecimiento en Frijol.....	22
1.7.1 Coeficientes de Partición de Biomasa.....	23
1.7.2 Índices de Crecimiento.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
1.1 Coeficientes de Partición de Biomasa.....	30
1.2 Índices de Crecimiento.....	39
1.3 Rendimiento.....	52
CONCLUSIÓN.....	56

LITERATURA CITADA.....	57
------------------------	----

INDICE DE FIGURAS

N° FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Adulto de <i>Dalbulus maidis</i> y su Daño a la Planta de Frijol.....	10
Figura 2. Adulto de <i>Bemisia tabaco</i> y su Daño en la Planta de Frijol.....	11
Figura 3. Huevo, Larva, y Adulto de <i>Epilachna varivestis</i> y su Daño en la Planta de Frijol.....	11
Figura 4. Daño de <i>Epicauta pestífera</i> en la Planta de Frijol.....	12
Figura 5. Daño de Roya en Hoja de Frijol	13
Figura 6. Daño de <i>Rhizoctonia solani</i> en la Raíz de la Planta de Frijol.....	13
Figura 7. Síntomas del “Tizón Común“, Causado por <i>Xanthomonas phaseoli</i> en Frijol.....	14
Figura 8. Tizón Halo en Frijol	15
Figura 9. Cenicilla en Frijol.....	16
Figura 10. Antracnosis en Hoja y Vaina de Frijol.....	16
Figura 11. Vía Propuesta de Síntesis de Ácido Salicílico en Plantas.....	21

INDICE DE CUADROS

N° CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Análisis de Varianza y Comparación de Medias de los Coeficientes de Partición de Biomasa de Dos Variedades de Frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) Asperjadas con Diferentes Concentraciones de Ácido Salicílico (AS).....	31
Cuadro 2. Análisis de Varianza y Comparación de Medias de los Índices de Crecimiento de Dos Variedades de Frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) Asperjadas con Diferentes Concentraciones de Ácido Salicílico (AS).....	40
Cuadro 3. Análisis de Varianza y Comparación de Medias del Rendimiento de Dos Variedades de Frijol (<i>Phaseolus vulgaris L.</i>) Asperjadas con Diferentes Concentraciones de Ácido Salicílico (AS).....	53

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis de Ácido Salicílico (AS) en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad AN10 y AN05 bajo condiciones de temporal en el Rancho Santa Elena de Loberos, municipio de Sombrerete, Zacatecas. Se evaluaron 4 tratamientos con diferentes concentraciones de AS ($T_1=0$ M, $T_2=1 \times 10^{-10}$ M, $T_3=1 \times 10^{-8}$ M y $T_4=1 \times 10^{-6}$ M.) con 6 repeticiones en un diseño de bloques al azar. Se evaluaron coeficientes de partición de biomasa, índices de crecimiento y rendimiento. El órgano de la planta al que se le destinó mayor biomasa para su formación fue la hoja en ambas variedades, donde el tratamiento de AS 1×10^{-6} M indujo la mayor distribución en AN10 y 1×10^{-10} M en la variedad AN05, presentándose además en AN10 una mayor precocidad en la formación de flores y vainas. En los índices de crecimiento, se apreció que la variedad AN10 fue la que tuvo un crecimiento más rápido, donde el tratamiento que provocó los mejores resultados fue el de AS 1×10^{-6} M al incrementar significativamente la Tasa de Crecimiento Relativo un 100%, la Tasa de Asimilación Neta un 12%, y la Relación Peso Foliar un 0.85% con respecto al testigo; al evaluar rendimiento se observó que la variedad AN10 tuvo incremento en Ton/Ha con la dosis de AS a 1×10^{-8} mientras que la AN05 tuvo incremento del número de vainas con la dosis de 1×10^{-6} . Los resultados obtenidos permiten concluir que la aplicación de AS incrementa el crecimiento, desarrollo y rendimiento de frijol bajo condiciones de temporal.

PALABRAS CLAVE: Fitohormona, Leguminosa, Sequía.

INTRODUCCIÓN

Los reguladores de crecimiento de las plantas son compuestos orgánicos de origen natural o sintético que en los últimos años se han venido empleando en la agricultura, acelerando, inhibiendo o modificando de alguna forma los procesos fisiológicos de las plantas. En años recientes algunos nuevos grupos de hormonas han sido identificados, como el ácido salicílico (AS) el cual se encuentra de forma natural en las plantas, jugando papeles importantes en el crecimiento, defensa contra plagas y patógenos (Girling *et al.*, 2008) y tolerancia al estrés, mejorando la respuesta biológica de la planta frente a la salinidad y los extremos de temperatura (Noreen *et al.*, 2009), (Khan *et al.*, 2010), (Purcarea y Cachita, 2010).

Existen cultivos en los cuales ya se ha probado con éxito el efecto que causa el AS sobre la planta, por ejemplo Ramírez *et al.*, (2009) demostraron que la aplicación de AS aumentó el rendimiento de chile jalapeño (*Capsicum annuum*) mostrando incrementos significativos en la producción a una concentración de 1×10^{-6} M superando al testigo. De la misma manera López *et al.*, (1998) demostraron un aumento del rendimiento en tres variedades de trigo aplicándoles AS, donde la variedad Altar C84 arrojó los mejores resultados con incrementos de 900 kg/h a una dosis de 1×10^{-5} M. Otras investigaciones realizadas por Yildirim y Dursun (2009) demostraron que los tratamientos con AS aumentaron el crecimiento y desarrollo en tomate (*Solanum lycopersicum*) e incrementaron la productividad al aplicar una concentración de 0.50 mM.

De la misma manera se han realizado investigaciones evaluando el efecto del AS en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) como la realizada por Bekheta y Talaat

(2009) en Egipto, quienes aplicaron a plantas de frijol *Vigna radiata* cultivadas en macetas con arena, tratadas con diferentes concentraciones de AS (5, 10 y 15 mg/L) y glutatión (50, 100 y 150 mg/L) mostrando que el frijol con aplicaciones de AS tuvo mejores resultados con un aumento significativo en la altura de la planta, número de vainas/rama, y número de granos/vaina. De igual forma Najafabadi *et al.*, (2013) en Irán tuvieron resultados positivos al aplicar AS en frijol blanco, donde las concentraciones de 0,1 y 0,5 mM (13 y 69 mg/L) fueron las que arrojaron los mejores resultados. Por otro lado Farouk y Osman (2011) encontraron que al aplicar 100 mg/L de AS además de controlar a *Tetranychus urticae* Koch, produjo efectos positivos en el crecimiento de la planta aumentando su altura, número de ramas, área foliar y rendimiento.

Uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores mexicanos de frijol es a su bajo rendimiento, ya que casi tres cuartas partes del territorio nacional se cultivan bajo condiciones de temporal, desarrollándose el cultivo en un régimen de precipitación errático, registrándose frecuentemente periodos de sequía intermitente en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, teniendo rendimientos muy bajos de hasta 450 kg/h.

Considerando los beneficios de la aplicación del AS en frijol cultivado en otras regiones del mundo, en este trabajo se realizó la aplicación del ácido salicílico en dos variedades de frijol (AN10 y AN05) cultivadas bajo temporal en la región de Zacatecas, México, con la finalidad de favorecer el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la planta, lo que traerá mayores ganancias para el productor con incrementos económicos significativos.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto del ácido salicílico en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de dos variedades de frijol bajo condiciones de temporal.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el comportamiento de los coeficientes de partición de biomasa de dos variedades de frijol asperjados con diferentes dosis de ácido salicílico para observar la distribución de biomasa en la planta.
- Analizar el comportamiento de los índices de crecimiento de dos variedades de frijol asperjados con diferentes dosis de ácido salicílico para observar el crecimiento y desarrollo gradual que va teniendo la planta.
- Evaluar el efecto del ácido salicílico en el rendimiento de dos variedades de frijol para determinar la dosis que incremente significativamente el rendimiento del cultivo bajo condiciones de temporal.

HIPÓTESIS

Al menos una de las concentraciones de ácido salicílico aplicados en este trabajo, incrementará significativamente el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de frijol bajo condiciones de temporal.

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Origen Del Frijol

El frijol es de origen americano. Los restos más antiguos de esta planta, ya domesticada, se encontraron en las cuevas de Coxcatlán, en el valle de Tehuacán Puebla y datan de hace 4975 años AC. Debido a la gran variedad arqueológica de *P. vulgaris* y tal vez a su grado de endemismo, se ha sugerido una domesticación múltiple dentro de Mesoamérica a partir de una especie ancestral, la cual era polimórfica y estaba ampliamente distribuida (INIFAP, 2008). Sin embargo México y Guatemala son el principal centro de diversificación primaria de varios tipos de frijoles (Miranda, 1966); (Ruiz *et. al* 1999) el que más destaca por su valor comercial es el *P. vulgaris*, existen antecedentes de que esta planta se cultiva desde hace aproximadamente 8 mil años (SAGARPA, 2004).

1.2 Importancia Socioeconómica Del Frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris*. L.) tiene un papel económico fundamental porque representa para la economía campesina una fuente importante de ocupación e ingreso existiendo 570 mil productores a nivel nacional, generando en el 2011 un total de 78 millones de jornales que equivalen a 382 mil empleos permanentes (SAGARPA-INIFAP, 2011).

Su importancia alimenticia radica en que es una fuente de alto contenido proteico que varía dependiendo del tipo de frijol que se trate de un 14 a 33%, siendo rico en aminoácidos como la lisina (6.4-7.6g/100g de proteína) y la fenilalanina más tirosina (5.3-8.2g/100g de proteína) también aporta carbohidratos, vitaminas y minerales aunque en menor medida (Ulloa *et. al* 2011).

1.3 Superficie Cultivada y Rendimiento Por Hectárea

En México el frijol se cultiva principalmente en ambientes semi-tropicales, planicies semiáridas y en áreas irrigadas (Broughton *et al.*, 2003). En el 2011 del 1.7 millones de hectáreas cultivadas el 13% se desarrolló en condiciones de riego obteniendo un rendimiento medio anual de 1.63 t ha⁻¹. El 87% restante se cultivó en condiciones de temporal donde el rendimiento fue muy variado, de 0.24 a 1.58 Ton/ha⁻¹ (SAGARPA- INIFAP, 2011).

Más del 85% del área de temporal se establece durante el ciclo agrícola primavera-verano, donde la sequía intermitente es la principal limitante para su producción (Acosta *et al.*, 2000). Alrededor de 60% de la producción de frijol se da en regiones propensas a déficit de agua, donde los costos de riego y falta de precipitación son algunas de las mayores dificultades que enfrentan los productores (Castañeda *et al.*, 2006).

1.4 Principales Estados Productores

El estado de Zacatecas tiene la mayor extensión de hectáreas dedicadas a la siembra de frijol, al respecto se reportó una extensión de 504,786.00 ha, lo cual representa el 31.04% de la superficie nacional sembrada para frijol. Le siguieron los estados de Durango (reportó una superficie sembrada dedicada a frijol de 224,548.43 ha, equivalentes al 13.81% de la superficie nacional dedicada al cultivo en cuestión); San Luis Potosí (dicha entidad sembró una extensión de 120,236.75 ha, lo cual representó el 7.39% de la superficie sembrada a nivel nacional); Chiapas (dedicó 118,471.60 ha para el cultivo de frijol, lo cual representó una aportación a la superficie nacional del 7.29%), finalmente en Chihuahua se reportó

una superficie sembrada de frijol de 102,751.36 ha, lo cual representó el 6.32% del nacional. En el 2009 estos cinco estados concentraron 1'070,794.14 ha sembradas del cultivo de frijol en México, lo cual representa el 65.85% del total nacional (SIAP, 2009).

En el estado de Zacatecas en el 2011 la superficie sembrada fue de un 95.56% bajo condiciones de temporal y el resto, 22,425 ha en riego. A nivel nacional el estado aportó poco más del 31% del total de la superficie sembrada (SAGARPA, 2010).

En todos los municipios de Zacatecas se tiene reportado la existencia de superficie sembrada en condiciones de temporal, la cantidad de hectáreas sembradas en el año 2009 va desde 4 ha (en Mezquital del Oro y Moyahua) hasta 65,000 ha en Rio Grande. El 35.20% de la superficie sembrada de temporal se concentró en 3 municipios: Rio Grande, Fresnillo y Sombrerete (SIAP, 2009).

En condiciones de riego, se reportaron 47 municipios con superficie sembrada en el 2009, los cuales registraron una superficie de 22,425 ha, es decir 4.44% de la superficie total sembrada en el estado. En este ámbito destacan los municipios de Villa de Cos, Fresnillo y Pinos que concentraron el 43.30% del total de la superficie sembrada en condiciones de riego, estos municipios reportaron superficies de 5,000; 3,489; y 1,220 ha respectivamente (SIAP, 2009).

1.5 Requerimientos Del Cultivo

Algunas variedades de frijol son susceptibles a sequía, lo que limita el óptimo desarrollo del cultivo provocando bajo rendimiento. Debido a esto, se han realizado investigaciones buscando adaptar diversos genotipos de frijol silvestre y

domesticado del género *Phaseolus* a condiciones ambientales en zonas específicas del país bajo riego y temporal, evaluando el comportamiento de variables fisiológicas que interactúan con el ambiente al que son sometidas así como su rendimiento (López *et al.*, 2005); (Acosta *et al.*, 2009).

Aunque el desarrollo de un cultivo es afectado por un grupo de factores ambientales, los de mayor impacto son la precipitación, radiación solar y temperatura (Wilson *et al.*, 1995). Temperaturas superiores a 30 ó 40 °C pueden afectar su tasa de crecimiento limitando su actividad fotosintética y aumentando su respiración (Lawlor, 2005); (Morales *et al.*, 2006). El incremento de la temperatura por encima del nivel normal para el desarrollo de las plantas, puede provocar deformaciones en los órganos reproductores.

El cultivo de frijol se distribuye de 50° Latitud Norte a 45° Latitud Sur. Se adapta a regiones tropicales y subtropicales semiáridas frescas (González, 1984), así como zonas subhúmedas. Se le encuentra desde 0 a 2400 msnm (Crispín y Miranda, 1978). Requiere días cortos; los días largos tienden a demorar la floración y madurez; cada hora más de luz en el día puede retardar la maduración en 2 o 6 días (White, 1985); sin embargo, algunas variedades pueden ser indiferentes a la duración del día (Doorenbos y Kassam, 1979).

1.5.1 Clima

El frijol se desarrolla bien de 15° a 27°C; bajas temperaturas retardan el crecimiento, mientras que las altas lo aceleran; temperaturas extremas disminuyen la floración y ocasionan problemas de esterilidad; temperaturas de 5°C ó 40°C pueden provocar daños irreversibles (White, 1985). Este cultivo requiere de

300 a 500 mm de agua durante el período vegetativo (Doorenbos y Kassam, 1979).

1.5.2 Suelo

Los mejores suelos para el frijol son los de textura ligera como los franco-arenosos y los franco-arcillosos. Requiere de una profundidad mínima de 60 cm (INIFAP, 2002), sin embargo, puede prosperar en suelos delgados y con relación al pH del suelo, el rango es de 5.3 a 7.5, con un óptimo de 5.5 a 6.5 (Ruiz *et al.*, 1999). Los suelos ácidos ocasionan bajo rendimiento (White, 1985), porque desarrolla síntomas de toxicidad de aluminio y/o manganeso. En suelos con pH mayor de 8.2 se presenta toxicidad por sales y deficiencia de elementos menores (Schwartz y Gálvez, 1980). Requiere suelos libres de sales, tolera un porcentaje máximo de saturación de sodio de 8-10% (Schwartz y Gálvez, 1980) y una conductividad eléctrica hasta de 1 mmhos/cm; por encima de estos niveles, los rendimientos disminuyen significativamente (Doorenbos y Kassan, 1979).

1.5.3 Fertilización

El frijol de temporal se fertiliza con 200 kg de “sal” (sulfato de amonio) más 200 kg de “tierra” (súper fosfato de calcio simple) aplicados al momento de la siembra o bien durante la primera escarda; la aplicación se hace en banda, a un costado del surco, a 15 cm de profundidad y a 10 cm de distancia de la línea de siembra (INIFAP, 2008).

Una forma de fertilizar al frijol de temporal es de forma foliar, aplicando nitrógeno y fosforo cuando el cultivo se encuentra en floración y llenado de vaina, favorece su buen desarrollo y mejora el rendimiento y la calidad del grano; la dosis de fertilización que se recomienda por hectárea es la 30-50-00, que se compone de

30 unidades de nitrógeno y 50 de fósforo. Como fuente de nitrógeno, se pueden utilizar los siguientes fertilizantes: sulfato de amonio, urea y nitrato de amonio. Como fuente de fósforo, es posible aplicar superfosfato de calcio simple, superfosfato de calcio triple y la fórmula 18-46-00 (fosfato diamónico) (INIFAP, 2006).

1.5.4 Control Fitosanitario

Se estima que en el cultivo del frijol las malezas pueden ocasionar pérdidas entre 15 y 97% en los rendimientos. Además de la reducción cuantitativa, llegan a afectar cualitativamente la producción al depreciar la calidad del frijol por contaminación con semillas de otras especies y por residuos de plantas. Las malezas compiten con el cultivo por nutrientes, agua, luz y CO₂, y pueden, en determinados casos, ejercer una inhibición química (alelopatía) sobre el desarrollo de los cultivos (Córdoba y Casas, 2003).

Por otro lado son muchas las especies de insectos que se pueden encontrar asociadas al frijol causando un daño de gran importancia económica, es por ello que se tiene que llevar a cabo un buen manejo fitosanitario en el cultivo.

1.5.4.1 Principales Plagas Del Frijol

En el Altiplano semiárido, la presencia de chicharrita y la mosquita blanca son las plagas más importantes en el cultivo de temporal. En algunos casos se observan otras plagas de menor importancia económica como conchuela y botijón (INIFAP, 2008).

Para su identificación en seguida se hace una breve descripción de cada una de ellas.

1.5.4.1.1 Chicharrita (*Dalbulus maidis*)

La chicharrita del frijol mide aproximadamente 3 mm de largo, es de color verde claro se alimenta de la savia de la planta atacada, donde se puede observar que salta con frecuencia cambia de lugar. En el frijol causa clorosis, la cual aparece en forma de puntos amarillos que en ocasiones cubren toda la hoja; el daño más grave característico se presenta en forma de quemaduras y enrollamiento de las hojas, así como achaparramiento y enanismo de las plantas (SAGARPA-INIFAP, 2011). Para su control se recomienda aplicar insecticidas como el dimetoato CE80 (0.75-1 L/Ha), ometoato LS (0.5 L/Ha), Carbarilo PH 80 (0.75 Kg/Ha) (INIFAP-CEPAB, 1998).



Figura 1. Adulto de *Dalbulus maidis* y su Daño a la Planta de Frijol
Fuente: SAGARPA-INIFAP, 2011.

1.5.4.1.2 Mosquita Blanca (*Bemisia tabaci*)

Es capaz de transmitir 28 virus diferentes al frijol y otros cultivos, el daño que causa es el amarillamiento o clorosis de las hojas y al chupar la savia transmite el virus del “mosaico dorado” y el “mosaico común”. Otro daño que ocasiona es la presencia de mielecilla que excreta lo que ocasiona la aparición de una fungosis negra llamada “fumagina”, la cual se nutre de estos desechos (INIFAP, 2002).

Para su control se pueden aplicar productos como carbarilo PH 80 (0.75 kg/ha),

diazinon CE 60 (0.2-0.4 L/Ha), endosulfan CE 35 (2.3 L/Ha) y ometoato LS 70 (0.5 L/Ha) (INIFAP-CEPAB, 1998).



Figura 2. Adulto de *Bemisia tabaco* y su Daño en la Planta de Frijol
Fuente: SAGARPA-INIFAP, 2011.

1.5.4.1.3 Conchuela (*Epilachna varivestis* Mulsant)

El mayor daño se presenta en el follaje, en el que se alimenta de tejidos y deja únicamente las nervaduras de las hojas, similar a una telaraña. Causa perdida total del área fotosintética, lo que se refleja en que se disminuye la producción además, son eficientes vectores de enfermedades virosas. (Cantón, 1981).

Para su control se pueden aplicar productos como carbarilo PH 80 (1.65 L/Ha) y azinfos metil CE 20 (1.5-2.5 L/Ha) (INIFAP-CEPAB, 1998).



Figura 3. Huevo, Larva, y Adulto de *Epilachna varivestis* y su Daño en la Planta de Frijol.

Fuente: SAGARPA-INIFAP, 2011.

1.5.4.1.4 Botijón (*Epicauta pestifera*)

Estos insectos se observan e identifican a simple vista; miden aproximadamente 1.5 cm de largo por 0.5 de ancho, son de color gris y tienen la cabeza bien diferenciada del resto del cuerpo. Sus poblaciones son abundantes y se alimentan del frijol o de otros cultivos como chile, maíz, alfalfa y vid (SAGARPA-INIFAP, 2011). Para su control se recomienda aplicar carbarilo PH 80 (0.75 kg/Ha) (INIFAP-CEPAB, 1998).



Figura 4. Daño de *Epicauta pestifera* en la Planta de Frijol

Fuente: SAGARPA-INIFAP, 2011.

1.5.4.2 Principales Enfermedades Del Frijol

Las enfermedades que se presentan en el frijol de temporal son: roya, pudriciones de la raíz, cenicilla y antracnosis causadas por hongos y tizón común y tizón de halo causadas por bacterias (INIFAP, 2008).

1.5.4.2.1 Roya Del Frijol.

Es causada por *Uromyces phaseoli*, inicialmente los síntomas se presentan como manchas cloróticas o blancas en el haz o en el envés de las hojas en las cuales posteriormente se desarrollan pústulas o uredos color café-rojizo, las pústulas pueden estar rodeadas de un halo clorótico o necrótico según la raza del patógeno,

la variedad de frijol y las condiciones ambientales. Como control cultural se recomienda la rotación de cultivos y la eliminación de los residuos de cosecha los cuales puedan contener inoculo potencial, como control químico se recomienda aplicar Daconil (2.2 g/100L), Dithane M-22 (4-5 Kg/ha), Manzate D 80 W (4 kg/100L de agua), Mancozeb (3-4 Kg/ha) (Schwartz, 1982).



Figura 5. Daño de Roya en Hoja de Frijol

Fuente: SAGARPA-INIFAP, 2002

1.5.4.2.2 Pudrición De Raíces

Es causada por el hongo *Rhizoctonia solani*, esta enfermedad puede causar pérdidas de un 50% en los rendimientos, ataca raíces; las plantas afectadas son más pequeñas y están marchitas. En la raíz se notan pequeños puntos rojizos alargados que con el tiempo crecen y pueden llegar a formar canchales rojizos, hundidos, oscuros, la raíz principal se deforma y se ven los tejidos internos (IICA, 2008).



Figura 6. Daño de *Rhizoctonia solani* en la Raíz de la Planta de Frijol

Fuente: IICA, 2008.

1.5.4.2.3 Tizón Común Del Frijol

Es causado por la bacteria *Xanthomonas axonopodis*, la infección inicial aparece en forma de puntos acuosos por el envés de la lámina foliar; al aumentar de tamaño, adquieren forma irregular las lesiones pueden unirse y formar manchas de color café de tamaño considerable, las cuales están rodeadas por una franja estrecha de color amarillo. En las vainas se pueden presentar manchas indefinidas de color café, las cuales, cuando el ataque es severo, pueden ocasionar decoloración y daños en la semilla. Para su control se recomienda la rotación de cultivos, sembrar semilla libre de la bacteria y utilizar variedades tolerantes (INIFAP, 2007).



Figura 7. Síntomas del “Tizón Común“, Causado por *Xanthomonas phaseoli* en Frijol

Fuente: SAGARPA-INIFAP, 2002.

1.5.4.2.4 Tizón De Halo

Es causado por *Pseudomonas phaseolicola*. Se caracteriza por presentar pequeñas manchas de color café similares a pecas alrededor de los estomas, las que al desarrollarse presentan un halo característico de color amarillento con el centro necrosado, una clorosis generalizada en toda la planta se manifiesta bajo ataque severo de la enfermedad y los tejidos presentan una característica pudrición seca y llegan a manifestarse exudaciones de color gris o blanquecino las cuales

son masas bacterianas que son diseminadas por la lluvia y constituyen el inóculo primario de la enfermedad. La rotación de cultivos por al menos tres años es un método de control efectivo, lo mismo que el uso de semilla sana, Cuando el ataque de bacterias es muy severo se sugiere aplicar sulfato de estreptomina a una dosis de 4 gr/L de agua repitiendo la aspersion cada 8 días (SAGARPA-INIFAP, 2002).



Figura 8. Tizón Halo en Frijol
Fuente: SAGARPA-INIFAP, 2011.

1.5.4.2.5 Cenicilla

Es causada por *Erysiphe polygoni*, es muy frecuente en condiciones de sequía y de baja humedad relativa, los primeros síntomas se observan tanto en el haz como en el envés de las hojas como lesiones estrelladas de color blanquecino que da una apariencia polvosa a los tejidos afectados. En los tallos ocasiona lesiones blancuzcas que luego se tornan rojizas o purpuras. El hongo también afecta vainas produciendo lesiones de color negro que luego se tornan blanquecinas hasta llegar a cubrir totalmente la vaina, para su control se recomiendan fungicidas como el Elosal 720 SC (Azufre)(3.0 cc/l), Agroil-100 (3.0 a 5.0 cc/l) (Tamoyo y Londoño, 2001).



Figura 9. Cenicilla en Frijol
Fuente: Tamoyo y Londoño, 2001.

1.5.4.2.6 Antracnosis

Es causada por *Colletotrichum lindemuthianum*, cuando ocurre en los frutos es más severa que en follaje. En vainas verdes, la infección aparece como descolorida, circular, ligeramente hundida, acuosa y frecuentemente envuelve gran parte de la superficie de la vaina. A medida que las manchas se agrandan, los centros de estas se oscurecen. Para su control se recomienda sembrar semilla tratada con Arasán, y aplicar cada semana aspersiones al follaje de Cupravit Forte (Tobar, 1982).



Figura 10. Antracnosis en Hoja y Vaina de Frijol
Fuente: Tamoyo y Londoño. 2001.

1.6 Uso De Fitorreguladores En El Cultivo De Frijol

Las sustancias hormonales en las plantas juegan un papel vital en la regulación de los procesos de crecimiento y desarrollo en los órganos de la planta. Cuando es secretada, cada hormona tiene efectos sobre los procesos metabólicos celulares, lo

que en última instancia controla todas las áreas dentro del ciclo de vida de la planta. Cuando se secreta en cantidades excesivas o deficientes, pueden desencadenarse alteraciones en los procesos de crecimiento normal o natural (Wang *et al.*, 2009), es por ello que se han realizado algunas investigaciones sobre aplicaciones de algunas fitohormonas en el cultivo de frijol tales como las mencionadas a continuación.

1.6.1 Giberelinas

Investigaciones realizadas por Villanova y Larios (1972) al aplicar ácido giberelico a plántulas de frijol en la zona apical del tallo a una concentración de 50 ppm a los 14 días ya germinadas las plántulas ocasiono un aumento significativo de aproximadamente el 20% en el peso total de las plantas, el alargamiento del tallo, altamente significativo, la reducción del peso seco del sistema radical, además de incrementar significativamente la relación partes aéreas/raíces y el número de hojas.

Por otro lado Nieman y Bernstein (1959) al asperjar ácido giberelico en las hojas del cultivo de frijol a una concentración de 10 y 100 ppm en dos niveles de salinidad (bajo 0 y 1.5 atm; y alto 3 y 4.5 atm) encontraron que a bajas concentraciones de salinidad, el ácido giberelico aumento la longitud del tallo, el peso fresco y seco de la planta, el área por hoja, área total de las hojas de toda la planta y el rendimiento en granos, mientras que a altas concentraciones el ácido giberelico indujo un crecimiento tan severo que suprimió la expresión de todos los efectos del ácido.

Al aplicar diferentes concentraciones de ácido giberelico en dos variedades de frijol (0, 0.5, 2, y 8 ppm para la variedad Poncho y 0, 31, 25, 125, y 500 ppm para la

variedad Matterhorn) Pavlista *et al.*, (2013) encontraron un aumento significativo en el rendimiento de ambas variedades de un 14% al 18 % en las concentraciones más altas del ácido giberelico.

1.6.2 Auxinas

En trabajos realizados por Buitron (2009) al aplicar auxinas en cultivo de frijol negro variedad calima, encontraron que la concentración de 400 cc/ha fue la que indujo un mayor incremento en el rendimiento.

1.6.3 Citoquininas

Leite *et al.*, (2003) al aplicar citoquininas en el cultivo de frijol a una concentración de 30 mg/L⁻¹ observaron que la citoquinina disminuyó la emergencia de la planta y el crecimiento inicial de la raíz, pero conforme crecían las plantas, las diferencias en el crecimiento de raíces desapareció; las plantas fueron más pequeñas, y se presentó una disminución en el número de nodos, en el diámetro del tallo, en el área foliar y en el rendimiento de materia seca.

1.6.4 Ácido Salicílico

En el 2013 Najafabadi *et al.*, en su investigación titulada “Efecto de diferentes concentraciones de ácido salicílico en características morfológicas y rendimiento de frijol blanco en condiciones de salinidad” aplicaron diferentes concentraciones de ácido salicílico (0 , 0,1, 0,5 y 1,0 mM) con diferentes métodos de aplicación (suelo ,Foliar y Cebado),demostrando que la aplicación foliar de ácido salicílico a concentraciones de 0.1 y 0.5 mM indujo un mayor aumento de la altura del tallo , diámetro del tallo, número de vainas , semillas por vaina , rendimiento por planta, peso seco de las plantas y peso seco del grano.

1.6.4.1 Origen Del Ácido Salicílico

El uso de extractos de corteza de sauce como analgésico y antipirético se remonta a varios siglos antes de la era cristiana en Europa, sin embargo no fue hasta la primera mitad del siglo XIX cuando el químico alemán Johann Buchner, estudiando la corteza del sauce aisló por primera vez lo que llamó salicilina. El término ácido salicílico (AS) fue acuñado por Raffaele Piria en 1838 inspirado en el término latino *Salix* utilizado para designar al sauce, y patentado más tarde y metilado por la compañía Bayer. Actualmente está considerado como una hormona vegetal debido a su implicación en la regulación de la planta (Palma, 2009).

1.6.4.2 Propiedades Del Ácido Salicílico

El ácido salicílico es un beta-hidroxiácido con propiedades queratolíticas y antimicrobianas ampliamente empleado en dermatología por su capacidad de promover la descamación epidérmica a través de la ruptura de los puentes desmosómicos intercelulares y evitar la contaminación por bacterias y hongos oportunistas, su estructura química es 2-hidroxibenzoico, su fórmula molecular es: $C_7H_6O_3=138.1$ su forma física se encuentra en cristales blancos, generalmente como pequeñas agujas o como polvo blanco o veloso. Su forma sintética es blanca e incolora pero el preparado de salicato natural de metilo puede tener un tinte ligeramente amarillo o rosa, y un débil olor mentolado. Es soluble 1 en 460 de agua, 1 en 15 de agua hirviendo, 1 en 3 de alcohol, 1 en 45 de cloroformo, 1 en 3 de éter, y 1 en 135 de benceno (Cuellar *et al.*, 2008).

1.6.4.3 Biosíntesis Del Ácido Salicílico

En las plantas superiores el AS parece derivar del shikimato-fenilpropanoide. Se han propuesto dos caminos de síntesis de AS a partir de la fenilalanina, la diferencia entre uno y otro se encuentra en el paso de hidroxilación del anillo aromático (Fig.11) en una reacción mediada por la enzima fenilalanina-amonioliasa (PAL) la fenilalanina es convertida en ácido cinámico, este último es transformado en ácido benzoico (AB) o en ácido orto-cumárico los cuales se supone son los precursores del AS (Raskin, 1992).

El AS se encuentra en los tejidos de las plantas en forma libre o en forma conjugada. A excepción de unas pocas plantas como el arroz y la papa generalmente no se encuentran gran cantidad de AS endógeno en forma libre. Las formas conjugadas son glucósidos, ésteres, amidas y ácidos dihidroxibenzoicos. Se supone que cuando se requiere de AS una parte de ello proviene de las reservas de formas conjugadas (Henning *et al.*, 1993) mientras que otra parte proviene de la actividad del PAL (Raskin, 1992).

En cuanto a la distinción entre la aplicación de AS o de ácido acetilsalicílico en las plantas no se ha detectado diferencia importante entre uno y otro. Se supone que al acetilsalicílico es rápidamente convertido a AS en los tejidos tanto de plantas como de animales.

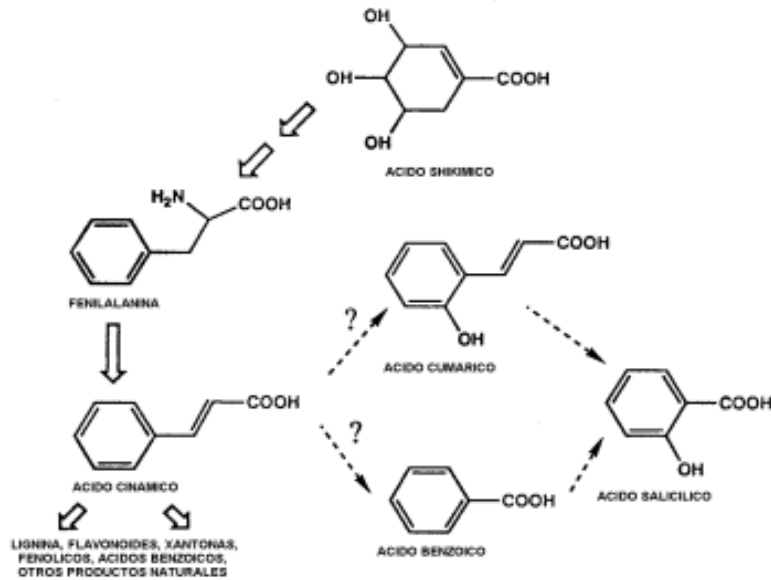


Figura 11. Vía Propuesta de Síntesis de Ácido Salicílico en Plantas
Fuente: Raskin, 1992.

1.6.4.4 Papel Fisiológico Del Ácido Salicílico En La Planta

El ácido salicílico (AS) además de favorecer el crecimiento vegetal, está involucrado en diversos procesos fisiológicos tales como termogénesis, resistencia a patógenos, inducción a la floración, el crecimiento de raíces y absorción de nutrimentos (Hayat *et al.* 2007), (Larqué *at al.*, 2010). No obstante, también existen reportes sobre el efecto inhibitor del AS en el crecimiento de raíces como una respuesta alelopática (Shettel y Balke, 1983).

1.6.4.5 Uso Del Ácido Salicílico En La Agricultura

Entre los efectos benéficos del AS se tiene los reportados por Villanueva *et al.*, (2009) en crisantemos (*Chrysanthemum morifolium*) en donde se favoreció el crecimiento de la planta en diámetro y altura; Gómez y Cepeda (2010) reportaron los beneficios del AS en canola al reducirse las necesidades de riego además de aumentar el número de silicuas y de granos. Por otra parte, Gallego *et al.*, (2011)

mencionan que los niveles de AS son inversamente proporcionales a los niveles de lignina y al crecimiento en algunas plantas, señalando que el AS es un componente central en el crecimiento al reducir la formación de carbohidratos en la membrana celular.

Se ha mencionado la importancia de las aplicaciones del AS en el crecimiento y desarrollo de las plantas.

1.7 Análisis Del Crecimiento En Frijol

Las técnicas usadas para cuantificar los componentes del crecimiento son conocidas, en forma general como “análisis del crecimiento”. Tales procedimientos representan la primera etapa en el análisis de la producción primaria y constituye la forma más práctica de evaluar la producción fotosintética neta (Iwaki *et al*, 1996).

El análisis de crecimiento es básico para comprender mejor los procesos fisiológicos que determinan la producción vegetal (Escalante y Kohashi, 1993). El peso de la materia seca es el criterio más apropiado para medir el crecimiento y magnitud del sistema de absorción de la planta, referido frecuentemente al área foliar total (Radford, 1967). El área foliar es la medida usual del tejido fotosintético de un cultivo. El tamaño y la duración del aparato fotosintético están relacionados con el rendimiento. Asimismo, el mayor crecimiento del dosel vegetal proporciona una mayor intercepción de luz, lo cual incrementa la fotosíntesis y producción de biomasa (Escalante, 1999).

El análisis de crecimiento ha tratado de explicar matemáticamente la velocidad de acumulación de materia seca en función del tiempo y la eficiencia del dosel vegetal (Escalante y Kohashi, 1993).

1.7.1 Coeficientes De Partición De Biomasa

Es la producción de biomasa asignada a hojas, tallos y raíz. Se expresa en gramos, al dividir la cantidad de biomasa de cada órgano entre la cantidad de biomasa total.

Coeficiente de partición de biomasa de hoja: permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total producida durante la fotosíntesis, $CPB \text{ Hoja} = \left(\frac{PS_{Hoja}}{PST} \right)$.

Coeficiente de partición de biomasa del tallo: permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total durante la fotosíntesis, $CPB \text{ Tallo} = \left(\frac{PS_{Tallo}}{PST} \right)$.

Coeficiente de partición de la raíz: permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total producida durante la fotosíntesis, $CPB \text{ Raíz} = \left(\frac{PS_{Raíz}}{PST} \right)$.

1.7.2 Índices De Crecimiento

Para estimar los índices de eficiencia en el crecimiento es necesario obtener el peso seco de las plantas, órganos y área foliar en intervalos de tiempo durante el desarrollo del vegetal (Radford, 1967; Hunt, 1981; Beadle, 1988), lo cual brinda información más precisa de la eficiencia con que las plantas acumulan y traslocan fotosintetizando.

La Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) se define como el incremento de materia vegetal por unidad de materia vegetal presente, por unidad de tiempo. Representa la eficiencia de la planta como productora de nuevo material. Las unidades en que se expresa son: $g \cdot g^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, matemáticamente se expresa como: $TCR = \frac{\ln PS_2 - \ln PS_1}{t_2 - t_1}$.

La Tasa de Asimilación Neta (TAN) es el incremento de materia vegetal por unidad de sistema asimilativo, por unidad de tiempo. Este índice representa una medida del balance que existe entre la actividad fotosintética y la actividad respiratoria de la planta. Las unidades en que se expresa son: $g \cdot cm^{-2} \cdot dia^{-1}$. Matemáticamente se expresa como: $TAN = ((PS2-PS1)/(t2-t1)) * ((\ln AF2 - \ln AF1)/(AF2 - AF1))$.

Mientras que la Relación de Área Foliar (RAF) es la proporción de sistema asimilativo por unidad de materia vegetal presente en un instante de tiempo. Se expresa en $cm^{-2} \cdot g^{-1}$. Matemáticamente se expresa como: $RAF = ((AF1/PS1) + (AF2/PS2))/2$.

La Relación de Peso Foliar (RPF) está formado por dos componentes; la magnitud del peso seco de la hoja y por la unidad de peso seco total de la planta. No tiene unidades en que se pueda expresar. Aunque es una medida instantánea, a menudo se emplea la medida entre el intervalo de $t1$ a $t2$. Matemáticamente se expresa como; $RPF = ((PSH1/PS1) + (PSH2/PS2))/2$.

El Área Foliar Especifica (AFE) expresa la densidad o el grosor de la hoja. Es una medida de relación entre el área foliar y el peso seco de la hoja por lo que las unidades en que se expresa son; $cm^{-2} \cdot g^{-1}$. Matemáticamente expresa como: $AFE = ((AF1/PSH1) + (AF2/PSH2))/2$.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Rancho Santa Elena de Loberos ubicado a 20 Km al Noroeste de Sombrerete Zacatecas México, en las coordenadas 23°68'27.78" de Latitud Norte y 103°47'50.00" de Longitud Oeste en el ciclo tardío Julio-Noviembre 2013. El terreno cuenta con un suelo de textura franco arenosa constituido por 64% de arena, 26% de limo, y 10% de arcilla, con 1.6% de materia orgánica y pH de 7.4. El sitio tiene una altitud de 2220 msnm y una pendiente del 3% y está ubicado en la principal zona de producción de frijol de temporal a nivel nacional.

Este sitio cuenta con una precipitación media cercana a los 500 mm. Donde los meses con mayor lluvia son junio (84.6 mm), julio (108.4 mm), agosto (114.0 mm), septiembre (94.3 mm), octubre (44.1 mm) y noviembre (17.7 mm), la zona posee un clima templado a seco con una temperatura media anual de 16° C. Las temperaturas en primavera por los meses de marzo y abril oscilan entre los 20° máxima y 10° mínima. En los meses del verano alcanza hasta los 25°, mientras que en julio y agosto, época de lluvias, la temperatura oscila entre los 13° mínima y los 24.5° máxima. En otoño las temperaturas varían entre los 8° y 20° máxima y durante el invierno entre los 0° y 18° máxima. (Ortiz, 1998).

El cultivo fue sembrado el 27 de Julio del 2013, las parcelas para cada una de las variedades consistieron en 6 surcos de 40 m de largo y 70 cm de distancia entre surcos, los primeros seis surcos correspondieron a la variedad AN10 y los otros seis a la variedad AN05 del tipo flor de Mayo con una densidad de 40 plantas por

surco. El manejo que se le dio al cultivo fue el utilizado y recomendado por los productores de la región con ayuda del agricultor cooperante el Sr. Adalberto Castañeda Madrid. La aplicación de los tratamientos se hizo utilizando una mochila aspersora marca Swissmex con una capacidad de 8Lts. Se realizaron 2 aplicaciones de las diferentes concentraciones de Ácido Salicílico (AS) con un intervalo de 10 días cada una, llevándose a cabo la primera aplicación cuando la planta presentó la segunda y tercera hoja verdadera. La aspersion se realizó tanto en el haz como en el envés de las hojas y se etiqueto cada planta con su respectivo tratamiento aplicado. En total se hicieron 7 muestreos con un intervalo de entre 8 a 12 días entre cada uno, realizándose el primer muestreo después de 10 días de la primera aplicación de los tratamientos. Se colectaron muestras de plantas de frijol de cada tratamiento en una prensa las hojas y en bolsas de papel estraza los tallos, flores y vainas para ser llevadas al laboratorio y tomar los diferentes datos.

El experimento se estableció utilizando un diseño experimental de bloques al azar, con 4 tratamientos y 6 repeticiones. Los tratamientos consistieron en diferentes concentraciones de AS que fueron: $T_1=0$; $T_2=1 \times 10^{-10}$ M; $T_3=1 \times 10^{-8}$ M y $T_4=1 \times 10^{-6}$ M. Las soluciones de AS se prepararon en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y posteriormente se llevaron a campo para su aplicación.

Las variables agronómicas que se emplearon en esta investigación fueron: Área foliar, peso seco del tallo, peso seco de la hoja, peso seco de la flor, peso seco de la vaina, peso seco total, numero de vainas por planta, y número de granos por

vaina. La medición del área foliar se realizó una vez ya estando en el laboratorio por medio del integrador del área foliar marca LI-COR modelo 3100, posteriormente para determinar el peso seco del tallo, peso seco de la hoja, peso seco de la flor y peso seco de la vaina se pusieron las diferentes partes ya disectadas en una estufa de secado marca Felisa modelo 293A durante 72 horas a una temperatura de 75°C, ya concluido el tiempo de secado las muestras se pesaron en una balanza analítica marca AND modelo GR-120 para obtener el peso seco de las muestras. El peso seco total se obtuvo de la sumatoria de cada uno de los datos de pesos secos obtenidos por planta. El número de vainas por planta se obtuvo contando las vainas en cada planta, mientras que el número de granos por vaina se obtuvo contando el total de granos que había por planta y obteniendo un promedio por vaina. El rendimiento se estimó contando y pesando los granos de las vainas de 5 plantas por tratamiento, y extrapolado los datos obtenidos a toneladas por hectárea.

Una vez obtenidos los datos se procedió a calcular los Coeficientes de Partición de Biomasa (CPB) e índices de crecimiento.

Para determinar el CPB del tallo se dividió el peso seco de tallo entre el peso seco total, para obtener el CPB de hoja se dividió el peso seco de la hoja entre el peso seco total, para el CPB de la flor se dividió el peso seco de la flor entre el peso seco total y para obtener el CPB de la vaina se dividió el peso seco de la vaina entre el peso seco total. Se expresó en porcentaje indicando en gramos la cantidad de materia que se envía a cada parte de la planta para su crecimiento y desarrollo.

Para determinar los índices de crecimiento se tomó en cuenta la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), Tasa de Asimilación Neta (TAN), Relación de Área Foliar (RAF), Relación de Peso Foliar (RPF), Área Foliar Especifica (AFE).

La Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) se obtuvo al sacar el logaritmo natural de peso seco total dos, menos el logaritmo natural de peso seco total uno, entre el intervalo de días entre cada muestreo, se expresa como el incremento en masa seca de la planta en un intervalo de tiempo dado, tomando como referencia el valor de la masa seca producida y acumulada, matemáticamente se expresa:

$$TCR = \frac{(\ln(PsT2)) - (\ln(PsT1))}{(T2 - T1)}, \text{ expresada en } g \cdot g^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}.$$

La Tasa de Asimilación Neta (TAN) se obtuvo restando el peso seco total dos menos peso seco total uno, entre el intervalo de días de cada muestreo, multiplicando por el logaritmo natural de área foliar dos menos el logaritmo natural del área foliar uno, dividido entre el área foliar dos menos área foliar uno, expresa la producción de materia seca elaborada por planta, determinada por la diferencia entre la fotosíntesis y la respiración, matemáticamente se expresa:

$$TAN = \left(\frac{(PsT2 - PsT1)}{(T2 - T1)} \right) \left(\frac{(\ln(AF2) - \ln(AF1))}{(AF2 - AF1)} \right) \text{ expresada en } g \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{dia}^{-1}.$$

La Relación de Área Foliar (RAF) se obtuvo al dividir el área foliar uno entre peso seco total uno, más el área foliar dos entre peso seco total dos, entre la constante dos. Es la relación entre el área foliar total y la materia seca total por planta, matemáticamente se expresa: $RAF = \frac{((AF1 + PsT1) + (AF2 + PsT2))}{2}$, expresada en $\text{cm}^2 \cdot g^{-1}$.

La Relación de Peso Foliar (RPF) se obtuvo al dividir el peso seco de la hoja uno entre el peso seco total uno, sumando el peso seco de la hoja dos entre el peso seco total dos, dividido con la constante dos, este índice determina la distribución de asimilados hacia las hojas y es un indicador de la frondosidad de la planta, matemáticamente se expresa: $RPF = \frac{((PSH1 + P_sT1) + (PSH2 + P_sT2))}{2}$, expresada en $g \cdot g^{-1}$.

El Área Foliar Especifica (AFE) se obtuvo al dividir el área foliar uno entre el peso seco de la hoja uno, sumando el área foliar dos entre el peso seco de la hoja dos, dividido entre la constante dos. Mide el grosor de la hoja y representa la superficie en área foliar por gramo de hoja, matemáticamente se expresa:

$$AFE = \frac{((AF1 + PSH1) + (AF2 + PSH2))}{2}, \text{ expresada en } cm^2 \cdot g^{-1}.$$

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente con ayuda del Programa Estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.1 Coeficientes de Partición de Biomasa

Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias de los Coeficientes de Partición de Biomasa (Cuadro1), mostraron que en el primer muestreo de la variedad AN10 la hoja fue el órgano al que se le destinó mayor envío de biomasa para su formación; el CPBT tuvo diferencia significativa entre los tratamientos, donde las plantas del tratamiento de mayor concentración de AS superaron significativamente a las plantas de los demás tratamientos, en la variable CPBH también hubo diferencia significativa, donde el tratamiento testigo fue el que indujo el mayor envío de biomasa a la hoja, superando al tratamiento AS $1 \times 10^{-6}M$ con un 2.65%. Para el muestreo del 2 de septiembre se observó la misma tendencia que en el muestreo anterior, siendo la hoja el órgano de la planta al cual se le mandó mayor biomasa; en el CPBT no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, aunque si diferencia numérica, donde el tratamiento de AS $1 \times 10^{-8}M$ fue el que provocó mayores valores, superando en un 4.91% al testigo y al tratamiento de AS $1 \times 10^{-10}M$ los cuales resultaron ser estadística y numéricamente iguales; para el CPBH tampoco se presentó diferencia significativa, aunque si una numérica, siendo el tratamiento de AS $1 \times 10^{-6}M$ el que indujo el mayor valor numérico, superando en un 1.47% al testigo; por otro lado en el CPBF no hubo diferencia significativa, aunque numéricamente los tratamientos de AS $1 \times 10^{-8}M$ y AS a $1 \times 10^{-10}M$ fueron iguales y los de mayor valor, teniendo una diferencia de un 42.10% con el tratamiento testigo.

Cuadro 1. Análisis de Varianza y Comparación de Medias de los Coeficientes de Partición de Biomasa de Dos Variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Asperjadas con Diferentes Concentraciones de Ácido Salicílico (AS).

Variedad	Tratamientos	Variables	Muestras					
			24-ago-13	02-sep-13	10-sep-13	21-sep-13	01-oct-13	11-oct-13
AN10		Testigo	0.284 b +	0.305 a	0.320 a	0.403 a	0.361 a	0.270 a
		AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.	0.293 ab	0.305 a	0.335 a	0.399 a	0.383 a	0.289 a
		AS 1x 10 ⁻⁸ M.	0.297 a	0.320 a	0.340 a	0.408 a	0.377 a	0.304 a
		AS 1x 10 ⁻⁶ M.	0.303 a	0.292 a	0.344 a	0.393 a	0.373a	0.318 a
		C.V. (%)	2.95	11.47	6.78	5.3	9.49	13.6
		S.E.	*	NS	NS	NS	NS	NS
		Testigo	0.716 a	0.676 a	0.659 a	0.518 a	0.381 b	0.213 a
		AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.	0.707 ab	0.669 a	0.637 a	0.545 a	0.369 b	0.239 a
		AS 1x 10 ⁻⁸ M.	0.703 b	0.653 a	0.630 a	0.541 a	0.423 a	0.244 a
		AS 1x 10 ⁻⁶ M.	0.697 b	0.686 a	0.628 a	0.544 a	0.421 a	0.252 a
		C.V. (%)	1.23	5.8	3.75	5.1	8.12	18.97
		S.E.	*	NS	NS	NS	*	NS
		Testigo		0.019 a	0.021 a	0.042 a	0.004 b	
		AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		0.027 a	0.027 a	0.040 a	0.005 b	
		AS 1x 10 ⁻⁸ M.		0.027 a	0.030 a	0.037 a	0.012 a	
		AS 1x 10 ⁻⁶ M.		0.022 a	0.027 a	0.044 a	0.014 a	
		C.V. (%)		28.02	21.98	14	60.66	
		S.E.		NS	NS	NS	*	
		Testigo			0.000 a	0.036 a	0.254 a	0.515 a
		AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.			0.001 a	0.017 a	0.243 a	0.471 a
	AS 1x 10 ⁻⁸ M.			0.000 a	0.015 a	0.187 a	0.450 a	
	AS 1x 10 ⁻⁶ M.			0.001 a	0.019 a	0.192 a	0.429 a	
	C.V. (%)			266.74	88.83	26.14	15.32	
	S.E.			NS	NS	NS	NS	
AN05		Testigo	0.334 a	0.314 a	0.351 a	0.416 a	0.370 a	0.303 a
		AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.	0.300 a	0.339 a	0.319 a	0.381 a	0.332 a	0.243 a
		AS 1x 10 ⁻⁸ M.	0.306 a	0.319 a	0.342 a	0.398 a	0.347 a	0.247 a
		AS 1x 10 ⁻⁶ M.	0.319 a	0.320 a	0.324 a	0.397 a	0.368 a	0.265 a
		C.V. (%)	14.55	9.1	8.6	8.82	14.12	16.28
		S.E.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
		Testigo	0.666 a	0.665 a	0.622 a	0.516 a	0.406 a	0.216 a
		AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.	0.700 a	0.637 a	0.655 a	0.543 a	0.427 a	0.218 a
		AS 1x 10 ⁻⁸ M.	0.694 a	0.660 a	0.625 a	0.534 a	0.413 a	0.238 a
		AS 1x 10 ⁻⁶ M.	0.681 a	0.664 a	0.652 a	0.536 a	0.388 a	0.238 a
		C.V. (%)	6.69	4.74	4.85	4.91	13.31	26.5
		S.E.	NS	NS	NS	NS	NS	NS
		Testigo		0.020 a	0.028 a	0.033 a	0.008 a	
		AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		0.023 a	0.026 a	0.056 a	0.006 a	
		AS 1x 10 ⁻⁸ M.		0.021 a	0.032 a	0.035 a	0.009 a	
		AS 1x 10 ⁻⁶ M.		0.017 a	0.024 a	0.040 a	0.001 a	
		C.V. (%)		18.99	21.91	51.89	201.33	
		S.E.		NS	NS	NS	NS	
		Testigo			0.000 a	0.036 a	0.216 a	0.480 a
		AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.			0.000 a	0.021 a	0.236 a	0.537 a
	AS 1x 10 ⁻⁸ M.			0.001 a	0.033 a	0.231 a	0.513 a	
	AS 1x 10 ⁻⁶ M.			0.001 a	0.027 a	0.243 a	0.495 a	
	C.V. (%)			190.33	55.99	42.79	12.4	
	S.E.			NS	NS	NS	NS	

*= Diferencia Significativa, **NS**= Diferencia No Significativa, **CV**= Coeficiente de Variación, **CPBT**= Coeficiente de Partición de Biomasa del Tallo, **CPBH**= Coeficiente de Partición de Biomasa de la Hoja, **CPBF**= Coeficiente de Partición de Biomasa de la Flor, **CPBV**= Coeficiente de Partición de Biomasa de la Vaina, += Valores Medios Seguidos de la Misma Letra, Estadísticamente son Iguales (DMS 0.05).

En el muestreo del 10 de septiembre nuevamente a la hoja fue a donde se distribuyó mayor biomasa; en el CPBT no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, siendo las plantas tratadas con la mayor concentración de AS las que distribuyeron mayor biomasa al tallo, enviando un 7.50% más que el testigo; en la variable CPBH tampoco hubo diferencia significativa entre los tratamientos, resultando ser las plantas testigo las que mayor biomasa enviaron, superando al tratamiento de AS $1 \times 10^{-6} \text{M}$ con un 4.70% que fue el de menor valor; en la variable CPBF no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, donde el tratamiento AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ fue el que indujo a la mayor formación de biomasa con una diferencia del 42.85% con respecto al testigo, para el CPBV tampoco se presentaron diferencias significativas, aunque numéricamente los tratamientos AS $1 \times 10^{-10} \text{M}$ y AS $1 \times 10^{-6} \text{M}$ fueron iguales y los de mayor valor, los cuales superaron al testigo.

En el muestreo del 21 de septiembre de igual forma que en el muestreo anterior, se observó que la hoja fue a la que mayor biomasa se le envió; en el CPBT no hubo diferencia significativa entre los tratamientos aunque numéricamente el de la concentración de AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ fue el de mayor valor, superando en un 1.24% a las plantas testigo, para el CPBH a pesar de que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, numéricamente el de mayor valor fue el de menor concentración de AS, quien superó al testigo con un 5.21%; en la variable CPBF tampoco hubo diferencia significativa, el tratamiento que mayor valor numérico tuvo fue el de la mayor concentración de AS quien supero en un 4.76% al testigo; para la variable CPBV nuevamente no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, las

plantas testigo fueron las que mayor biomasa mandaron, diferenciándose en un 58.33% con la concentración de AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ que fue la que obtuvo el valor más bajo.

Para el muestreo del 1 de octubre, la hoja siguió siendo el órgano al que se le envió mayor biomasa; en el CPBT no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, las plantas tratadas con la menor concentración de AS fueron las que mayor biomasa le mandaron al tallo, diferenciándose en un 6.09% con las plantas testigo; en la variable CPBH se presentó una diferencia significativa entre los tratamientos, resultando ser el tratamiento de la concentración AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ el que mayor valor obtuvo para esta variable, superando con un 11.02% al testigo; en el CPBF nuevamente hubo una diferencia significativa entre los tratamientos, las plantas tratadas con la concentración más alta de AS fueron las que mayor biomasa le enviaron a la flor; para el CPBV no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, resultando ser el tratamiento testigo el que indujo a las plantas a producir mayor biomasa para la vaina.

Para el muestreo del 11 de octubre a diferencia del muestreo anterior ahora la vaina fue el órgano de la planta al que se le distribuyó mayor biomasa para su formación; en el CPBT no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, pero si numérica, donde el tratamiento con el mayor valor fue el de la concentración de AS $1 \times 10^{-6} \text{M}$, el cual supero con un 17.77% al testigo; para la variable CPBH tampoco hubo diferencia significativa entre los tratamientos, aunque numéricamente el que tuvo mayor valor fue el de AS $1 \times 10^{-6} \text{M}$, superando con un 18.30% al testigo, mientras que para el CPBV nuevamente no se presentó una

diferencia significativa entre los tratamientos, a pesar de ello, las plantas testigo fueron las que mayor biomasa le distribuyeron a la vaina, diferenciándose en un 16.69% con el tratamiento de mayor concentración de AS.

Durante la evaluación de los CPB para la variedad AN10, se observó que el CPBT tuvo una tendencia de ir incrementando hasta el cuarto muestreo, donde alcanzó en este sus valores más altos, posteriormente fue descendiendo hasta el último muestreo, cabe mencionar que en esta variable al menos una de las concentraciones de AS siempre superó al testigo en todos los muestreos; por otro lado el CPBH tuvo una tendencia de ir descendiendo a través del tiempo, donde los mayores valores los obtuvo en el primer muestreo, cabe mencionar que en la mayoría de los muestreos al menos una de las concentraciones de AS supero al testigo; el CPBF tuvo sus primeros valores en el segundo muestreo, también tuvo tendencia de ir incrementando a través del tiempo, hasta llegar al penúltimo muestreo donde disminuyó, señalando que siempre el testigo fue superado por alguna concentración de AS; mientras que el CPBV alcanzo sus primeros valores en el tercer muestreo y fue incrementando con forme avanzaba el ciclo del cultivo, en esta variable el testigo obtuvo los mayores valores en la mayoría de los muestreos.

Por otro lado, en el primer muestreo de la variedad AN05 los resultados obtenidos del análisis de varianza y comparación de medias (Cuadro 1) mostraron que la hoja fue el órgano al que se le destinó más biomasa para su formación; en la variable CPBT no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, pero si numérica, donde el testigo alcanzó los mayores valores, superando al tratamiento

de menor concentración de AS en un 10.17%; en el CPBH tampoco hubo diferencia significativa entre los tratamientos, aunque numéricamente el tratamiento de menor concentración de AS supero al testigo con un 5.10%.

Para el muestreo del 2 de septiembre, se observó la misma tendencia que en el muestreo anterior, siendo la hoja el órgano de la planta al que se le envió mayor biomasa para su formación; en el CPBT no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento de AS $1 \times 10^{-10} \text{M}$ fue el que mayor biomasa indujo a distribuir, diferenciándose en un 7.96% con el testigo; en la variable CPBH a pesar de que no haya habido diferencia significativa alguna entre los tratamientos, el testigo fue el de mayor valor, el cual superó en un 4.21% al tratamiento de menor concentración de AS que fue el que obtuvo el valor más bajo para esta variable; por otro lado en el CPBF no se presentó nuevamente diferencia significativa, las plantas tratadas con la concentración de AS $1 \times 10^{-10} \text{M}$ fueron las que mandaron mayor biomasa a la flor, superando al testigo con un 15%.

Para el muestreo del 10 de septiembre, nuevamente la hoja fue a la cual se le distribuyó mayor biomasa para su formación; para el CPBT no hubo diferencia significativa entre tratamientos, el testigo alcanzo el mayor valor numérico para esta variable, el cual superó al tratamiento de menor concentración de AS con un 9.11%; en el CPBH el tratamiento que mayor valor numérico tuvo a pesar de que no haya habido diferencia significativa entre los tratamientos fue el de AS $1 \times 10^{-10} \text{M}$, diferenciándose en un 5.30% con el testigo; en la variable CPBF nuevamente no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ fue el que indujo a la planta a formar mayor biomasa para la flor;

mientras que para el CPBV tampoco hubo diferencia significativa entre los tratamientos, siendo los de mayor valor el de las concentraciones de AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ y AS $1 \times 10^{-6} \text{M}$ quienes fueron numéricamente iguales.

En el muestreo del 21 de septiembre de igual forma que en el muestreo anterior, se observó que la hoja fue a la que mayor biomasa se le mando; en el CPBT no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, resultando ser las plantas testigo las que distribuyeron mayor biomasa para el tallo, superando en un 8.41% a las tratadas con la concentración de AS $1 \times 10^{-10} \text{M}$; para el CPBH tampoco hubo diferencia significativa, las plantas tratadas con la concentración AS $1 \times 10^{-10} \text{M}$ fueron las que mayor biomasa mandaron a la hoja con un 5.23% de diferencia con el testigo; en la variable CPBF tampoco se presentó una diferencia significativa entre tratamientos, de igual forma que en la variable anterior, nuevamente el tratamiento de menor concentración de AS fue el que mayor biomasa indujo a formar; mientras que en el CPBV nuevamente no hubo diferencia significativa entre tratamientos, el tratamiento testigo fue el que obtuvo el valor numérico más alto con una diferencia del 41.66% con respecto al tratamiento que tuvo menor valor para esta variable.

Para el muestreo del 1 de octubre nuevamente la hoja fue a la que se le envió mayor biomasa; para el CPBT no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, las plantas testigo fueron las que mayor biomasa distribuyeron, superando en un 10.27% a las plantas tratadas con la mínima concentración de AS; en el CPBH tampoco hubo diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento de menor concentración de AS fue el que indujo a enviar mayor

biomasa para la hoja con un 5.17% más que el testigo; en la variable CPBF nuevamente no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, el tratamiento de AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ fue el que mayor valor numérico tuvo, superando con un 12.5% al testigo; mientras que para la variable CPBV no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, aunque numéricamente la concentración AS $1 \times 10^{-6} \text{M}$ fue la de mayor valor, diferenciándose en un 12.5% con el testigo.

Por otro lado, en el muestreo del 11 de octubre a diferencia del muestreo anterior, ahora la vaina fue el órgano de la planta al que se le asignó mayor biomasa para su formación; en el CPBT no hubo diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo numéricamente las plantas testigo fueron quien distribuyeron mayor biomasa, diferenciándose en un 19.80% con el tratamiento de menor concentración de AS ; en la variable CPBH tampoco hubo diferencia significativa, los tratamientos AS $1 \times 10^{-8} \text{M}$ y AS $1 \times 10^{-6} \text{M}$ fueron numéricamente iguales y los que indujeron a formar mayor biomasa a la hoja, superando en un 10.18% al testigo; mientras que en la variable CPBV tampoco se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, las plantas tratadas con la concentración AS $1 \times 10^{-10} \text{M}$ fueron las que enviaron mayor biomasa, diferenciándose con el testigo en un 11.87%.

Durante la evaluación de los CPB para la variedad AN05, se observó que el CPBT tuvo una tendencia de incremento conforme avanzaba el ciclo del cultivo, en la mayoría de los muestreos para esta variable el testigo superó a las distintas concentraciones de AS; la variable CPBH tuvo una tendencia de decremento a través del tiempo, alcanzando sus mayores valores al inicio del cultivo, en la

mayoría de los muestreos al menos una concentración de AS siempre supero al testigo, por otro lado el CPBF tuvo sus primeros valores en el segundo muestreo, mostrando una tendencia de incremento conforme avanzaban los muestreos, durante la evaluación de esta variable siempre el testigo fue superado, mientras el CPBV alcanzo sus primeros valores en el tercer muestreo, tuvo una tendencia de incremento, en la mayoría de los muestreo el testigo siempre fue superado.

Finalmente se puede observar que la variedad AN10 envió mayor cantidad de biomasa total para la formación del tallo, hoja, flor y vaina que la variedad AN05, teniendo así plantas más vigorosas que en la AN05; por otro lado también se observó que la variedad AN10 fue más precoz en la formación de flores y vainas comparada con la AN05.

1.2 Índices de Crecimiento

Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias de los Índices de Crecimiento (Cuadro 2), mostraron que en la variedad AN10 la variable TCR en el primer muestreo no presentó diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo el tratamiento que indujo a una mayor velocidad de crecimiento fue el de la concentración de AS $1 \times 10^{-6} \text{M}$ quien superó al testigo con un 10.75%. Para la toma de datos de 10 de septiembre hubo una tendencia de disminución en los valores de esta variable, nuevamente la misma concentración de AS fue la que obtuvo el valor más alto con un 55.71% más que el testigo a pesar de que no existió diferencia significativa entre tratamientos. En el muestreo del 21 de septiembre siguieron disminuyendo los valores de la TCR a excepción de las plantas testigo, resultando así ser las de mayor velocidad de crecimiento con $0.04 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ más que las de menor valor. Esta tendencia de disminución de la TCR, nuevamente se observó en el muestreo del 1 de octubre donde hubo una diferencia altamente significativa entre los tratamientos. El tratamiento de mayor concentración de AS indujo el valor más alto con un 65.21% por encima del testigo. Para el último muestreo los valores de esta variable continuaron disminuyendo a excepción del testigo y del tratamiento de menor concentración de AS, siendo las plantas testigo las que mayor velocidad de crecimiento tuvieron.

Para la variedad AN05 (Cuadro 2) se apreció en el primer muestreo que no hubo diferencia significativa entre tratamientos, aunque numéricamente el tratamiento con la concentración más alta de AS fue el que provocó la mayor velocidad de crecimiento, superando en un 5.15% al testigo.

Cuadro 2. Análisis de Varianza y Comparación de Medias de los Índices de Crecimiento de Dos Variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Asperjadas con Diferentes Concentraciones de Ácido Salicílico (AS).

Variedad	Tratamientos	Variables	Muestras				
			02-sep-13	10-sep-13	21-sep-13	01-oct-13	11-oct-13
AN10	Testigo		0.093 a +	0.070 a	0.093 a	0.046 ab	0.085 a
	AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		0.098 a	0.087 a	0.058 a	0.016 b	0.041 b
	AS 1x 10 ⁻⁸ M.	TCR	0.101 a	0.100 a	0.049 a	0.058 a	0.051 b
	AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(g*g ⁻¹ *dia ⁻¹)	0.103 a	0.109 a	0.062 a	0.076 a	0.036 b
	C.V. (%)		39.84	38.67	49.23	53.64	34.96
	S.E.		NS	NS	NS	**	**
	Testigo		5.370 a	4.680 a	6.990 a	5.000 ab	13.000 a
	AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		5.720 a	6.030 a	4.580 a	1.000 b	7.000 b
	AS 1x 10 ⁻⁸ M.	TAN	5.780 a	6.210 a	3.770 a	6.000 a	8.000 b
	AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(g*m ² *dia ⁻¹)	5.840 a	6.850 a	4.820 a	8.000 a	5.000 b
	C.V. (%)		40.69	41.58	55.92	59.85	35.46
	S.E.		NS	NS	NS	*	**
	Testigo		171.587 a	172.758 a	146.008 a	95.262 a	60.366 a
	AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		171.887 a	147.878 a	124.667 a	98.734 a	62.193 a
	AS 1x 10 ⁻⁸ M.	RAF	181.791 a	166.300 a	129.675 a	101.173 a	67.033 a
	AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(cm ² *g ⁻¹)	176.290 a	159.273 a	131.203 a	103.126 a	67.621 a
	C.V. (%)		7.15	16.32	15.79	6.65	11
	S.E.		NS	NS	NS	NS	NS
	Testigo		0.696 a	0.668 a	0.589 a	0.450 a	0.297 a
	AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		0.688 a	0.653 a	0.591 a	0.457 a	0.304 a
AS 1x 10 ⁻⁸ M.	RPF	0.678 a	0.641 a	0.585 a	0.482 a	0.334 a	
AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(g*g ⁻¹)	0.691 a	0.657 a	0.586 a	0.482 a	0.336 a	
C.V. (%)		2.96	3.51	3.32	5.19	9.25	
S.E.		NS	NS	NS	NS	NS	
Testigo		246.758 a	258.794 a	245.654 a	208.605 a	209.603 a	
AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		250.011 a	225.828 a	212.137 a	214.109 a	207.110 a	
AS 1x 10 ⁻⁸ M.	AFE	275.528 a	265.026 a	221.859 a	208.610 a	204.513 a	
AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(cm ² *g ⁻¹)	255.244 a	241.778 a	224.127 a	212.178	207.090 a	
C.V. (%)		12.91	19.34	15.11	5.5	7.42	
S.E.		NS	NS	NS	NS	NS	
AN05	Testigo		0.097 a	0.056 a	0.055 a	0.038 a	0.042 a
	AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		0.081 a	0.084 a	0.084 a	0.039 a	0.032 a
	AS 1x 10 ⁻⁸ M.	TCR	0.079 a	0.089 a	0.095 a	0.052 a	0.023 a
	AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(g*g ⁻¹ *dia ⁻¹)	0.102 a	0.078 a	0.061 a	0.037 a	0.034 a
	C.V. (%)		32.59	65.26	43.81	57.47	50.88
	S.E.		NS	NS	NS	NS	NS
	Testigo		6.290 a	4.140 a	4.800 a	4.720 a	6.400 a
	AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		5.050 a	5.650 a	7.180 a	3.910 a	8.700 a
	AS 1x 10 ⁻⁸ M.	TAN	4.950 a	6.200 a	8.880 a	6.340 a	3.720 a
	AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(g*m ² *dia ⁻¹)	6.270 a	5.620 a	5.610 a	4.400 a	5.990 a
	C.V. (%)		31.22	62.87	46.73	56.11	68.7
	S.E.		NS	NS	NS	NS	NS
	Testigo		152.629 a	139.931 a	111.2778 a	87.330 a	65.301 a
	AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		163.589 a	152.207 a	120.952 a	88.548 a	59.879 a
	AS 1x 10 ⁻⁸ M.	RAF	161.689 a	142.007 a	110.021 a	88.303 a	62.430 a
	AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(cm ² *g ⁻¹)	159.689 a	146.686 a	112.560 a	86.524 a	59.003 a
	C.V. (%)		7.62	8.05	6.68	10.58	13.49
	S.E.		NS	NS	NS	NS	NS
	Testigo		0.666 a	0.644 a	0.569 a	0.461 a	0.311 a
	AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		0.669 a	0.646 a	0.599 a	0.485 a	0.322 a
AS 1x 10 ⁻⁸ M.	RPF	0.677 a	0.643 a	0.580 a	0.473 a	0.325 a	
AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(g*g ⁻¹)	0.672 a	0.658 a	0.594 a	0.462 a	0.313 a	
C.V. (%)		3.9	3.4	4.11	5.57	13.17	
S.E.		NS	NS	NS	NS	NS	
Testigo		229.413 a	216.801 a	195.594 a	188.747 a	238.264 a	
AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.		247.606 a	238.209 a	201.216 a	181.812 a	190.725 a	
AS 1x 10 ⁻⁸ M.	AFE	239.441 a	220.338 a	189.564 a	185.537 a	195.996 a	
AS 1x 10 ⁻⁶ M.	(cm ² *g ⁻¹)	238.516 a	224.154 a	191.049 a	187.401 a	192.285 a	
C.V. (%)		9.51	10.32	7.35	6.54	15.78	
S.E.		NS	NS	NS	NS	NS	

SE= Significancia Estadística, **= Diferencia Altamente Significativa, *= Diferencia Significativa, NS= Diferencia No Significativa, CV= Coeficiente de Variación, TCR= Tasa de Crecimiento Relativo, TAN= Tasa de Asimilación Neta, RAF= Relación Área Foliar, RPF= Relación de Peso Foliar, AFE= Área Foliar Específica, += Valores Medios Seguidos de la Misma Letra, Estadísticamente son Iguales (DMS 0.05).

En el muestreo del 10 de septiembre los tratamientos AS 1×10^{-10} y AS 1×10^{-8} incrementaron sus valores, mientras que el resto los disminuyó, no se presentó diferencia significativa entre tratamientos aunque numéricamente el tratamiento de mediana concentración de AS fue el que indujo mayor velocidad de crecimiento con un 58.92% por arriba del testigo. En los datos obtenidos el 21 de septiembre se apreció que el tratamiento AS 1×10^{-8} aumentó su valor comparado con el muestreo anterior, mientras que el de AS 1×10^{-10} lo mantuvo y el resto de los tratamientos los disminuyó, no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, nuevamente el tratamiento de AS 1×10^{-8} fue el que indujo a una mayor velocidad de crecimiento superando en un 72.72% a las plantas testigo. En los datos obtenidos el 1 de octubre la TCR tuvo una tendencia de decremento, no se apreció diferencia significativa y nuevamente las plantas tratadas con la mediana concentración de AS fueron las que tuvieron mayor velocidad de crecimiento, superando en un 36.84% al testigo. En el último muestreo todos los tratamientos disminuyeron sus valores de TCR menos el testigo el cual tuvo un ligero incremento en su valor, siendo el tratamiento con mayores $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$.

Esta tendencia en los resultados observados en las plantas testigo de ambas variedades son similares a los obtenidos por Ápaez *et al.*, (2011) quienes al trabajar con dos tipos de climas (cálido y templado) y tres tipos de espaldera: frijol chino en espaldera convencional (testigo), frijol chino en espaldera de maíz y frijol chino en espaldera de girasol, encontraron que el frijol chino en espaldera convencional presentó tasas de crecimiento relativo (TCR) de $0.10 g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ en clima templado y $0.11 g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ en clima cálido. Por otra parte Alba *et al.*, (2005)

también obtuvieron resultados similares a las plantas testigo al evaluar en campo cuatro genotipos de habichuela (G9069, G10165, G18722 y Milenio) en donde la variedad Milenio (testigo) tuvo una TCR de $0.07 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ de materia seca previamente acumulada.

Se observó una tendencia a la disminución de la TCR a través del tiempo en las dos variedades, donde los mayores valores fueron alcanzados en los primeros muestreos, cabe señalar que el tratamiento que indujo la mayor velocidad de crecimiento para la variedad AN10 fue el de AS $1 \times 10^{-6} \text{ M}$ (Cuadro 2), aunque en el promedio final de $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ de todos los muestreos, el testigo y el tratamiento AS $1 \times 10^{-6} \text{ M}$ obtuvieron el mismo valor, esto debido a que en el último muestreo el testigo superó significativamente a este tratamiento; mientras que en la variedad AN05 (Cuadro 2) el tratamiento AS $1 \times 10^{-8} \text{ M}$ fue el que superó en la mayoría de los muestreos al testigo y el que tuvo una mayor velocidad de crecimiento en promedio final, por lo se puede mencionar que en ambas variedades en la mayoría de los muestreos, al menos una concentración de AS superó al testigo.

En la evaluación de la TAN de la variedad AN10 (Cuadro 2) en el muestreo del 2 de septiembre no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, aunque numéricamente el tratamiento AS $1 \times 10^{-6} \text{ M}$ fue el que obtuvo el valor más alto, superando al testigo con un 8.75%. En los datos del 10 de septiembre se observó un aumento en los valores para esta variable en todos los tratamientos de AS, excepto en el testigo; aunque no existió diferencia significativa entre los tratamientos, nuevamente la mayor concentración de AS tuvo más $\text{g} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{día}^{-1}$. Para el 21 de septiembre la tendencia de la TAN en los tratamientos de AS

decrece y por el contrario la del testigo se incrementa, siendo así el tratamiento testigo el del valor más alto. En el muestreo del 1 de octubre se apreció un aumento de los valores para esta variable por los diferentes tratamientos menos en el testigo y en el de la concentración más baja de AS. Hubo diferencia significativa entre los tratamientos, donde el tratamiento de la concentración más alta de AS fue el mejor, estando por encima del testigo en un 60%. En el muestreo del 11 de octubre se observó una tendencia de aumento para los valores de la TAN; se presentó una diferencia altamente significativa entre los tratamientos, donde el tratamiento testigo superó a todas las concentraciones de AS.

Por otro lado para la variedad AN05 (Cuadro 2) se observó que en el primer muestreo no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo numéricamente las plantas testigo fueron las que obtuvieron el mayor valor, superando con $1.34 \text{ g}\cdot\text{m}^2\cdot\text{dia}^{-1}$ al tratamiento de AS 1×10^{-8} . Para el segundo muestreo los tratamientos de AS 1×10^{-10} y AS 1×10^{-8} aumentaron sus valores de TAN mientras que los demás los disminuyeron, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos aunque numéricamente la concentración de AS 1×10^{-8} tuvo más $\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot\text{dia}^{-1}$, diferenciándose así en un 49.75% con el testigo. Para el 21 de septiembre todos los tratamientos tuvieron un incremento en sus valores menos el tratamiento con la concentración más alta de AS. No se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, nuevamente el tratamiento de mediana concentración de AS fue el que obtuvo el mayor valor, colocándose por encima del testigo con un 85%. En la toma de datos del 1 de octubre la TAN tuvo una tendencia de decremento, a pesar de que no hubo diferencia significativa entre

tratamientos numéricamente el tratamiento de AS 1×10^{-8} nuevamente fue el que obtuvo el valor más alto. Para el último muestreo se observó que todos los tratamientos aumentaron sus valores de TAN excepto el de mediana concentración de AS el cual lo disminuyó, no existió diferencia significativa entre tratamientos, aunque el tratamiento con la concentración más bajo de AS fue el del mejor valor con un 35.93% más de $\text{g} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$ que el testigo.

Estos resultados observados en las plantas testigo de ambas variedades son diferentes a los reportados por Garduño *et al.*, (2009) quienes al evaluar la biomasa y rendimiento de frijol con potencial ejotero en unicultivo y asociado con girasol encontraron que su testigo obtuvo una TAN de $0.88 \text{ g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$. Por otro lado Hernández *et al.*, (2012) también encontraron valores contrarios a las plantas testigo al evaluar la Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol obteniendo un testigo con una TAN de $0.18 \text{ g}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$.

Se observó que la TAN obtuvo valores altos y bajos en los diferentes muestreos de las dos variedades, pero todos ellos encaminados a una tendencia de aumento a través del tiempo; en la variedad AN10 el tratamiento de mayor concentración de AS fue el que en la mayoría de los muestreos superó al testigo, sin embargo el mejor valor final lo obtuvo el testigo, esto debido a que en el último muestreo se presentó una diferencia altamente significativa entre el testigo y este tratamiento, resultando ser el testigo el que superó significativamente al tratamiento AS 1×10^{-6} M, mientras que en la variedad AN05 fue el tratamiento AS 1×10^{-8} M el que en la mayoría de las veces siempre superó al testigo, sin embargo en el promedio final

el tratamiento AS 1×10^{-10} M fue el que indujo una mayor producción de materia seca elaborada por planta, debido a que numéricamente este tratamiento tuvo una diferencia muy grande para el último muestreo con la concentración de AS 1×10^{-8} M; cabe señalar que en ambas variedades en la mayoría de los muestreos alguna concentración de AS superó al testigo.

En la evaluación de la RAF para la variedad AN10 (Cuadro 2) el 2 de septiembre, no se presentó diferencia significativa entre los tratamientos, el tratamiento que obtuvo más $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ fue el de AS 1×10^{-8} M, el cual tuvo una diferencia de 5.94% con el testigo. En el muestreo del 10 de septiembre los valores de todos los tratamientos de AS disminuyeron a excepción del testigo el cual alcanzó el valor más alto, teniendo una diferencia de $24.88 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ con la concentración AS 1×10^{-10} M que fue la del valor más bajo. Para la toma de datos del 21 de septiembre se presentó una tendencia de disminución en la RAF; no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo numéricamente las plantas testigo fueron las que obtuvieron el valor más alto para esta variable. En el muestreo del 1 de octubre nuevamente la RAF tiene una tendencia a decrecer, tampoco hubo diferencia significativa entre los tratamientos, aunque numéricamente la concentración AS 1×10^{-6} M fue la mejor, diferenciándose en un 8.25% con el testigo. En los datos del 11 de octubre nuevamente se siguió observando que todos los tratamientos disminuyeron sus valores a comparación del muestreo anterior, no hubo diferencia significativa entre tratamientos, se observó que nuevamente las plantas tratadas con la concentración más alta de AS tuvieron los mayores valores, estando en un 12.01% por encima de las plantas testigo.

Para la variedad AN05 (Cuadro 2) se apreció que la RAF en el primer muestreo no presentó diferencia significativa entre tratamientos aunque sí una numérica, donde el tratamiento AS 1×10^{-10} superó al testigo con un 7.18%. Para el muestreo del 10 de septiembre la RAF se comportó con una tendencia de decremento, no existió diferencia significativa entre los tratamientos y nuevamente el tratamiento con la menor concentración de AS alcanzó el mejor resultado, superando con $12.27 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ a las plantas testigo. Para el 21 de septiembre se siguió manteniendo la misma tendencia de decremento de la RAF igual que en el muestreo anterior, nuevamente el tratamiento de AS 1×10^{-10} obtuvo el mayor valor con un 8.69% por arriba del testigo a pesar de que no hubo diferencia significativa entre tratamientos. En los datos obtenidos el 1 de octubre la RAF siguió con la tendencia de decremento en todos los valores de los distintos tratamientos, no se presentó diferencia significativa entre tratamientos pero sí una numérica, siendo el tratamiento con menor concentración de AS el que tuvo más $\text{cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$, teniendo un 1.39% de diferencia con el testigo. En el último muestreo se volvió a apreciar una tendencia de disminución de la RAF, a pesar de que no existió diferencia significativa entre tratamientos las plantas testigo superaron a todas las tratadas con AS diferenciándose con $6.29 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ con el tratamiento de mayor concentración de AS.

Estos resultados observados en las plantas testigo de ambas variedades son similares a los reportados por Urchei *et al.*, (2000) al trabajar en el análisis del crecimiento de dos variedades de frijol bajo riego en siembra directa y preparación convencional quienes obtuvieron valores de RAF de $178 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ y $176 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ en

sus testigos. Por otra parte Bahena *et al.*, (2008) también reportaron resultados similares a las plantas testigo al trabajar en el crecimiento y respuestas fisiológicas de *Phaseolus* spp. en condiciones de salinidad donde obtuvieron un valor de RAF promedio de $160 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ en sus testigos los cuales alcanzaron los mayores valores de RAF.

La RAF tuvo una tendencia a la disminución a través del tiempo en ambas variedades, donde los máximos valores fueron en los primeros muestreos; en la variedad AN10 los mejores resultados fueron los inducidos por el testigo, mientras que para la variedad AN05 el tratamiento con la concentración de AS 1×10^{-10} M fue el que indujo la mayor producción de área foliar por cada gramo de peso seco en la planta.

En la evaluación de la RPF de la variedad AN10 (Cuadro 2) se observó que en el primer muestreo no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, sin embargo las plantas testigo fueron las que obtuvieron más $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$. Para el muestreo del 10 de septiembre la RPF tuvo una tendencia de decremento, no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, el testigo obtuvo el valor más alto superando con $0.02 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$ al tratamiento con el valor más bajo para esta variable. En la toma de datos del 21 de septiembre nuevamente se siguió presentando una tendencia de decremento en los valores de todos los tratamientos, aunque no hubo diferencia significativa entre tratamientos la concentración AS 1×10^{-10} M fue la mejor, la cual superó al testigo en un 0.33%. Para el 1 de octubre todos los tratamientos de RPF disminuyeron sus valores, a pesar de que no hubo diferencia significativa entre tratamientos numéricamente las concentraciones de AS 1×10^{-8} M

y AS 1×10^{-6} M fueron iguales y las del valor más alto para este muestreo, encontrándose con un 7.11% por encima del tratamiento testigo. En el último muestreo nuevamente la RPF tuvo una tendencia de decremento, no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, a pesar de esto numéricamente la concentración AS 1×10^{-6} M fue la mejor, diferenciándose con el testigo en un 13.13%.

En la evaluación de la RPF de la variedad AN05 (Cuadro 2) se observó que en el muestreo del 2 de septiembre no existió diferencia significativa entre los tratamientos, más sin embargo numéricamente la concentración de AS 1×10^{-8} fue la que obtuvo el valor más alto para esta variable, superando así al testigo con un 1.65%. En el segundo muestreo se apreció una disminución en los valores de todos los tratamientos de la RPF, no hubo diferencia significativa, pero a pesar de ello el tratamiento de mayor concentración de AS fue el mejor, superando así con un 2.17% al testigo. Para la toma de datos del 21 de septiembre la RPF siguió manteniendo su tendencia de descenso, el tratamiento AS 1×10^{-10} fue el que tuvo más $g \cdot g^{-1}$ aunque no existió diferencia significativa entre tratamientos, superando de tal manera con $0.03 g \cdot g^{-1}$ a las plantas testigo. Para el 1 de octubre la RPF siguió con la tendencia de descenso, no existió diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo las plantas tratadas con la concentración más baja de AS fueron las que produjeron más $g \cdot g^{-1}$. Para la última toma de datos llevada a cabo el 11 de octubre la RPF nuevamente mostró la misma tendencia de descenso, a pesar de que no hubo diferencia significativa entre tratamientos

numéricamente el tratamiento AS 1×10^{-8} fue el que alcanzó el valor más alto con $0.014 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$ más que el testigo.

Estos resultados observados en las plantas testigo de ambas variedades son similares a los reportados por Asencio y Sgambatti (1975) quienes al trabajar en el análisis del crecimiento en tres cultivares de caraotas venezolanas (*Phaseolus vulgaris* L. cv 'Coche', cv 'Cubagua', cv 'Tacarigua'), en condiciones de campo observaron un aumento brusco de este índice entre los 13 y los 18 días de edad en el cultivar Coche la cual superó significativamente a las demás variedades (Cubagua y Tacarigua (testigo)) con un valor promedio de la RPF de $0,50 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$, siendo la variedad testigo la que menores valores de RPF tuvo.

La RPF de la variedad AN10 y AN05 tuvo una tendencia de disminución a través del tiempo, para la variedad AN10 la concentración de AS 1×10^{-6} M fue la que más $\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ en promedio final tuvo, siendo así el mejor tratamiento, mientras que el mejor tratamiento para la variedad AN05 fue el de menor concentración de AS, a pesar de ello se puede apreciar que la variedad AN10 indujo el mayor peso seco de la hoja por cada gramo de peso seco total que la variedad AN05.

En la variable AFE de la variedad AN10 (Cuadro 2) no hubo diferencia significativa entre los tratamientos del primer muestreo, aunque numéricamente el tratamiento AS 1×10^{-8} M fue el del valor más alto, el cual superó al testigo en un 11.65%. Para el segundo muestreo todas las concentraciones de AS disminuyeron sus valores a excepción del testigo el cual lo incremento, no existió diferencia significativa entre tratamientos, numéricamente nuevamente el tratamiento AS 1×10^{-8} M fue el del

mejor valor superando en un 2.40% al testigo. En el muestreo del 21 de septiembre la AFE tuvo una tendencia de decremento, aunque no existió diferencia significativa entre tratamientos las plantas testigo fueron las que tuvieron más $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$. En la toma de datos del 1 de octubre todos los tratamientos disminuyeron sus valores de AFE excepto el tratamiento AS 1×10^{-10} M el cual lo incremento un poco, así mismo también este tratamiento resulto ser el del valor más alto a pesar de que no se haya apreciado una diferencia significativa entre los tratamientos. En el último muestreo todos los tratamientos disminuyeron sus valores de AFE menos el testigo el cual lo incremento un poco y así mismo fue el que obtuvo el valor más alto a pesar de que no se apreció diferencia significativa entre tratamientos, diferenciándose así con un $5.09 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ con el tratamiento de AS 1×10^{-8} M.

En la evaluación de la AFE de la variedad AN05 (Cuadro 2) no hubo diferencia significativa en el muestreo del 2 de septiembre, aunque numéricamente el tratamiento AS 1×10^{-10} fue el que más $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ alcanzó, teniendo de diferencia un 7.93% con el testigo. Para el muestreo del 10 de septiembre se apreció que hubo una disminución de los valores de AFE en todos los tratamientos, a pesar de que no se presencié una diferencia significativa entre los tratamientos nuevamente las plantas tratadas con la menor concentración de AS fueron las que más $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ tuvieron, ubicándose con un 9.87% por arriba del testigo. Para la toma de datos del 21 de septiembre nuevamente la AFE mantuvo su tendencia de descenso, numéricamente el tratamiento AS 1×10^{-10} se diferencié del resto de los demás, sobre todo del testigo con un 2.87%. En los datos del 1 de octubre la AFE

mantuvo su tendencia de descenso, no hubo diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo las plantas testigo fueron las que produjeron mayores $\text{cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$. En el último muestreo se apreció una tendencia de ascenso en los valores de los distintos tratamientos de AFE, aunque nuevamente no existió diferencia significativa entre tratamientos las plantas testigo superaron numéricamente a todas las concentraciones de AS teniendo como diferencia $47.53 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ con el tratamiento de $AS 1 \times 10^{-10}$.

Estos resultados observados en las plantas testigo de ambas variedades son contrarios a los reportados por Zucareli *et al.*, (2012) quienes al trabajar en el crecimiento de *Phaseolus vulgaris* cv. IAC Carioca bajo fertilización fosfatada encontraron que su tratamiento testigo alcanzó valores medios de AFE con respecto a los demás tratamientos (30, 60, 90, 120 y 150 kg ha^{-1} de P_2O_5) obteniendo un valor promedio de $0.9972 \text{ cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ de AFE, siendo las plantas tratadas con la mayor concentración de P_2O_5 las que tuvieron la menor AFE. Por otro lado Zobot *et al.*, (2004) al cultivar frijol BR-IPAGRO 44 Guapo Brillhante bajo cuatro densidades de siembra también encontraron resultados contrarios a las plantas testigo de la presente investigación donde su testigo fue el que menores valores de AFE tuvo con respecto a los demás tratamientos, alcanzando así sus plantas testigo una AFE de $0.058 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

En la evaluación de la AFE se puede apreciar que en las dos variedades esta variable presentó una tendencia de descenso a través del tiempo, en donde el tratamiento $AS 1 \times 10^{-8}$ M indujo a producir hojas más delgadas en promedio final en la variedad AN10, mientras que para la variedad AN05 fue el tratamiento de AS

1×10^{-10} M el que indujo a la formación de las hojas más delgadas en la mayoría de los muestreos, sin embargo en promedio final fue el testigo quien indujo a formar las hojas más delgadas en esta variedad, esto debido a que en el último muestreo hubo una gran diferencia numérica entre estos dos tratamientos.

1.3 Rendimiento

Para estimar el rendimiento se tomaron en cuenta tres variables clave; toneladas por hectárea, número de vainas por planta y número de granos por vaina (Cuadro 3); se observó que al evaluar toneladas por hectárea hubo una diferencia significativa en la variedad AN10 donde las plantas tratadas con la concentración de AS 1×10^{-8} M fueron las que mayor producción dieron en Ton/ha, superando al testigo con 0.26 Ton, mientras que en la variedad AN05 a pesar de que no se presentó diferencia significativa si existió una diferencia numérica, donde el tratamiento testigo fue el que produjo más toneladas por hectárea, superando en un promedio de 0.433 Ton/Ha a los tratamientos de AS.

Estos resultados observados en las plantas testigo de la variedad AN10 son similares, mientras que para la variedad AN05 son diferentes a los reportados por Méndez *et al.*, (2011) que encontraron también resultados similares a los obtenidos en la variedad AN10, al trabajar sobre la Influencia de diferentes dosis de un bionutriente (Fito mas E) en el cultivo del frijol observó que su testigo fue el que produjo menos toneladas por hectárea alcanzando un valor de 0.62 Ton/Ha, mientras que el tratamiento 3 (1.5 L/ha de Fitomas-E) fue el que mayor rendimiento tuvo con 1.54 Ton/Ha de frijol.

Cuadro 3. Análisis de Varianza y Comparación de Medias del Rendimiento de Dos Variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Asperjadas con Diferentes Concentraciones de Ácido Salicílico (AS).

Tratamientos	Variables		
	Rendim. Ton/Ha	Núm. De Vainas/Planta	Núm. De Granos/Vaina
Testigo	1.512 ab+	21 a	4 a
AN10 AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.	1.155 b	21 a	4 a
AN10 AS 1x 10 ⁻⁸ M.	1.775 a	26 a	4 a
AN10 AS 1x 10 ⁻⁶ M.	1.447 ab	23 a	4 a
C.V. (%)	22.31	46.82	10.64
S.E.	*	NS	NS
Testigo	1.971 a	12 b	4a
AN05 AS 1x 10 ⁻¹⁰ M.	1.436 a	17 b	5a
AN05 AS 1x 10 ⁻⁸ M.	1.429 a	16 b	4a
AN05 AS 1x 10 ⁻⁶ M.	1.749 a	28 a	4a
C.V. (%)	31.57	38.63	22.56
S.E.	NS	**	NS

SE= Significancia Estadística, ******= Diferencia Altamente Significativa, **NS**= Diferencia No Significativa, **CV**= Coeficiente de Variación, **+=** Valores Medios Seguidos de la Misma Letra, Estadísticamente son Iguales (DMS 0.05)

Respecto a la diferencia de comportamiento de las dos variedades de frijol en respuesta a las aplicaciones de AS, los resultados concuerdan con Padilla *et al.*, (2008) quienes al evaluar la adaptación y estabilidad del rendimiento en genotipos de frijol azufrado en el sur de Sonora encontraron que la variedad Azufrado Higuera 94' produjo más toneladas por hectárea (2.92 Ton) que las líneas testigo (Mo 94/95, Mo 94/95 1041), superándolos con un promedio de 0.15 toneladas por hectárea.

Por otro lado, al evaluar el número de vainas por planta (Cuadro 3) se observó que en la variedad AN10 no hubo diferencia significativa entre ninguno de los tratamientos, sin embargo numéricamente el tratamiento AS 1x 10⁻⁸M produjo 5 vainas más que el testigo, mientras que en la variedad AN05 tuvo una diferencia altamente significativa entre sus tratamientos, donde el tratamiento de mayor concentración de AS fue el que mayor número de vainas por planta tuvo

superando al testigo con 16 vainas, sin embargo AN05 mostró menor rendimiento (Cuadro 3) por efecto de la aplicación de AS, debido a que el peso de los granos de las vainas fue menor, por lo que podría sugerirse la evaluación del uso de AS complementado con un producto bioestimulante que induzca llenado de granos.

Estos resultados observados en las plantas testigo difieren a los reportados por Hidalgo y Araya (1993) que encontraron también resultados similares al realizar aplicaciones de Benomil en diferentes intervalos y edades de la planta para el combate de antracnosis y mancha angular del frijol observando que su testigo fue el que menor número de vainas por planta produjo con un total de 10.9 V/P teniendo como diferencia 2.6 vainas del tratamiento que mayor producción tuvo.

Al evaluar el número de granos por vaina (Cuadro 3) en la variedad AN10 no se presentó una diferencia significativa entre los tratamientos, siendo todos estadística y numéricamente iguales, para la variedad AN05 tampoco hubo una diferencia significativa entre los tratamientos, ambas variedades se comportaron similar en cuanto al número de granos por vaina, más sin embargo el tratamiento con la concentración más baja de AS numéricamente fue el que indujo a producir más granos superando al testigo con un grano.

Estos resultados observados en las plantas testigo de ambas variedades son contrarios a los reportados por Santella *et al.*, (2001) quienes observaron que al evaluar el rendimiento de siete genotipos de frijol mungo, el testigo junto con el genotipo NM 94 fueron los que produjeron más granos por vaina que los otros genotipos (VC 1973C, VC 4443 A, ML 267, VC 2768 Ay VC 1973 A,) produciendo un total de 9.85 granos por vaina.

Por otra parte Gutiérrez *et al.*, (2001) también observaron resultados similares a lo obtenido en este trabajo con la aplicación de AS al evaluar el rendimiento y nodulación del frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp bajo dos sistemas de labranza en las condiciones agroecológicas observando que su testigo (labranza cero) produjo más granos por vaina (g/v) con un total de 6.8 g/v que el sistema convencional.

CONCLUSIÓN

Debido a las condiciones de volumen y distribución de la precipitación que se presentaron en el 2013 no permitieron que se manifestara un estrés por sequía, por lo que la tendencia que tuvo la aplicación del AS fue incrementar el crecimiento y desarrollo de frijol de las variedades AN10 y AN05 bajo condiciones de temporal; los CPB y los IC fueron afectados positivamente con la aplicación del AS comparados con el testigo, además las plantas mostraron un crecimiento más rápido y una mayor precocidad en la formación de flores y vainas en los tratamientos con AS. La respuesta del AS en el rendimiento fue diferencial en función a la variedad.

Se sugiere repetir la aplicación para poder corroborar el efecto del AS en frijol de temporal, además de aplicar el AS a dosis más altas en ambas variedades y complementarlo con un producto estimulante para el llenado de granos.

LITERATURA CITADA

- Acosta, D. E.; Acosta, G.; Trejo, L.; Padilla, R. and Amador, R. M. D. 2009. Adaptation traits in dry bean cultivars grown under drought stress. *Rev. Agric. Téc. Méx.* 35(4):416-425.
- Acosta, G. J. A.; Rosales, S. R.; Navarrete, M. R. y López, S. E. 2000. Desarrollo de variedades mejoradas de frijol para condiciones de riego y temporal en México. *Rev. Agric. Téc. Méx.* 26(1):79-98.
- Alba, J., J. Sánchez, A. Tofiño, Y. López. 2005. Análisis de crecimiento y determinación del contenido de fibra de la vaina de cuatro genotipos de habichuela. *Acta Agronómica.* 54(3):01-13
- Apáez B., P.; Escalante E., J.; Rodríguez G., M. 2011. Crecimiento y rendimiento del frijol chino en función del tipo de espaldera y clima. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 13:307-315.
- Ascencio, J. y L. Sgambatti. 1975. Análisis del crecimiento en tres cultivares de caraotas venezolanas (*Phaseolus vulgaris* L. cv 'coche', cv 'cubagua', cv 'tacarigua'), en condiciones de campo. *Agronomía Tropical.* 25(2): 125-147.
- Bahena B., L.; Macías R., L.; López G., R.; Bayuelo J., J. 2008. Crecimiento y respuestas fisiológicas de *Phaseolus* spp. en condiciones de salinidad. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 31(3):213–223.
- Beadle C. F. 1988. Análisis de crecimiento vegetal. In: Coombs J., Hall, D. O., Long, S. P., Scurlock, J. M. (eds.). *Técnicas en Fotosíntesis y Bioproductividad.* Colegio de Postgraduados. México. Chapingo, Edo. de México, México. 150 pp.

- Bekheta, M. A.; Talaat, I. M. 2009. Physiological Response of Mung Bean "*Vigna radiate*" Plants to Some Biorregulators. Journal of Applied Botany and Food Quality. 83(1):76-84.
- Broughton, W. J.; Hernández, G.; Blair, M.; Beebe, S.; Gepts, P. and Vanderleyden, J. 2003. Beans (*Phaseolus* spp.). Model food legumes. Plant Soil. 252:55-128.
- Buitron J.L. 2009. Efectos de la aplicación de tres bioestimulantes hormonales para la estimulación del brote floral en el cultivo de fréjol (*phaseolus vulgaris*) en el cantón mira provincia del carchi. Tesis Doctoral. Universidad técnica de Babahoyo .Facultad de ciencias agropecuarias. Ecuador.
- Canton, P.C. 1981. Perfiles de Área y alternativas de producción. Ministerio de Agricultura Ganaderia. Costa Rica. CIDIA Turrialea, Costa Rica. 131pp.
- Castañeda, S. M. C.; Córdova, T. y González, H. 2006. Respuestas fisiológicas, rendimiento y calidad de semilla en frijol sometido a estrés hídrico. INCI. 31(6):461-466.
- Córdoba, O. y Casas, H. 2003. Principales arvenses asociadas al cultivo de fréjol en la Región Andina. Boletín Técnico N. ° 20. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Estación Experimental El Nus, San Roque, Antioquia. Begon Ltda, Colombia. 40 pp

- Crispín M., A. y S. Miranda. 1978. El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). En :
Producción de granos y forrajes. Edit. Limusa. México, D.F. pp. 541-
552.
- Cuellar, L., S. Ariel, D. Lucia, A. Miguel. 2008. Ácido salicílico. Act Terap Dermatol
31: 108-115
- Doorenbos, J. y A.H. Kassam. 1979. Efectos del agua sobre el rendimiento
de los cultivos. Estudio FAO: Riego y Drenaje, Roma , Italia. No. 33.
FAO. Roma. Italia. 212 pp.
- Escalante, J. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de
humedad residual en función del nitrógeno. Terra. 17: 149- 157.
- Escalante, J. A. y Kohashi, J. 1993. El rendimiento y crecimiento del
frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados.
Montecillo, Texcoco. México.
- Farouk, S.; Osman, M. 2011. The Effect of plant defense elicitors on common bean
(*Phaseolus vulgaris* L.) growth and yield in absence or presence of spider
mite (*Tetranychus urticae* Koch) infestation. Journal of Stress Physiology
& Biochemistry. 7(3): 05-22.
- Gallego, GL; Escamilla, TL; Jackson, LA; Dixon, RA. 2011. Salicylic acid mediates
the reduced growth of lignin down-regulated plants. Plant Biology
108(51):20814-20819
- Garduño G., J.; Morales R., E.; Guadarrama V., S.; Escalante E., J. 2009. Biomasa
y rendimiento de frijol con potencial ejotero en unicultivo y asociado con
girasol. Revista Chapingo, Serie Hortícola. 15(1):33-39.

- Girling, R., R. Madison, M. Hassall, G. Poppy, J. Turner. 2008. Investigations Into Plant Biochemical Wound-Response Pathways Involved in the Production of Aphid-Induced Plant Volatiles. *Journal of Experimental Botany*.59(11):3077-3085.
- Gómez, LBL; Cepeda, V.M.A. 2010. Ácido salicílico: inductor de resistencia a sequía en canola de riego bajo labranza reducida. Folleto técnico No. 2 SAGARPA. INIFAP-CIRPAC. Uruapan, Mich., México. 48 p
- González, C. 1984. Especies vegetales de importancia económica en México. Ed. Porrúa. México, 305 p.
- Gutiérrez W.; Medrano C.; Materan M.; Villalobos Y.; Esparza D.; Báez J.; Medina B. 2001. Evaluación del rendimiento y nodulación del frijol *Vigna unguiculata* (L.) Walp bajo dos sistemas de labranza en las condiciones agroecológicas de la planicie de Maracaibo, Venezuela. *Revista Facultad de Agronomía*. 18: 237-246.
- Hayat, S; Ali, B; Ahmad, A. 2007. Salicylic acid: Biosynthesis, metabolism and physiological role in plants. *Revista Scielo*. 15(3): 1-11.
- Hernández del V. G., O. Hernández, F. Guridi, N. Arbelo. 2012. Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (*phaseolus vulgaris* l.) cv.cc-25-9. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 21(2):86-90.
- Henning, J., J. Malamy, G. Gryniewicz, J. Indulski y D.F. Klessing. 1993. Interconversion of the salicylic acid signal and its glucoside in tobacco.

Plant J. 4:593-600.

Hidalgo, R.; Araya, C.1993. Estado de crecimiento optimo del frijol común para el combate químico de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y mancha angular (*Leptotyphlops griseola*) en San Carlos, Costa Rica. Agronomía Costarricense. 17(1): 75-80.

Hunt, R. 1981. Plant Growth Analysis. The Institute of Biology's Studies in Biology No. 96. Edward Arnold Publishers LTD. London.

IICA.2008. Guia de Identificación y Manejo Integrado de Enfermedades del Frijol en América Central. Folleto técnico n.28.Managua.

INIFAP. 2002. Guia para cultivar frijol en el estado de Morelos.Folleto para productores N. 36. Morelos, México.

INIFAP. 2006. Guia para la producción artesanal para la semilla de frijol.Folleto técnico N.33. Zacatecas, Mexico.

INIFAP 2007. Ácido salicílico inductor de resistencia a sequía en canola de riego bajo labranza conducida. Folleto técnico N.2. Uruapan, Michoacan.

INIFAP.2008.Tecnología para la producción de frijol en el norte centro de México. Libro técnico n. 4. San Luis potosí, México. ISBN 978-607-425-030-5.

INIFAP-CEPAB, 1998. Guía para la Asistencia Técnica Agrícola Pabellón; Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del Frijol. Folleto Técnico Num. 24.

Iwaki, H., M.Monsi y B. Midorikawa. 1996. Dry matter production of some herb communities in japan. The eleventh pacific science congress, Tokio.

- Khan W.; Prithviraj B.; Smith D., L. 2003. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *Journal Plant Physiology*. 160:485-492.
- Larqué, A; R. Martín; A. Garcéz; S Yoisura; M Rendón. 2010. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(3):183-187.
- Lawlor, D.W. 2005. Respuestas de las plantas al cambio climático: impactos y adaptación. Tokio , Japon. Edit. Springer-Verlag Tokio, Japon. 88 pp.
- Leite, M.v., Rosolem C.y Domingos J.2003. Giberelinas y Citoquininas efectos del crecimientos sobre la soya. *Ciencia. Agric.* 60(3): 94-108
- López, S. J. L.; Ruíz, C. J. A.; Sánchez, G. J. J. y López, I. R. 2005. Adaptación climática de 25 especies de frijol silvestre (*Phaseolus* spp.) en la república mexicana. *Rev. Fitotec. Mex.* 23(3):221-230.
- López, T. R., V. Camacho, M. Gutiérrez. 1998. Aplicación de Ácido Salicílico para Incrementar el Rendimiento Agronómico en Tres Variedades de Trigo. *Terra Latinoamericana*. 16(01):43-48.
- Mendez G., J.; Chang L., R.; Salgado B., Y. 2011. Influencia de diferentes dosis de Fitomas-E en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Granma Ciencia*.15 (2): 01-10.
- Miranda S. C. 1966. Mejormiento de fijol en Mexico. Secretaria de de Agricultura y Ganaderia , Instituto Nacional de Investigaciones Agricolas. Folleto Micelaneo No 3.

- Morales, D.; Rodríguez, P.; Dell'Amico, J. A.; Torrecillas, A. y Sánchez, B. M. J. 2006. Efecto de altas temperaturas en algunas variables del crecimiento y el intercambio gaseoso en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. CV. AMALIA). Cultivos tropicales. 27(1):45-48
- Najafabadi, A., R. Amirnia, H. Hadi, 2013. Effect of Different Treatments of Salicylic Acid on Some Morphological Traits and Yield of White Bean in Salinity Condition. Journal of Applied Biological Sciences. 7 (1): 67-71.
- Nieman, H.R. y Bernstein , B. 1959. Interactive effects of Gibberellic acid and salinity on the growth of beans. American Journal of Botany. 46: 667-685.
- Noreen, S., M. Ashraf, M. Hussain, A. Jamil. 2009. Exogenous Application of Salicylic Acid Enhances Antioxidative Capacity in Salt Stressed Sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. Pakistan Journal of Botany. 41(1): 473-479.
- Ortiz, V. M. 1998. El frijol en el Estado de Zacatecas. Gobierno del Estado de Zacatecas. Departamento de Agricultura. Zacatecas. México. 183 pp.
- Padilla V., I.; Salinas P., R.; Acosta G., J.; Rodríguez C., F. 2008. Adaptación y estabilidad del rendimiento en genotipos de frijol azufrado en el sur de Sonora, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 31 (3): 225-233.
- Palma, F.J. 2009. Respuesta inducida por ácido absísico y ácido salicílico en la simbiosis de judía y alfalfa en estrés salino. Tesis Doctoral. Universidad de Granada. España.
- Pavlista, D.A. ,Hergert, G., Dipak, K. , Schild, A. 2013. Mejora de la cosecha de frijoles con ácido giberélico. HortTechnology. 23: 282-287

- Purcarea, C.; Cachita C, D. 2010. Studies Regarding the Effects of Salicylic Acid on Maize (*Zea mays* L.) Seedling Under Salt Stress. *Studia Universitatis "Vasile Goldis", Seria Stiintele Vietii*. 20(1): 63-68.
- Radford, P. 1967. Growth analysis formulae, their use and abuse. *Crop Science*. 7(3): 171-175.
- Ramírez H.; Méndez P., O.; Benavides M., A.; Amado R., C. 2009. Influencia de Prohexadiona-Ca y Promotores de Oxidación Sobre el Rendimiento, Capsaicina y Vitamina C en Chile Jalapeño. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 15(3): 231-236.
- Raskin, I.1992.Role of salicylic in plants.*Annu.Rev.Plant Physiol.Plant Mol.Biol.* 43:439-463.
- Ruiz Corral J.A., Medina García G., Ortiz Trejo C., Martínez Parra R., González Acuña I.J., Flores López H. E. y Byerly Murphy K. F. 1999. Requerimientos agroecológicos de cultivos. Libro Técnico Núm. 3. INIFAP-CIRPAC. Ed. Conexión Gráfica. Guadalajara, Jalisco, Méx. 324p.
- SAGARPA 2004. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Folleto técnico n. 36. México.
- SAGARAPA. 2010. Diagnóstico del sector agropecuario del estado de zacatecas. Folleto técnico N. 6. Zacatecas, México. ISBN: 978-623-325-062-2.
- SAGARPA- INIFAP- 2002.Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de zacatecas. Folleto técnico N.2. Zacatecas, México.
- SAGARPA-INIFAP.2011.Tecnología para incrementar la tecnología de frijol de

- temporal en el altiplano semiárido de México. Folleto para Productores No. 44 .ISBN: 978-607-425-562-1. Pabellón de Arteaga, Ags.
- Santella M.; Madriz P.; Moratinos H.; Albarracín M. 2001. Evaluación del rendimiento de siete genotipos de frijol mungo (*Vigna radiata* (L.) como leguminosa granífera en Maracay, Edo. Aragua. Revista Facultad de Agronomía (Maracay). 27:67-75.
- Shettel, NL; Balke, NE. 1983. Plant growth response to several allelopathic chemicals. *Weed Science* 31:293-298.
- Schwartz, P.D. 1982. Enfermedades del frijol causada por hongos y su control. Cali Colombia. CIAT, Colombia. 54pp.
- Schwartz F., H. y E. G. Gálvez. 1980. Problemas de producción de frijol: Enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Colombia. Cali : Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia 344 p.
- SIAP.2009. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola en el Estado de Zacatecas, Frijol 2008. Folleto tecnico n. 24. Zacatecas, México.
- Tobar, C.A. 1982. Alternativas tecnologicas para la produccion. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. El Salvador.Agrinter-Agris- El Salvador. 145 pp.
- Tamoyo y Londoño. 2001. Manejo Integrado de Enfermedades y Plagas del Frijol. Boletín Técnico Núm. 10.Rio Negro, Antioquia, Colombia.
- Ulloa, J.A. , Ulloa R., Ramirez C. y Ulloa E. 2011. El frijol (*Phaseolus vulgaris*): su importancia nutricional y como fuente de fitoquímicos.

Fuente, 8: 5-9.

Urchei A.; Rodríguez J.; Stone L. 2000. Growth analysis of two bean cultivars under irrigation in no tillage and the conventional tillage. *Agropecuaria Brasileira*.35(3): 497-506.

Villanova, R.J. y Larios F. 1972. Efecto de interacción del ácido giberelico y sulfato de amonio en el crecimiento de tres variedades de frijol. Depto de Fitotecni, Universidad del Salvador. Edit. Managua , Nicaragua. 233pp.

Villanueva, E; Alcántar, G; Sánchez, P; Soria-, M; Larque, A. 2009. Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura] en Yucatán. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2):25-31.

Wang, B; Tao, L; Qi-Wei, H; Xing-Ming, Y; Qi-Rong, S. 2009. Effect of N fertilizers on root growth and endogenous hormones in strawberry. *Pedosphere* 1:86-95

White J.W.1985. Conceptos básicos de fisiología del frijol. Investigación y producción. Centro internacional de agricultura tropical. Colombia. Edit. Cali. Colombia 43-78pp.

Wilson, D. R.; Muchow, R. and Murgatoid, C. 1995. Model analisis of temperature and solar radiation limitations to maize potential productivity in coolclimate. *Field Crops Res.* 43:1-18.

Yildirim E.; Dursum A. 2009.Effect of Foliar Salicylic Acid Applications on Plant Growth and Yield of Tomato Under Greenhouse Conditions. *Acta Horticola.* 807(1): 395-400.

- Zabot L.; Costa D.; Jauer A.; Lucca F.; Uhry D.; Stefanelo C.; Alisandro L.; Ricardo F.; Paulo L. 2004. Growth analysis of bean cultivar BR Ipagro 44 Guapo brilhante in four sowing densities grown in the summer season in Santa Maria-rs. *Revista de Ciencias Agroveterinarias*. 3(2): 105-115.
- Zucareli C.; Ramos J.; Alves de O., M.; Cavariani C.; Nakagawa J. 2012. Growth of *Phaseolus vulgaris* cv. IAC Carioca Tybata due to phosphate fertilization. *Revista de Ciencias Agroveterinarias*. 11(3): 213-221.