

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Efecto del Producto SAGIB en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de Frijol  
(*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, Bajo Condiciones de Temporal

Por:

**ANA LAURA HEREDIA RODRÍGUEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto del Producto SAGIB en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de Frijol  
(*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, Bajo Condiciones de Temporal

Por:

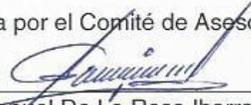
**ANA LAURA HEREDIA RODRÍGUEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

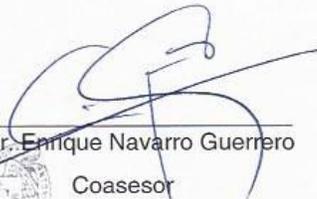
Aprobada por el Comité de Asesoría

  
Dr. Manuel De La Rosa Ibarra

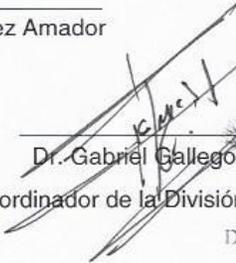
Asesor Principal

  
Dra. Silvia Yudith Martínez Amador

Coasesor

  
Dr. Enrique Navarro Guerrero

Coasesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre del 2015

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a **Dios** por cuidarme y darme los dones de la sabiduría y la inteligencia, que han sido mis aliados durante este largo camino, por enseñarme a ser paciente y muy feliz con lo que tengo, Gracias Dios.

A mis padres, **Francisco Heredia Vargas y Benita Rodríguez Cazares**, por ser ellos quienes me dieron la vida y me han dado la educación, como la mejor herencia que un hijo puede recibir, agradezco todos sus consejos y sacrificios que han hecho para que yo pudiera estudiar. Padres les agradezco infinitamente por haberme traído a este mundo, que es maravilloso, y por ser ustedes quienes me guiaran a vivir feliz y enseñarme a amar.

A mi hijo, **Lenin Aquino Heredia**, quien es mi amor, mi alegría y la verdad de mi vida, porque me has enseñado a ser fuerte, y sobre todo, porque no hay nada más bonito en este mundo como el ser tu Mamá, contigo mi vida es única amor y soy tan feliz y me siento tan orgullosa de que seas un niño inteligente, sabio, valiente y fuerte. Eres el mejor de todos los niños del mundo, te amo hijito.

A mis hermanos (**Juanita †**), **Claudia y Gustavo** con quienes he compartido muchos momentos felices, ustedes que me han motivado para continuar con mis estudios y son ustedes con quienes quiero compartir este logro tan importante, también quiero recordarles que los amo y que nadie es mejor que ustedes, me siento muy feliz de ser su hermana y de compartir maravillosos momentos juntos.

A **Juan García Peña** por ser mi compañero al quien amo y respeto. Muchas gracias por todos los buenos momentos que hemos compartido juntos, a tu lado soy muy feliz y disfruto cada instante, gracias por acompañarme en mi camino, vivirás en mi corazón.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por abrirme sus puertas para que pudiera estudiar y prepararme para contribuir en el progreso de la

agricultura mexicana. Por brindarme la oportunidad de conocer a mis mejores amigos (hermanos) de la generación CXIX, de quienes siempre aprendí algo nuevo; a Rosario Hernández, Dorian Ortiz, Araceli Sánchez, Gabriela Jurado, Mariela Molina, Yesenia Huerta, Martha Lucia Mateo, Eri Pérez, Javier Camacho, Jorge Úrsula, Elver Santizo, Edwin Vuelvas, Esteban Olivares y al resto de compañeros que a lo largo de este tiempo fui conociendo, con quienes compartí clases, desvelos, juegos, fiestas y compartí las mejores experiencias de mi vida en esta casa de estudios.

A mi asesor de tesis, el **Dr. Manuel de la Rosa Ibarra**, quien con su conocimiento, experiencia, paciencia y motivación, ha logrado en mí que pueda terminar mis estudios con éxito.

A la **Dra. Silvia Yudith Martínez Amador** por ser parte del comité de asesoría, Y por haberme impartido clases, de las cuales ahora tengo una herramienta más con la cual podré defenderme en el ámbito profesional.

Al **Dr. Enrique Navarro Guerrero**, por su apoyo incondicional, por motivarme siempre para progresar y enseñarme que todo en la vida tiene solución.

A mi maestro de Química, el **Lic. Marco Gutiérrez**, quien me ayudo para que pudiera hacer un diplomado en otro país (Canadá). Con toda mi humildad y del fondo de mi corazón, le agradezco su ayuda.

Al resto de **Maestros**, quienes encendieron en mí la llama del conocimiento y del saber. Gracias por brindándome su tiempo, su apoyo y la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

A **Angélica Domínguez Cuellar** y a **Paulina Barrera Rodríguez**, por su amistad y apoyo incondicional. Porque siempre estuvieron al pendiente de mis estudios y son las personas que me orientaron en los momentos difíciles de mi vida.

¡Gracias a la vida que me ha dado tanto!

## DEDICATORIA

A mi hijo **Lenin Aquino Heredia**, por ser lo más valioso que la vida me ha regalado, tu eres mi fuente de inspiración y la razón que me impulsa a salir adelante, con mucho amor y cariño te dedico todos mis triunfos, que son el testimonio de una larga trayectoria académica, tu eres mi amor, mi alegría y la verdad de mi vida.

A mis padres, **Francisco Heredia Vargas y Benita Rodríguez Cazares**, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento; lo que ha hecho posible este triunfo profesional.

A mis abuelitas, **María Tomasa Cazares Saavedra y Sidonia Vargas Casarrubia**, quienes me acompañan siempre con sus oraciones y bendiciones., Gracias por cuidarme cuando más lo necesité.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
ÍNDICE DE CUADROS .....	x
RESUMEN .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVO GENERAL .....	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
HIPÓTESIS .....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Bioestimulantes Aplicados en Diferentes Cultivos .....	6
Bioestimulantes Aplicados al Cultivo de Frijol.....	8
Compuestos que Conforman los Bioestimulantes .....	11
Ácido Giberélico (AG <sub>3</sub> ).....	12
Ácido Giberélico Aplicado en Diferentes Cultivos .....	13
Aplicaciones de Ácido Giberélico (AG <sub>3</sub> ) en el Cultivo de Frijol.....	16
Ácido Salicílico (AS).....	18
Ácido Salicílico Aplicado en Diferentes Cultivos .....	19
Aplicación de Ácido Salicílico (AS) en el Cultivo del Frijol .....	22
Análisis de Crecimiento.....	24
Coeficientes de Partición de Biomasa.....	26
Índices de Crecimiento.....	27
Componentes Del Rendimiento .....	33
MATERIALES Y MÉTODOS .....	36
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
Coeficiente de Partición de Biomasa (CPB).....	42
Índices de Crecimiento.....	46
Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) .....	46
Tasa de Asimilación Neta (TAN).....	50

Relación del Área Foliar (RAF) .....	51
Relación de Peso Foliar (RPF) .....	53
Área Foliar Especifica (AFE) .....	55
Índice de Eficiencia de Crecimiento del Fruto (IECFr) .....	57
Componentes del Rendimiento .....	58
Vainas por Planta .....	58
Numero de granos por vaina.....	60
Peso de 100 granos.....	61
Kilogramos por metro cuadrado.....	63
Toneladas por hectárea .....	65
CONCLUSIONES.....	67
LITERATURA CITADA.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

No. Página	De	Figura
<b>Figura 1.</b> Tasa de Crecimiento Relativo de un cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.....		48
<b>Figura 2.</b> Tasa de Asimilación Neta de un cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.....		50
<b>Figura 3.</b> Relación de Área Foliar de un cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.....		52
<b>Figura 4.</b> Relación de Peso Foliar de un cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.....		53
<b>Figura 5.</b> Área Foliar Especifica de un cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.....		55
<b>Figura 6.</b> Índice de Eficiencia de Crecimiento del Fruto de un cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.....		57
<b>Figura 7.</b> Numero de vainas por planta de un cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.....		59
<b>Figura 8.</b> Numero de granos por vaina de un cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del		

producto SAGIB, bajo condiciones de 60  
temporal.....

**Figura 9.** Peso de 100 granos de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de 61  
temporal.....

**Figura 10.** Kilogramos por metro cuadrado de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de 62  
temporal.....

**Figura 11.** Kilogramos por hectárea de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de 63  
temporal.....

**Figura 12.** Toneladas por hectárea de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de 64  
temporal.....

## ÍNDICE DE CUADROS

No.	De	Cuadro
	<b>Cuadro 1.-</b> Análisis de varianza y comparación de medias de los Coeficientes de Partición de Biomasa de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, bajo condiciones de temporal, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB.....	42
	<b>Cuadro 2.-</b> Análisis de varianza y comparación de medias de los índices de crecimiento de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, bajo condiciones de temporal, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB.....	47
	<b>Cuadro 3.-</b> Análisis de Varianza y comparación de medias de los componentes del rendimiento de un cultivo de frijol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.....	58
<b>Página</b>		

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del producto SAGIB en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad Pinto Saltillo, bajo condiciones de temporal, en el Rancho Santa Elena de Loberos, municipio de Sombrerete, Zacatecas. Se evaluaron 7 tratamientos con diferentes concentraciones del producto SAGIB (T1= 0; T2= SAGIB-6; T3= SAGIB-6 100; T4= SAGIB-6 200; T5= SAGIB-8; T6= SAGIB-8 100; T7= SAGIB-8 200) con 4 repeticiones en un diseño de bloques completamente al azar. Se evaluaron los coeficientes de partición de biomasa (CPB) en Hoja, Tallo, Flor y Vaina, que al principio de la investigación, todas las plantas tratadas con SAGIB incrementaron el envío de biomasa para la formación de Hoja y Tallo, sin embargo; a medida que transcurren los días, las plantas destinan cada vez menos biomasa para la formación de estos órganos, esto se debe que el envío de biomasa nueva producida es mayor para la formación de flores y vainas. En la evaluación de los índices de crecimiento, se evaluaron la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), Tasa de Asimilación Neta (TAN), Relación del Área Foliar (RAF), Relación de Peso Foliar (RPF), Área Foliar Específica (AFE) y el Índice de Eficiencia del fruto (IECFr).

Al evaluar el rendimiento, se observó un incremento en todas las variables tratadas con la concentración de SAGIB-8, obteniendo diferencias altamente significativas en las variables: vainas por planta (V/P), granos por vaina (G/V), peso de 100 granos (g/100/G), kilogramos por metro cuadrado (Kg/m<sup>2</sup>), kilogramos por hectárea (Kg/ha) y toneladas por hectárea (Ton/ha).

Los resultados obtenidos permiten concluir que la aplicación del producto SAGIB incrementó el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, bajo condiciones de temporal.

PALABRAS CLAVE: SAGIB, Análisis de Crecimiento, Rendimiento.

Correo electrónico; Ana Laura Heredia Rodríguez, [herediaro@yooaho.com.mx](mailto:herediaro@yooaho.com.mx)

## INTRODUCCIÓN

Los bioestimulantes son una línea moderna de productos utilizados en la agricultura, que garantizan el correcto crecimiento de los cultivos, aumentando los niveles de producción, ya que su composición se basa en la integración de aminoácidos, vitaminas y proteínas que las plantas necesitan para su normal desarrollo, al ser aplicadas en cantidades pequeñas generan un impacto positivo en la germinación, el desarrollo, el crecimiento vegetativo, la floración y el desarrollo de los frutos (Haro y Pacheco, 2013).

Existen cultivos en los cuales se ha probado con éxito el efecto de bioestimulantes, por ejemplo; en pepino y tomate. En el caso del pepino FitoMas-E, al aplicar 0.2 L/ha, incrementó la floración masculina, femenina y el rendimiento en el cultivo (Villar *et al.*, 2005). Además, en caña de azúcar incrementa la cosecha verde, con un valor de 12,70 y 10,65 t/Ha en cosecha quemada (Zuaznabar- Zuaznabar *et al.*, 2013). En cultivo de soya, el bioestimulante Seamino incrementó el rendimiento, el número de vainas por planta, diámetro, longitud del grano y el peso de semillas al aplicar una dosis de 1,50 L/Ha (Haro y Pacheco, 2013), y el bioestimulante Fito-Mas-E mejoro la germinación de las semillas de *Murraya paniculata* (Baños *et al.*, 2009).

Se han realizado investigaciones sobre la aplicación de bioestimulantes en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el empleo de Fitomas-E con la dosis 1.5 L/ha favorece el crecimiento vegetativo y el rendimiento de 3.86 kg en 25 metros cuadrados (Méndez *et al.*, 2011). En otro cultivo donde se utilizó bioestimulante Byfolan especial, incrementó la altura a 81,2 cm y redujo el tiempo de cosecha a

98,0 y 98,8 días (Carrera y Canacuán, 2011; Avendaño *et al.*, 2006). El rendimiento de la variedad tomeguin-93 de frijol, incrementó 2.15 t/ha con la aplicación de 0.5L/ha de Fitomas-E (López y Pouza, 2014).

Los productores Mexicanos, principalmente en el estado de Zacatecas, presentan problemas con el rendimiento del cultivo de frijol, ya que este es cultivado bajo condiciones de temporal, desarrollándose en condiciones con baja precipitación, registrándose sequias intensas que reducen el rendimiento del cultivo de frijol.

En base los resultados obtenidos por otros investigadores, donde al aplicar productos Bioestimulantes obtuvieron incrementos significativos en el crecimiento y desarrollo de plantas de frijol, se realizó el establecimiento de este trabajo, donde se aplicó el producto SAGIB en un cultivo de frijol cultivado bajo condiciones de temporal en el la región de Zacatecas, México, para mejorar el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de frijol, donde se beneficiará el productor con el incremento económico que se obtendrá al comercializar la producción de frijol.

## OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de varias concentraciones del producto SAGIB en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, bajo condiciones de temporal.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los coeficientes de partición de biomasa de *Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto Saltillo, asperjados con diferentes concentraciones del producto SAGIB para determinar la distribución de biomasa en la planta.
- Evaluar el índice de crecimiento de *Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto Saltillo, asperjados con diferentes concentraciones del producto SAGIB para observar el crecimiento y desarrollo de las plantas.
- Evaluar el efecto del producto SAGIB en el rendimiento de *Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto Saltillo, para determinar la dosis que incremente significativamente los componentes del rendimiento bajo condiciones de temporal.

## HIPÓTESIS

Al menos una de las concentraciones del producto SAGIB incrementará el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, bajo condiciones de temporal.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Los fitoreguladores son compuestos capaces de aumentar el desarrollo de las plantas, acelerar el alargamiento y la división celular, así como incrementar la producción de biomasa y rendimientos en cultivos de importancia económica. Son capaces de potenciar la resistencia a bajas temperaturas, disminuyen el daño producido por los herbicidas en las cosechas y favorecen el desarrollo de las plantas en estrés hídrico con la aplicación de (AS), así como la tolerancia a salinidad del suelo (Yokota y Takahashi, 1986.; Ramírez, 2012).

Desde hace muchos años, los fitoreguladores se han utilizado en la agricultura, directamente como componentes individuales y más recientemente formando parte de complejos químicos llamados bioestimulantes.

Los bioestimulantes son compuestos orgánicos naturales o sintéticos, que pueden ser aplicados a las plantas (hojas, frutos, semillas) provocando alteraciones en los procesos vitales y estructurales, con la finalidad de incrementar la producción, mejorar la calidad y facilitar la cosecha. A través de estas sustancias, se puede interferir en procesos fisiológicos y/o morfológicos, tales como germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación, senescencia y abscisión. Estos productos favorecen un equilibrio hormonal en la planta y producen una relación adecuada del sistema radical, aumentando el número y la profundidad de raíces; las que aportan una mayor absorción de agua y nutrientes. Además, mantienen por más tiempo las hojas con una fotosíntesis activa y al aplicar bioestimulantes en concentraciones bajas (menos de 0,02 % o 200 ppm de cada hormona en un litro) manipulan la fisiología de los cultivos, aumentando su crecimiento y rendimiento (Kearney *et al.*, 2011.; Montano *et al.*, 2007).

También deberán contener uno o dos compuestos hormonales, cuya acción fisiológica está muy definida para cada evento o proceso fisiológico, aun cuando se conoce que los eventos fisiológicos se regulan por el balance de varias hormonas, en especial citocininas hacia división celular y etileno hacia maduración (Díaz,2009 ).

Según Palazón (2014), el modo de acción y los usos del bioestimulante es un bioactivador, regulador del rendimiento y calidad de los cultivos. Acelera el proceso fotosintético, promueve el rápido desarrollo vegetativo, incrementa la masa foliar y aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo; se obtienen producciones más precoces, aumenta las yemas florales, el cuajado y tamaño de las flores, tamaño de frutos y prolonga la vida productiva de las plantas. El uso de bioestimulantes aumenta la tasa de crecimiento absoluto (TCA), además influyen en las respuestas fisiológicas de las plantas (Martins *et al.*, 2013.; Saborio, 2002).

Niculcar (1999), menciona que la aplicación de bioestimulantes en pequeñas cantidades favorece el crecimiento, el desarrollo de los cultivos y son utilizados principalmente para incrementar el rendimiento de plantas, así como para superar periodos de estrés. También Ramos (2000), al usar bioestimulantes notó el incremento en el crecimiento del tallo y hojas, y de esta manera aumentó la función enzimática que existen en las plantas.

Cabrera-Medina *et al.*, 2011, mencionan que los bioestimulantes actúan en el alargamiento celular, provocan un aumento en la elasticidad, en la plasticidad de la pared celular y estos a su vez van acompañados de nuevos polisacáridos; lo que implica la síntesis de nuevas enzimas.

Según Intagri (2001), los bioestimulantes se caracterizan principalmente por ayudar a las plantas en la absorción y utilización de nutrientes, obteniendo a su vez plantas

más robustas, que permitan mejorar la calidad y producción en la cosecha de hortalizas, cereales y ornamentales. Además, las condiciones fisicoquímicas de los bioestimulantes garantizan una asimilación rápida de las plantas a través de su cutícula en las hojas (Intagri, 2015) y una mayor actividad fotosintética, aumentando la masa vegetativa y radicular, mayor vigor en nuevas brotaciones y sistemas fisiológicos vegetativos más equilibrados. Por otra parte, los bioestimulantes ayudan al desarrollo de paredes celulares más gruesas que impiden la penetración de patógenos y promueven sistemas naturales de defensa más activos, aumentos en la producción gracias a la floración y fructificación originadas por la asimilación, translocación y aprovechamiento de nutrientes, así como de la calidad de los frutos en la uniformidad, coloración, aumento de tamaño, rendimientos, olor y sabor (Cedeño y Alcívar, 2013).

Ramos (2000), argumenta que la aplicación de bioestimulantes ejerce un efecto positivo en los indicadores: altura de la planta, masa fresca de la raíz, diámetro del fruto y también la masa fresca del fruto. Los rendimientos agrícolas se incrementan con la aplicación de bioestimulantes aplicados en pequeñas dosis de compuestos activos para el metabolismo vegetal, de tal manera ahorrarle a las plantas gastos energéticos innecesarios en momentos de estrés. De esta forma se logra mejorar el largo de brotes, cobertura foliar y profundidad de los sistemas radiculares.

#### Bioestimulantes Aplicados en Diferentes Cultivos

En la actualidad existen bioestimulantes que se aplican a cultivos, como es el caso del producto FITOMAS-E, que es un bioestimulante que se aplicó a semillas de café, donde se evaluó la germinación a los 30 días después de la siembra, y al incrementar la dosis del bioestimulante en  $4 \text{ mL}^{-1}$  incrementa la germinación, y al

emplear  $6 \text{ mL}^{-1}$  se observa una disminución de la germinación. Estos resultados parecen estar influenciados por el hecho de que, como refiere el FITOMAS-E cuando es utilizado a dosis de 2 a  $4 \text{ mL}^{-1}$ , puede provocar incrementos en la actividad metabólica de las semillas y con ello en la germinación a una concentración de 2 y  $4 \text{ mL}^{-1}$  (Alvarado *et al.*, 2011).

Villar *et al.*, (2005) aplicaron un bioestimulante derivado de la industria azucarera en plantas de tomate aumentando el desarrollo de las plantas, de tal manera incrementó el rendimiento a 33 % en tomate. Ruiz *et al.*, (2009) aplicaron un bioestimulante en el cultivo de tomate, que provocó incrementos en el rendimiento y este a su vez estimula el crecimiento y las funciones vitales de las plantas.

Los bioproductos BIOBRAS-16, Liplant y la mezcla de oligogalacturónidos lograron incrementar el crecimiento de las plantas en la primera fase del cultivo. Estos tratamientos influyeron positivamente en el rendimiento por planta, siendo superiores al tratamiento testigo y lograron ejercer efecto positivo. Se demuestra que los bioproductos utilizados pueden ser aplicados indistintamente, ya que en las plantas se logran efectos similares en el crecimiento (Ruiz *et al.*, 2009).

Además, Morejón *et al.*, (2007) evaluaron la aplicación de BIOBRAS-16 en el cultivo de arroz en dos periodos de lluvia, en el de menor precipitación se obtuvieron valores con diferencia significativa y los rendimientos fueron superiores al testigo, obteniendo un rendimiento  $0.45 \text{ tha}^{-1}$ , y en época de lluvia incrementó el rendimiento a más de 33% de la producción.

También, Saavedra (2013) al evaluar tres bioestimulantes aplicados en el cultivo de amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) var. INIAP Perucho, obtuvo la mejor fertilización foliar complementaria mediante la aplicación de Biol Ecoplus, el cual presentó un

efecto estimulante de crecimiento en las variables: altura en las plantas, con 88.39 cm y tamaño de panoja con 51.39 cm; mismo efecto que se reflejó en las variables rendimiento, con 720.13 g/pn, y peso hectolítrico con 82.54 unidades.

También, Cárdenas (2015) al aplicar los bioestimulantes, Bio-Solar, Seaweed extracto, y Newfol-plus en el cultivo de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), evaluó las variables prendimiento de planta, número de flores, diámetro de flor y peso de la flor. De las pruebas realizadas, existió interacción entre los factores Bioestimulantes x Dosis (BxD) y se determinó que la mejor interacción fue Newfol-plus a 1.5g/ litro, debido a que este bioestimulante tuvo una mejor respuesta y asimismo, aplicando este valor promedio, se puede alcanzar un rendimiento alto de 15.60 t/ha.

Palma (2015), al aplicar el bioestimulante Kelpak en naranjilla (*Solanum quitoense*), en dosis de 10 cc/L, obtuvo buenos resultados en el prendimiento, número de brotes, longitud de raíces, número de hojas, tamaño de brotes, número de raíces y peso fresco y seco de raíces.

#### Bioestimulantes Aplicados al Cultivo de Frijol

Actualmente se impulsan numerosos productos orgánicos que son aplicados como estimuladores de crecimiento y para la mayoría de las zonas productoras de frijol es una de las alternativas para la diversificación de la producción. En los últimos años se ha potenciado el uso de bioestimulantes foliares como el FitoMas-E con el propósito de incrementar los rendimientos del cultivo (López y Pouza, 2014) y que las plantas sean más tolerantes al estrés del medio ambiente (Méndez *et al.*, 2011).

Por otra parte, López y Pouza (2014) evaluaron el efecto de la aplicación del bioestimulante FitoMas-E en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol de la variedad Tomeguin-93, donde se aplicó la dosis de 3 L/ha del bioestimulante en el

inicio de las etapas de floración y en la aparición de hojas primarias, donde se obtuvieron los mejores valores de altura, número de vainas por planta, longitud de las vainas y un rendimiento significativo de 2.15 t/ha del cultivo.

También, Hernández *et al.*,(2012) realizaron un estudio con el extracto líquido de vermicompost, que al aplicarlo en el área foliar de las primeras hojas de las plantas de frijol y durante su crecimiento, a una concentración de 1:60 v.v, las plantas muestran incrementos en los indicadores de altura, masa seca, superficie foliar, en los índices de asimilación seca, duración de la superficie foliar, duración de la biomasa y en los indicadores de rendimiento de legumbres por planta, granos por legumbres, masa de 100 granos y rendimiento.

Terry *et al.*, (2013) concluyen que los productos estudiados, de manera general, ejercen un efecto positivo en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Verlili), destacándose la combinación del bioestimulante y de biofertilizante (EcoMic®+Fitomas-E®) como la más promisoría para obtener una mejor respuesta agrobiológica en el cultivo.

En otro estudio, el bioestimulante que tuvo la mejor respuesta a la fertilización foliar complementaria en la producción de frijol fue el Biol enriquecido con micronutrientes, para las siguientes variables: Altura de planta, con 9.95 cm/planta, Número de vainas por planta, con 40.10 vainas/planta, peso de 100 granos, con 21.86 g/100 granos y Rendimiento, con 10.89 t/ha; mientras que, Newfol Plus fue el bioestimulante que mejor resultado obtuvo en las variables: Tamaño de la vaina, con 9.56 cm/vaina, Número de granos por vaina, con 5.63 granos/vaina (Escobar, 2015).

Guevara *et al.*, (2013) al utilizar el bioestimulante FitoMas-E, demuestran que el momento de aplicación del bionutriente influye sobre el crecimiento de las plantas de

*Phaseolus vulgaris* L. En este ensayo, las plantas que mayor altura alcanzaron fueron las que recibieron la dosis de 60 ml al inicio de la floración y a los 10 días de germinación, con 42.5 cm de altura, mostrando diferencias significativas con el resto de las etapas de aplicación. Esto puede estar dado a que, según Guevara *et al.*, (2013), el bioestimulante mejora en la absorción de nutrientes, que favorece el desarrollo fisiológico del cultivo, aplicando FitoMas-E cuando la planta presenta hojas primarias, y al inicio de la floración se obtuvieron los mejores resultados en la mayoría de los indicadores evaluados; resultados que demuestran que los mejores rendimientos agrícolas se obtienen mediante la aplicación del FitoMas-E en las etapas 1 y 2 del cultivo (López y Pouza, 2014). El empleo del Fitomas-E favorece el crecimiento vegetativo en el cultivo del frijol, comparado con el control (sin aplicación), siendo la dosis más recomendada la de 1.5L/ha. Los resultados obtenidos, indican que el empleo del Fitomas-E posee un conjunto de ventajas desde el punto de vista agronómico, lo que permitió incrementar los rendimientos con la disminución del impacto ambiental negativo consustancial a las prácticas agrícolas, asimismo produjo un elevado efecto económico, ya que se redujeron los costos y gastos de producción, y se incrementaron los valores de la cosecha (Méndez *et al.*, 2011).

Stoller (2013), menciona que el regulador del crecimiento Stimulate® Fertilizante foliar promueve el crecimiento, desarrollo de raíces y brotes en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), aumenta el rendimiento y hace a la planta más resistente al estrés, al aplicar la dosis de 0.25 L por cada 50 kilogramos de semilla o también al aparecer la 4ta. hoja, 15 días después de la primera aplicación repitiendo 3 veces la aplicación cada 20 días. Cobucci *et al.*, (2005) en tres experimentos llevados a cabo en la

región de Unai (MG), encontraron que el uso de (Stimulate®) bioestimulante aplicado en etapas fisiológicas, aumenta significativamente el rendimiento del frijol, independientemente del tipo de labranza utilizada (convencional o directa). La productividad media de frijol en el experimento varió de 2.148 kg ha<sup>-1</sup> a 3.816 kg ha<sup>-1</sup>. Además, Mejía *et al.*, (2011) al aplicar un bioestimulante o regulador del crecimiento en plantas de frijol, demostraron que fue efectivo en función del rendimiento (vainas/planta, granos/vaina y peso) para todos los tratamientos, en comparación con el testigo (5.28 qq/ha), por tal razón se considera que es una alternativa para maximizar los rendimientos del cultivo de frijol.

#### Compuestos que Conforman los Bioestimulantes

Los bioestimulantes están compuestos por formulaciones que contienen distintas hormonas en pequeñas cantidades (menos de 0,1 g.L<sup>-1</sup>), junto con otros compuestos químicos, incluyendo aminoácidos, vitaminas, enzimas, azúcares y elementos minerales; tienen concentraciones bajas, los tipos de hormonas y la cantidad depende del origen de la extracción (algas, semillas, raíces, etc.) y su procesamiento. Estimulan el desarrollo de la planta en general sin incidir de forma directa en mayor amarre o crecimiento del fruto, catalogándose de esta manera como auxiliares del mantenimiento fisiológico de las plantas, siendo de importancia en condiciones limitantes del cultivo, como mal clima, sequía y ataque de patógenos (Tayupanta, 2011). Además, los ingredientes activos de los bioestimulantes son probablemente fitohormonas y son productos elaborados a base de varios compuestos químicos, incluyendo hormonas, aminoácidos, vitaminas, enzimas y elementos minerales y son usados en pequeñas cantidades (Morán, 2014).

Los bioestimulantes pueden conformarse por fitohormonas, tales como giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico, auxinas y también se refiere a fungicidas del grupo de los triazoles y ácido salicílico (Turgeon, 2005).

Las Giberelinas ( $GA_3$ ), son un conjunto de compuestos químicos naturales con actividad reguladora en el crecimiento y desarrollo de las plantas, controlan diversos procesos, tales como la germinación de las semillas, la elongación del tallo, la expansión de hojas, el desarrollo de los tricomas y la inducción del desarrollo de flores y frutos (Ngatia *et al.*, 2003).

Por otra parte, las giberelinas a nivel molecular actúan reprimiendo o estimulando la síntesis de RNA y proteínas (Serrani, 2008), además provocan la división celular al acortar la interfase del ciclo celular e inducir las células en fase G1 a sintetizar ADN. También promueven la elongación celular al incrementar la plasticidad de la pared y aumentar el contenido de glucosa y fructosa, provocando la disminución del potencial de agua, lo que lleva al ingreso de agua en la célula y produce su expansión, inducen la deposición transversal de microtúbulos y participan en el transporte de calcio. También pueden actuar a nivel génico para provocar algunos de sus efectos fisiológicos (Marassi, 2007).

#### Ácido Giberélico ( $AG_3$ )

Los  $GA_3$  son ácidos carboxílicos diterpenoides tetracíclicos (ácido giberélico), que se distinguen unos de otros por un subíndice:  $GA_{13}$ ,  $GA_{20}$ ,  $GA_{52}$ . etc. Las partes vegetativas contienen menos  $GA_3$  que las partes reproductivas, las semillas inmaduras son ricas en  $GA_3$ , pero dichos niveles disminuyen a medida que éstas maduran (Azcón-Bieto y Talon, 2000).

Los AG<sub>3</sub> tienen un efecto fisiológico que se refleja en el control, crecimiento y elongación de los tallos;

- Elongación del escapo floral, que en las plantas en roseta es inducido por el fotoperiodo de día largo.
- Inducción de floración, crecimiento y desarrollo de frutos en plantas de día largo cultivadas en época no apropiada.
- Estimulan la germinación de numerosas especies, y en cereales movilizan reservas para el crecimiento inicial de la plántula.
- Inducen formación de flores masculinas en plantas de especies diclinas.
- Reemplaza la necesidad de horas frío (vernalización) para inducir la floración en algunas especies, especialmente las hortícolas (Marassi, 2007).

El ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) es el que ha demostrado una mayor versatilidad, modificando o controlando diferentes procesos fisiológicos. Así, se ha verificado un estímulo del crecimiento vegetativo, cuando es aplicado durante el receso invernal o al inicio de la brotación de los cultivos (Guardiola *et al.*, 1982).

#### Ácido Giberélico Aplicado en Diferentes Cultivos

La aplicación del AG<sub>3</sub> asperjado en el cultivo de cítricos, en concentraciones de 20 - 40 mg.L<sup>-1</sup>, durante el período de ecodormición (Otoño-Invierno), logra disminuir en forma significativa el número de flores formadas en los híbridos: Ellendale, Nova, Ortanique, en mandarina 'montenegrina' y en naranjo dulce Washington Navel (Gravina, 2007). Además, en el cultivo de coliflor se aplicó AG<sub>3</sub> en una dosis de 25 mg.L<sup>-1</sup> y ésta aplicación obtuvo buenos resultados para inducir la floración y obtener mayor altura de la planta, mientras que la dosis de 5 mg.L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> permitió acumular mayor cantidad de biomasa (González *et al.*, 2007).

Nieto (2015), analizó el efecto del AG<sub>3</sub> en la germinación de semillas de durazno Okinawa, con la prueba Tukey<sup>∞</sup> = 0.05, en la que encontró que los tratamientos a 800, 600 y 400 ppm de AG<sub>3</sub> presentaron 90.00, 83.33 y 80.00 por ciento de germinación, respectivamente; estadísticamente iguales entre ellos pero diferentes con respecto al testigo. En el periodo de germinación, entre los tratamientos 200, 400, 1000, 800 y 600 ppm de AG<sub>3</sub>, presentaron 5.00, 5.00, 4.33, 3.67, 3.00 número de días de germinación, respectivamente; resultados estadísticamente iguales. En la velocidad de germinación, se encontró que los tratamientos de 600 y 800 ppm de AG<sub>3</sub>, presentaron 2.68 y 2.60 semillas germinadas/día, respectivamente; estadísticamente iguales entre ellos pero diferentes con respecto al testigo.

Por otra parte, Olmedo (2015) evaluó dos dosis de Ácido Giberélico en la productividad del tomate de árbol (*Solanum betaceum*), para determinar que la dosis de ácido giberélico proporciona un mayor rendimiento que ayuda a la productividad del tomate de árbol, además de realizar el análisis económico, donde se evaluó el factor A (dosis de ácido giberélico) con la prueba de Tukey al 5 %. El mejor rendimiento de tomate de árbol, Genotipo Puntón amarillo a campo abierto, se obtuvo con el T7 (A2B3), aplicando 2 g/l de ácido giberélico en la fase de luna menguante a la floración con 24,4 Kg/parcela; fue la más adecuada para el cultivo de tomate de árbol y se incrementaron los rendimientos en número de flores por inflorescencia; Número de frutos cuajados, diámetro ecuatorial del fruto y longitud polar del fruto; esto a su vez incrementa el valor económico.

Además, Pérez *et al.*, (2014) determinaron el efecto de la frecuencia de aplicación del ácido giberélico en plantas hijas sobre el crecimiento y producción del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.), donde aumentó el crecimiento vegetativo y el

número de inflorescencias. Éstas respondieron a la interacción de las tres aplicaciones del AG<sub>3</sub>, aumentando el número de estolones. La concentración de 0 mg L<sup>-1</sup> presentó el menor tiempo medio de germinación, con 9,6 días, en comparación con las concentraciones de 100, 200 y 400 mg L<sup>-1</sup>, con valores de 11.82; 13.17 y 15.08 días, respectivamente; no obstante, las concentraciones de 100 y 200 mg L<sup>-1</sup> no presentaron diferencias significativas entre ellas.

González *et al.*, (2007), con el propósito de determinar el efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento de coliflor variedad *Botrytis*, realizaron un experimento en dos épocas de siembra, en los que se aplicaron concentraciones de 0, 5, 25 y 125 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub>. Se cuantificaron variables como la masa seca total, masa seca por órganos (raíz, tallo e inflorescencia), el número de flores y la altura de planta. Los resultados demostraron que la dosis de 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> fue la más apropiada para inducir la floración y obtener mayor altura de las plantas, mientras que la dosis de 5 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> permitió acumular mayor cantidad de biomasa.

Gambini (2014), evaluó los efectos de fitohormonas, entre ellas el AG<sub>3</sub>, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*), donde el mayor rendimiento comercial (35.58 t/ha) se obtuvo con la aplicación de la fuente que contiene auxina + citoquinina + giberelina.

Para las dosis de fitohormonas en el rendimiento comercial no se encontró diferencia estadísticamente significativa, sin embargo; se obtuvo el mayor rendimiento (32.29 t/ha) con la aplicación de la dosis de 0.30 ppm y se encontró interacción para el rendimiento comercial entre las fuentes y dosis de fitohormonas, siendo mejores las combinaciones: Auxina + Citoquinina + Giberelina, en una dosis de 0.30 ppm (38.54 t/ha), Auxina + Citoquinina en una dosis de 0.30 ppm (34.32 t/ha) y Citoquinina + Giberelina en una dosis de 0.60 ppm (29.99 t/ha), además se presentó interacción

entre las fuentes y dosis de fitohormonas para el peso de tubérculos/planta, rendimiento total y rendimiento, sin embargo; no se presentó interacción para altura de planta y número de tubérculos por planta.

También se realizó un experimento en macetas para estudiar el efecto de 4 niveles de ácido giberélico en aerosol (0,  $10^{-8}$ ,  $10^{-6}$  y  $10^{-4}$  M AG<sub>3</sub>) en las variables: crecimiento, contenido de NPK en la hoja y rendimiento y calidad, en 2 cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), donde el ácido giberélico resultó benéfico para la mayoría de los parámetros (Khan *et al.*, 2006).

Por otra parte, Garner & Armitage (1996) evaluaron la influencia del ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) a 400 mg • litro<sup>-1</sup> en las plantas de *Limonium x 'Misty Blue'*, donde el tratamiento se aplicó en intervalos semanales. Todos los tratamientos GA<sub>3</sub> aceleraron y aumentaron la floración, en comparación con las plantas no tratadas. Además, los Tratamientos, a las 4 semanas después de la siembra, dieron resultados en una mayor aceleración de la floración y aumento en el rendimiento del vástago.

Viera *et al.*, (2013) evaluaron la calidad de un cultivo de crisantemos (*Dendranthema grandiflora* L.) cv. Feroe, sometido a diferentes concentraciones de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) y al aplicar AG<sub>3</sub> en concentraciones bajas no interfirió con las características fenotípicas del cultivar de crisantemo Feroe.

#### Aplicaciones de Ácido Giberélico (AG<sub>3</sub>) en el Cultivo de Frijol

Investigaciones realizadas por Villanova y Larios (1972), al aplicar ácido giberélico a plántulas de frijol en la zona apical del tallo a una concentración de 50 ppm a los 14 días de germinadas las plántulas, ocasionó 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 otra parte, Nieman y Bernstein (1959) al asperjar ácido giberélico 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 giberélico aumentó 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 giberélico indujo un crecimiento de las plantas de frijol.

También se estudió el efecto de la interacción del ácido giberélico y nitrógeno en el crecimiento de tres variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), las aplicaciones de ácido giberélico ocasionaron un aumento significativo de aproximadamente 20% en el peso seco total de las hojas, el alargamiento del tallo; altamente significativo, la reducción de partes aéreas/raíces y el número de hojas, también elevó el rendimiento con la aplicación de esta hormona vegetal (Rulfo y Miranda, 1972).

Ngatia *et al.*,(2003) estudiaron el efecto de los niveles y el calendario de aplicación de ácido giberélico en los componentes de crecimiento y rendimiento de frijol común. En este estudio se incrementaron los niveles de AG<sub>3</sub>, donde se utilizaron los niveles (0, 2.5, 5.0 y 7.5 mg L<sup>-1</sup>), y estos incrementaron la altura de plantas de frijol, donde el ácido giberélico promueve la estimulación del crecimiento en las plantas y la división celular; el AG<sub>3</sub> aplicado a los 7 y 14 días después de la emergencia incrementa el área foliar y el rendimiento las plantas tratadas.

## Ácido Salicílico (AS)

En la agricultura el AS (ácido 2-hidroxibenzoico) ha tenido gran importancia económica, en la regulación de numerosos procesos fisiológicos en las plantas como la germinación de semillas, crecimiento de células, respiración, cierre de estomas, expresión de genes asociados a la senescencia, respuesta a estrés abiótico y de forma especial en la termogénesis, además de resistencia a enfermedades (El-Khalla *et al.*, 2009), así como en sus mecanismos de defensa frente al estrés biótico (Zahra *et al.*, 2010).

Sin lugar a dudas, es clave el uso del AS, es la regulación de la respuesta de las plantas frente al estrés biótico y abiótico. Estos reguladores del crecimiento vegetal pueden interactuar de forma conjunta o antagónica, en dependencia del factor estresante. La selección de la respuesta más adecuada a cada uno de estos estímulos, está determinada en parte por la interacción, positiva o negativa, que se establece en sus rutas de señalización, además; el AS también induce la floración en determinadas plantas, controla la absorción de iones por las raíces y la conductividad estomática (Umebese y Bankole, 2013).

También el AS es muy importante como mecanismo regulador en la defensa de la planta, no solo ante situaciones de estrés abiótico, sino también en la defensa de la planta contra el ataque de patógenos durante el desarrollo. La aplicación de los reguladores del crecimiento vegetal, facilitan el mantenimiento de las tierras cultivables, sin embargo, los efectos de dichos compuestos sobre los procesos fisiológicos, determinan la relación con la tolerancia al estrés y la productividad de los diferentes cultivos (Chávez *et al.*, 2012).

## Ácido Salicílico Aplicado en Diferentes Cultivos

El ácido salicílico se encuentra en las plantas en forma libre o en forma conjugada, a excepción de unas cuantas plantas como el arroz y la papa, generalmente no se encuentra 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 (Hennig *et al.*, 1993), mientras que otra parte proviene de la actividad de la fenilalanina amonio liasa (PAL) (Raskin, 1992).

Ramírez *et al.*, (2009) demostraron que la aplicación de AS en concentraciones de  $1 \times 10^{-6}$  M, incremento el rendimiento de chile por planta, así como el nivel de capsicina. También al aplicar AS en pepino, se encontró que éste tiene un efecto significativo en el rendimiento por planta en las concentraciones evaluadas, ya que presentaron diferencias significativas, indicando que el mejor tratamiento fue  $1 \times 10^{-6}$  M, el cual incrementó en un 33% en comparación con el testigo. Por otra parte, aplicando ácido salicílico a diferentes concentraciones, favoreció algunas etapas de crecimiento, al aumentar la distribución de biomasa nueva producida, en hojas, tallos, flores y frutos. En los Índices de Crecimiento, el uso del Ácido Salicílico modificó el crecimiento de la planta del cultivo de pepino, incrementando algunos índices de crecimiento (Ramírez, 2012).

El ácido salicílico aplicado a plantas de acelga, cambia el patrón de distribución de biomasa nueva producida, donde a concentraciones bajas incrementa la acumulación de biomasa en hojas y a concentraciones mayores la incrementa en los tallos, además el ácido salicílico favoreció satisfactoriamente el crecimiento y desarrollo de un cultivo de acelga, al incrementar la parte cosechable, por lo que se

recomienda su aplicación en este cultivo, lo que sin duda traerá mejores beneficios económicos a los agricultores (Ramírez, 2012).

El ácido salicílico es muy importante, debido a que incrementa la producción de los cultivos. En un estudio realizado en el cultivo de tomate, al aplicar AS se incrementó el crecimiento de las plantas, que se favorecen por las aplicaciones de ácido salicílico en algunas etapas de crecimiento y cambia la distribución de biomasa nueva producida, en hojas, tallos y flores; incrementando algunos índices de crecimiento (Coronilla, 2012).

También existen registros de la evaluación del efecto del ácido salicílico (AS) en el rendimiento y calidad nutritiva de una cepa de hongos comestibles (*Pleurotus ostreatus*) cultivados en residuos de dos especies vegetales: trigo (*Triticum aestivum*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), donde se evaluaron cuatro tratamientos con diferentes concentraciones de AS, lo que favoreció el rendimiento de la producción (Zamorano, 2013).

Un estudio similar demuestra la residualidad del ácido salicílico y su efecto en la actividad de la catalasa y capacidad antioxidante total en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Guzmán, 2012).

Salinas (2010), al evaluar el efecto de ácido salicílico sobre la tolerancia a estrés hídrico en lechuga (*Lactuca sativa* L.), bajo condiciones de invernadero, demostró que al aplicar AS a una concentración de 0.01 mM, con un 100% de la demanda hídrica, se cosecharon los pesos frescos más altos, respecto al resto de los tratamientos y éste mismo comportamiento se mostró para la variable de contenido de humedad.

Se reportan resultados de dos experimentos independientes para evaluar el efecto del ácido salicílico (AS) en plántulas de trigo (*Triticum aestivum* L.), donde las

plántulas de ambos experimentos se germinaron y se asperjaron durante 5 días con 1 y 0.1  $\mu\text{M}$  de AS y agua como control. Diez días después fueron cosechadas y realizadas las mediciones. Los resultados señalan que el AS favoreció significativamente el peso fresco de la raíz, así como la altura y el peso fresco de la biomasa total, en comparación con el control. El mejor tratamiento para estimular el crecimiento de plántulas de trigo fue el de 1 $\mu\text{M}$  de AS (Tocuch *et al.*, 2015).

Morales-Pérez *et al.*, (2014) evaluaron distintas dosis de ácido giberélico y salicílico en la producción de flores de *Gerbera jamesonii*, en función de aplicaciones al follaje y sustrato, cuando los valores de F fueron significativos, se aplicó la prueba de la diferencia significativa honesta (DSH) al nivel de significancia del 5%. En el biplot de referencia, se observó que un incremento en el número de escapos florales por planta se relacionó directamente con una disminución en el diámetro del capitulo, y en el diámetro y longitud del escapo floral. En este sentido, al observar las interrelaciones entre las 20 combinaciones, se detectó que la aplicación al follaje favoreció el número de escapos florales por planta, mientras que, la aplicación al sustrato aumentó el diámetro del capitulo, la longitud del escapo y el diámetro del escapo floral.

Cruz (2015), al evaluar el crecimiento y desarrollo del brócoli (*Brassica oleraceae*), al aplicar la concentración de  $10^{-8}$  M de AS, encontró diferencia significativa para la variable altura de planta, al principio de la formación de hojas, en la etapa de crecimiento vegetativo y de formación de pella. Asimismo, para la variable diámetro de tallo, con la misma concentración, mostró diferencia significativa. Al evaluar el efecto de la aplicación foliar de los ácidos salicílico y benzoico, así como al verificar el efecto en la producción, de acuerdo a los resultados obtenidos, se determina que

el AS influye en rendimiento de tubérculos en el cultivo de papa var. Gigant (Cabeza, 2001; Mundo, 2004).

En otros estudios, se determinó el efecto de la aplicación foliar de inductores de defensa natural de plantas sobre el rendimiento de plantas de lechuga. Las concentraciones evaluadas fueron SA (10 mM), SA (100 mM), JA (metil jasmonato 10  $\mu$ M), y JA (metil jasmonato 100  $\mu$ M), y control (agua) y se midieron las variables: peso fresco, peso seco, cantidad de nitratos, cantidad de clorofila y presencia de peróxido de hidrógeno. En la medición de nitratos hubo diferencias significativas entre tratamientos, la aplicación de SA y JA en las concentraciones evaluadas en este trabajo no afectan el rendimiento ni características nutrimentales en las plantas de lechuga orejona (Tierranegra, 2008).

También, en plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), se asperjaron concentraciones bajas de ácido salicílico (AS) para estimar su efecto en el crecimiento de la raíz y del tallo. Los resultados señalan que el AS incrementa significativamente la altura, el área foliar, el peso fresco y seco del vástago, así como la longitud, el perímetro y el área de la raíz. El tratamiento de 1  $\mu$ M de AS, incrementó la longitud de la raíz 43 %, 14.8 % el tamaño del tallo y 38.6 % el área foliar, en comparación con el control (Larqué-Saavedra *et al.*, 2010).

#### Aplicación de Ácido Salicílico (AS) en el Cultivo del Frijol

La aplicación de ácido salicílico en semillas de frijol, en una concentración de 0.5 M, disminuye daños ocasionados por sequía e incrementa la altura de las plantas. Los resultados indican que la aplicación exógena de esta fitohormona puede actuar como una herramienta eficaz en mejorar el crecimiento y la producción de frijol en condiciones de estrés hídrico (Sadeghipour y Parvis, 2012).

El ácido salicílico (AS) ha sido aplicado para incrementar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.), utilizando varias concentraciones, donde los resultados del análisis de varianza para la variable rendimiento, aunque no mostró diferencia significativa, existe una diferencia numérica entre los tratamientos, donde las plantas asperjadas a una concentración de  $1 \times 10^{-8}$  M de AS, mostraron un rendimiento superior (39%), respecto al testigo (Analco, 2014).

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 (Zavala, 2014). La aplicación de AS, mejoró la respuesta de las plantas de frijol a la salinidad, mediante el aumento de peso seco de la planta y la disminución del contenido de solutos orgánicos (Prolina y Azúcares Solubles Totales) y daños a la membrana (Sustancias Reactivas al Ácido Tiobarbitúrico) (Palma, 2009). En plantas de frijol, los tratamientos en semillas con AS mejoraron significativamente el porcentaje de germinación y los criterios de plántula, en comparación con las semillas de control, bajo condiciones de estrés por temperatura óptima y baja. Los resultados indicaron que ácido salicílico estimula diversos aspectos de crecimiento en plántulas de frijol, quizás a través de la interferencia con las actividades enzimáticas responsables de la biosíntesis y catabolismo de la promoción del crecimiento y sustancias inhibitoras.

Por lo tanto, se puede concluir que AS podría eliminar los efectos negativos derivados del estrés por frío en frijol común (Gharib y Hegazi, 2010).

Se estudió el efecto del ácido salicílico y cloruro de sodio en el crecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Los resultados mostraron que la salinidad causó una reducción significativa en el peso fresco y seco de raíz y brote, el contenido relativo de clorofila, porcentaje de contenido relativo de agua, índice de estrés y un aumento significativo en azúcares solubles y prolina, en comparación de ácido salicílico en plantas de frijol podría mejorar el crecimiento y, por lo tanto; la resistencia a la salinidad bajo condiciones salinas (Khoshbkht *et al.*, 2012).

#### Análisis de Crecimiento

El análisis de crecimiento es una técnica que consiste en medir a intervalos de tiempo el área foliar y el peso seco de las plantas y sus órganos, para luego proceder a realizar cálculos que posibiliten cuantificar el crecimiento total por órgano, la deficiencia del área foliar y la distribución de asimilados entre los distintos órganos de la planta (Herrera *et al.*, 2006).

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-Estrada y Kohashi-Shibata, 1993). Es una técnica usada para cuantificar los componentes del crecimiento que representan la primera etapa en el análisis de la producción primaria y constituye la forma más práctica de evaluar la producción fotosintética neta. Además el análisis de crecimiento es básico para comprender mejor los procesos fisiológicos que determinan la producción vegetal (Escalante, 1999).

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).

Los procesos de crecimiento y desarrollo son eventos estrechamente relacionados, puesto que el crecimiento está acompañado por morfogénesis y 22 diferenciaciones. Estos eventos se traducen en cambios morfológicos y fisiológicos con el aumento de la edad de la planta (Salisbury y Ross, 1992).

La tasa de crecimiento de una planta es el resultado tanto de su “antecedente” genético como del ambiente en el cual crece y se desarrolla. Por consiguiente, el crecimiento y desarrollo de la planta es consecuencia de la interacción de procesos asociados con relaciones hídricas, nutrición mineral, fotosíntesis, transporte en el floema y respiración. Por otro lado, estos procesos fisiológicos pueden estar controlados por la tasa de crecimiento de la planta (Lambers *et al.*, 1998; Taiz y Zeiger, 1967).

Para el análisis de crecimiento, se utiliza una técnica de tipo destructivo que requiere el uso de grupos homogéneos de plantas o parcelas a las cuales se les practica mediciones frecuentes de peso seco de los órganos y del tamaño del sistema asimilatorio (White, 1988).

El análisis de crecimiento es de gran utilidad porque permite conocer las características de una planta más fuertemente asociadas con la producción y

suministra información relevante para la comprensión del funcionamiento de una planta dependiente del genotipo y el ambiente. El crecimiento de las plantas puede ser evaluado cuantitativamente, a través de la determinación de la producción primaria (peso seco) en función del tiempo (Hunt, 1990; Lambers *et al.*, 1998).

El crecimiento puede ser analizado en función del incremento de materia seca total y su distribución (partición) entre órganos involucrados en adquisición de recursos de la parte aérea y del sustrato. Para mayor precisión, el peso seco de la planta se puede dividir en sus diferentes órganos de importancia económica y fisiológica para analizar el crecimiento al nivel de órganos y células individuales. En estos términos, la partición de recursos juega un papel crucial en la determinación de la tasa de crecimiento de una planta (Lambers *et al.*, 1998).

El análisis de crecimiento ha sido practicado de dos formas diferentes, una de ellas es el análisis clásico originado con los trabajos de Blackman, que realizó en 1919, basado en medidas realizadas a intervalos de tiempo relativamente largos con un gran número de plantas y el análisis funcional en el cual las medidas se hacen a intervalos de tiempo más frecuentes, utilizando un pequeño número de plantas (Hunt, 1990).

Dentro de un análisis de crecimiento, se debe de tener en cuenta el análisis de los coeficientes de partición de biomasa e Índices de crecimiento, los cuales ayudan a cuantificar y cualificar un cultivo.

#### Coeficientes de Partición de Biomasa

Es la producción de biomasa asignada a frutos, flores, hojas y tallos, se expresa en gramos, al dividir la cantidad de biomasa de cada órgano entre la cantidad de biomasa total. El 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,  $CPBH = (PSH/PST)$ .

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,  $CPBT = (PST/PST)$ .

Coeficiente de partición de las flores: permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total durante la fotosíntesis,  $CPBF = (PSF/PST)$ .

Coeficiente de partición del fruto: permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total durante la fotosíntesis,  $CPBFr = (PSFr/PST)$ .

#### 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) y Hunt, (1990)), 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:  $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ , matemáticamente se expresa como:  $TCR = (\ln PS_2 - \ln PS_1) / (t_2 - t_1)$ .

Casierra-Posada *et al.*, (2007) realizaron un análisis del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), cultivados bajo invernadero, donde la tasa

de crecimiento relativo disminuyó fuertemente desde 8-22 ddf en los cultivares Sofía y Bravona, pero Granitio presentó una reducción menos drástica a lo largo del desarrollo del fruto y los modelos de simulación obtenidos mostraron una alta correlación con los respectivos datos observados para el crecimiento del fruto.

Morales-Rosales *et al.*, (2008) demostraron que en plantas de rábano, bajo condiciones de invernadero, durante sus primeros estadíos, el crecimiento suele tener una dinámica exponencial y suele reflejar diferencias significativas entre especies o manejo agronómico diferente. En la primera lectura se observa en todos los tratamientos una gran eficiencia en la conversión de peso seco por unidad de peso, debido, posiblemente, a la mayor relación que se presenta entre el AF y el peso de las hojas en las primeras fases del crecimiento y a que los tejidos jóvenes poseen mayor actividad biológica y capacidad de síntesis.

Por otro lado, Apáez-Barrios *et al.*, (2011) encontraron que en clima cálido, el frijol chino con espaldera convencional, los valores más altos de TCR se representaron de la emergencia hasta 29 días después de la siembra y tendieron a disminuir a la madurez fisiológica.

Aparecida y Orika (2008), reportaron que hubo una variación en la TCR de *Salvia officinalis*, la cual estuvo muy marcada, observándose los valores más altos en la primera colección, a los 47 DAT, y a partir de ahí, se presentó una tendencia a la disminución.

La disminución de la TCR también fue observada por Pacheco *et al.*, (2006) en las plantas de *Ocimum basilicum* L. (albahaca), en la cual se observa que la fase inicial presenta una acumulación rápida de material vegetal y a partir de aquí el comportamiento tiende a disminuir con los muestreos. Esta disminución se explica

por el aumento de la actividad respiratoria y el autosombreado, el cual aumenta con la edad de la planta.

Así también, Ascencio (1972) reportó que la TCR en un cultivo de frijol disminuyó desde la germinación hasta el inicio de la floración, y aumentó al producirse el crecimiento de los frutos, para posteriormente disminuir hasta el inicio de la maduración de las vainas y finalmente disminuir con la senescencia del cultivo.

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:  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ . Matemáticamente se expresa como:  $\text{TAN} = ((\text{PS}_2 - \text{PS}_1) / (\text{T}_2 - \text{T}_1)) * ((\ln \text{AF}_2 - \ln \text{AF}_1) / (\text{AF}_2 - \text{AF}_1))$ . Aguilar-García *et al.*, (2005) realizaron un estudio donde determinaron la TAN en plantas de girasol, al evaluar el área foliar, se menciona que el aumento en la densidad de población disminuyó la TAN, lo que sugiere que el incremento en biomasa y rendimiento, no sólo está definido por la tasa de producción de materia seca por unidad de área foliar, sino también por la magnitud de la misma.

Sin embargo, Díaz-López *et al.*, (2013) al evaluar la tasa de asimilación neta, encontraron que en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) los valores mayores correspondieron con los 34 dds. Hernández *et al.*, (2012) encontraron que la mayor cantidad de  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2} \cdot \text{días}^{-1}$  en un cultivo de frijol va disminuyendo conforme va pasando el tiempo, donde la mayor TAN se encontró al inicio del desarrollo y la menor al final del cultivo. Por otro lado Garduño- González *et al.*, (2008) no encontraron diferencia significativa.

Sedano *et al.*, (2005) reportan que en el cultivo de la calabacita, la TAN mostró una tendencia creciente en los primeros 33 días después de la siembra (dds), fecha en que alcanzó su máximo valor; enseguida se redujo drásticamente, excepto de los 48 a los 62 días, periodo en que los frutos crecen más rápido, por lo que se le atribuyó a la senescencia foliar. Estos mismos resultados fueron obtenidos por Olayinka *et al.*, (2009) en un cultivo de tomate y reportan que la declinación en la TAN podría ser debido a la reducción en la actividad fotosintética de las hojas a medida que estén senescentes y mueran.

Por su parte, Mora- Aguilar *et al.*, (2006) al trabajar en un cultivo de papa, encontraron que la TAN disminuyó con la edad del cultivo, los valores máximos se encontraron al inicio del desarrollo, en los primeros 20 días la TAN disminuyó, debido posiblemente a la fotosíntesis neta por aumento de respiración o reducción del área fotosintética

(Moorby, 1970).

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  $\text{cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ . Matemáticamente se expresa como:  $\text{RAF} = ((\text{AF}_1/\text{PS}_1) + (\text{AF}_2/\text{PS}_2))/2$ . Al evaluar el análisis de crecimiento en tres variedades de algodón, se demostró que los valores más altos de RAF se registraron en las primeras fases de crecimiento de las plantas, y gradualmente disminuyeron conforme avanzó la edad del cultivo, encontrándose los valores más altos al inicio del ciclo del desarrollo de la planta (26 dds), luego empezó a decrecer en forma paulatina hasta el final el ciclo (Azofeifa y Moreira, 2004).

Boutraa (2009), no encontró diferencia de RAF al evaluar dos genotipos de frijol cultivados con baja disponibilidad de fósforo. La relación de área foliar, representa el área de la hoja por unidad de masa de la planta. Esta misma tendencia en la RAF en el comienzo del ciclo vegetativo, disminuye con la maduración de la planta y por lo general se ha observado en diferentes cultivos. Aparecida y Orika (2008) al trabajar con *Salvia officinalis* reportaron que en general, todos los tratamientos, excepto el testigo, presentaron una disminución constante en la RAF. Estos resultados son similares a los de Barreiro *et al.*, (2006), quienes observaron una máxima expresión en el primer resultado obtenido de RAF en un cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.), disminuyendo con respecto a su etapa fisiológica. 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;  $RPF = ((PSH_1/PS_1) + (PSH_2/PS_2))/2$ .

La relación de peso foliar, es la masa de la hoja por unidad de masa de la planta o medida del reparto de la biomasa de la hoja contra la otra parte de la planta. La RPF es alta en las primeras semanas del crecimiento, donde el valor se mantiene constante, alrededor de 0.63 gramos de hojas por gramos de peso seco total, o sea que el 63% de peso total de la planta está integrado por hojas. Durante la floración y fructificación, se observa una disminución en este valor debido al traslado de fotosintatos hacia los órganos en formación (Ascencio, 1972). También se observó la variación de la RPF a lo largo del desarrollo de la planta de tomate. Los valores de este parámetro se mantuvieron más o menos constantes desde el inicio del

desarrollo hasta los 75 días, representando un alto porcentaje del peso seco total (Geraud *et al.*, 1995).

En un cultivo de algodón, se observó que los valores más altos de RPF se presentaron en las primeras fases de crecimiento de las plantas, y que tienden a declinar conforme avanza la edad del cultivo, esto se debe a que en las primeras fases de crecimiento las plantas invierten la mayor parte de los fotoasimilados en el establecimiento de su aparato fotosintético, cantidad que va disminuyendo gradualmente a medida en que la planta acumula una mayor cantidad de carbohidratos en otros órganos de la planta, especialmente en los reproductivos (Palomo *et al.*, 2004).

El Área Foliar Específica (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:  $\text{cm}^{-2} \cdot \text{g}^{-1}$ . Matemáticamente se expresa como:  $\text{AFE} = ((\text{AF}_1/\text{PSH}_1) + (\text{AF}_2/\text{PSH}_2))/2$ .

Torres *et al.*, (2015) estudiaron el comportamiento del área foliar específica en tres cultivares comerciales de caña de azúcar. Donde el cultivar C1051-73 presentó los más bajos niveles del área foliar específica, lo que corresponde con hojas de mayor espesor relativo o densidad y los niveles del área foliar específica en cada cultivar no difieren en cada ciclo de plantación

El área foliar específica, es un componente morfológico porque es determinado por la concentración de materia seca y el grosor de la hoja, así entre mayor sea el AFE menor será el grosor de la hoja y viceversa. Con el desarrollo de las plantas, se aumenta el área foliar y la materia seca de las hojas tienden a disminuir en esta variable. Benincasa (1998) al trabajar con el cultivo de tomate, observó un efecto en

el aumento en AFE hasta los 45 días de crecimiento vegetativo y pudo destacarse, que las hojas son más delgadas al crecer en condiciones de menor irradiación.

El AFE disminuyó después de los sesenta días de crecimiento de la planta y se considera que este índice representa el costo energético o material para la formación de una unidad de superficie foliar. Así también, Rincón *et al.*, (2001,) encontraron resultados similares en un cultivo de coliflor ya que el área foliar específica (AFE) presentó el valor máximo en el momento del trasplante, disminuyendo posteriormente con el paso del tiempo.

El IECFr es una variable de la TAN, solo que dirigida hacia un componente en especial de la planta, normalmente se toma la parte cosechable del cultivo, en este caso la vaina de la planta de frijol. Las unidades en que se expresa:  $\text{gr} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}$ , y matemáticamente como:  $\text{IECFr} = ((\text{PSFr}_2 - \text{PSFr}_1) / (\text{T}_2 - \text{T}_1)) * ((\ln \text{AF}_2 - \ln \text{AF}_1) / (\text{AF}_2 - \text{AF}_1))$ .

#### Componentes Del Rendimiento

Los componentes del rendimiento están conformados por el número de vaina por planta (V/P), peso de 100 granos (g/100/G), granos por vaina (G/V),  $\text{Kg/m}^2$ ,  $\text{Kg/ha}$  y  $\text{Ton/ha}$ , los cuales nos permitirán estimar el rendimiento del cultivo de frijol. Se indica el número de tallos reproductivos totales, el número de tallos reproductivos formados y la longitud de la panícula respectivamente. Como se puede observar, para estos tres componentes del rendimiento, sólo se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en el segundo año de evaluación, resultando más ventajosos los tratamientos donde se utilizaron los fertilizantes nitrogenados, sin diferir entre sí cuando éstos se compararon con el control (Pérez, 2013).

El rendimiento de semilla total se presenta en la tabla 1. Como se puede apreciar, en ambos años hubo diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre los tratamientos y el control, alcanzándose el valor máximo cuando se utilizó el nitrato de amonio. El rendimiento de semillas llenas no presentó diferencias significativas en el primer año, no así en el segundo, donde se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre los tratamientos y el control, alcanzándose los rendimientos más altos con la aplicación de nitrato de amonio.

Chacon *et al.*, (2011) evaluaron el efecto de cuatro espaciamientos entre surcos sobre el rendimiento agrícola, sus componentes y el peso de 100 semillas de dos cultivares de soya: Incasoy-24 e Incasoy-27. En ambos cultivares se observó que las plantas espaciadas a 0.45 y 0.60 m tuvieron mejor respuesta agronómica en los componentes del rendimiento agrícola: número de legumbres y de semillas por planta, que el peso de 100 semillas no mostró diferencias estadísticas en ninguno de los espaciamientos evaluados y que el rendimiento agrícola alcanzó valores por encima de las 2 ton/ha<sup>-1</sup> en las plantas sembradas en los espaciamientos menores utilizados.

Escalante *et al.*, (2015) realizaron un estudio donde mostraron que el número de vainas y número de granos son los componentes de mayor relación con el rendimiento en granos de frijol. Además existen más resultados donde la relación entre el rendimiento en grano y sus componentes, y se observó que la BT y los componentes NG, GV y el NV, fueron los que presentaron una correlación alta con el RG (Escalante-Estrada *et al.*, 2014). Asimismo, el NG presentó una relación alta con el NV y en menor grado con GV, lo que indica que para lograr un RG más alto en

frijol, se deben proponer estrategias para generar en orden ontogénico un mayor NV, GV y NG (Escalante-Estrada *et al.*, 1993).

Acosta *et al.*, (2009) estudiaron el índice de área foliar y rendimiento en frijol en condiciones de secano, donde el índice de área foliar y rendimiento de grano en siembras comerciales de variedades criollas de frijol de diferente tipo de grano bajo condiciones de secano fueron mayores en las localidades Emiliano Zapata y Zaragoza, municipio de Sombrerete, Zacatecas. Donde el índice de área foliar se relacionó positivamente con el rendimiento de las variedades criollas de frijol, tanto del grano negro como del grano claro, en etapas previas a la madurez fisiológica. Morales-Rosales *et al.*, (2008) estimaron el crecimiento, la producción de biomasa, el rendimiento y sus componentes principales en tres cultivares de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en un cultivo asociado con girasol (*Heliantus annuus* L.), donde en el rendimiento y sus componentes se realizó un análisis de correlación lineal simple. Donde se detectaron diferencias estadísticas ( $P=0.001$ ) en todas las variables evaluadas, mientras que el factor sistema sólo presentó diferencias significativas para las variables NR, NV, NS y PCS. Aunque la interacción de cultivares por sistema no fue significativa (0.05), la producción de biomasa y semilla en los cultivares Bayomex y Michoacán se incrementó cuando se asociaron con girasol. Las variables NR, NV, NSV, NS y PCS se correlacionaron positiva y significativamente (0.01) con el REN.

Hamanda *et al.*, (2003) al determinar el efecto del manejo agronómico en el rendimiento del frijol encontraron diferencia altamente significativa para la época de siembra y para el sistema de conducción solo se encontró diferencia significativa. Los mejores rendimientos fueron obtenidos en octubre, con 1345 kg por hectárea.

La utilización de las espalderas aumentó el rendimiento en 996.58 kg por hectárea y la modalidad de cosecha no influyó en este parámetro. El mayor rendimiento se obtuvo con el tratamiento sembrado en octubre, sembrado en espalderas en dos cosechas (1FSE2C) con 1479 kg por hectárea.

## 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° 60' 27.00'' de Latitud Norte y 103° 47' 50.00'' de Longitud Oeste, en el ciclo tardío Julio – Octubre de 2014. El terreno cuenta con un suelo de textura franco arenoso, constituido por 64% de arena, 26% de limo, 10% de arcilla, 1.6% de materia orgánica y un pH 7.4. El sitio tiene una altitud de 2,220 msnm, una pendiente de 3%, y está ubicado en la principal zona de producción de frijol de temporal a nivel nacional.

El clima de la región es templado a seco, con una temperatura media anual de 16°C y una precipitación media cercana a los 500 mm. Las temperaturas en primavera oscilan entre los 20°C máximas y 10°C mínima. En los meses de verano alcanza hasta los 25°C, mientras que en julio y agosto, en época de lluvias, la temperatura oscila entre los 13°C mínima y los 24.5°C máxima. En otoño las temperaturas varían entre los 8°C y 20°C máxima y durante el invierno entre los 0°C y 18°C máxima (Ortiz, 1998).

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) var. Pinto Saltillo, fue sembrado el 1 de Julio del 2014. El acondicionamiento de la parcela donde se estableció el cultivo consistió en 4 surcos de 40 m de largo y 70 cm de espaciamiento entre surcos y 15 cm entre plantas. El manejo agronómico que se utilizó, fue sugerido por el Sr. Adalberto Castaño Madrid, productor de la región. Las soluciones del bioestimulante SAGIB utilizadas, se prepararon en el laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y posteriormente se trasladaron a campo para su aplicación.

Posteriormente se realizó la aplicación de las diferentes concentraciones del bioestimulante SAGIB, utilizando una mochila aspersora marca Swissmex con capacidad de 8 lts, la aplicación se realizó en el haz y en el envés de las hojas, cuando las plantas presentaron la tercera hoja verdadera. Después se procedió a etiquetar las plantas con datos del respectivo tratamiento aplicado. Posteriormente se realizaron 6 muestreos cada 15 días, el primero 10 días después de la aplicación de los tratamientos. Después se procedió a coleccionar las muestras de plantas de frijol de cada tratamiento guardándolas en bolsas de plástico, para luego separar las hojas, tallos, flores y Vainas en laboratorio. Las hojas se colocaron en una prensa, los

tallos, flores y frutos se separaron y se colocaron en bolsas de papel para llevarlas al laboratorio, donde se procedió a realizar la medición del área foliar en un integrador del área foliar marca LI-COR, modelo 3100. Después se deshidrataron las diferentes estructuras en una estufa de secado marca Felisa, modelo 293 A, durante 72 horas, a una temperatura de 75°C. Finalmente, al concluir el tiempo de secado, se pesaron las muestras en una balanza analítica, marca DNA, modelo GR-120, para determinar el peso seco del tallo, hoja, flor y vaina.

El experimento se estableció, utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar con 7 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos consistieron en T1= 0; T2= SAGIB-6; T3= SAGIB-6100; T4= SAGIB-6200; T5= SAGIB-8; T6= SAGIB-8100; T7= SAGIB-8200. También se determinaron las variables agronómicas que se emplearon en esta investigación, las cuales son: Área Foliar, Peso Seco del Tallo, Peso Seco de Hoja, Peso Seco de Flor, Peso Seco de Vaina, Peso Seco Total, Número de Vainas por Planta, Número de Granos por Vaina, Peso de 100 Granos, Kg/m<sup>2</sup>, Kg/ha y Ton/ha.

El peso seco total se obtuvo de la sumatoria de cada uno de los datos de peso seco obtenido por planta. También se registraron los componentes del rendimiento, que se enlistan a continuación: Número Vainas/Planta; Número de granos/Vaina; Peso de 100 Granos; Rendimiento Kg/m<sup>2</sup> y Rendimiento Ton/ha. El número de vainas por plantas se obtuvo al contar las vainas en cada planta, mientras que el número granos por vaina se obtuvo contando el total de granos que había en cinco vainas de las plantas de los diferentes tratamientos. El rendimiento se estimó pesando los granos de las vainas de una planta por tratamiento, y extrapolando los datos obtenidos a toneladas por hectárea.

Una vez obtenidos los datos de peso seco de las diferentes estructuras, se calcularon los coeficientes de partición de biomasa (CPB) e Índices de Crecimiento (IC).

Los coeficientes de partición de biomasa (CPB), son la producción de biomasa asignada a hojas, tallos, flores y frutos. Se expresa en gramos, al dividir la cantidad de biomasa de cada órgano entre la cantidad de biomasa total.

El 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, matemáticamente se expresa:  $CPBH = (PSH/PST)$ . Para determinarlo se dividió el peso seco de la hoja entre el peso seco total.

El 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 producida durante la fotosíntesis, matemáticamente se expresa:  $CPBT = (PST/PST)$  y se determinó al dividir el peso seco de tallo entre el peso seco total.

El coeficiente de partición de las flores: permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total producida durante la fotosíntesis, matemáticamente se expresa:  $CPBF = (PSF/PST)$  y se determinó al dividir el peso seco de la flor entre el peso seco total; y el Coeficiente de partición del fruto: permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total producida durante la fotosíntesis, matemáticamente se expresa:  $CPBFr = (PSFr/PST)$  y se determinó al dividir el peso seco del fruto entre el peso seco total.

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.) e Índice de Eficiencia de Crecimiento del Fruto (IECFr) y se expresaron en sus respectivas unidades.

La Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), 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:  $TCR = (\ln(PS_2) - \ln(PS_1)) / (T_2 - T_1)$  en  $g \cdot g^{-1} \cdot día^{-1}$  y se obtiene al calcular el logaritmo natural del peso seco dos, menos el logaritmo natural de peso seco uno, dividiendo sobre el intervalo de días entre cada muestreo.

La Tasa de Asimilación Neta (TAN) expresa la producción de materia seca elaborada por la planta, determinada por la diferencia entre la fotosíntesis y la respiración, matemáticamente se expresa:  $TAN = ((PS_2 - PS_1) / (T_2 - T_1)) * ((\ln(AF_2) - \ln(AF_1)) / (AF_2 - AF_1))$ , en  $g \cdot g^{-1} \cdot día^{-1}$  y se obtuvo restando el peso seco dos, menos peso seco 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.

La Relación de Área Foliar (RAF) es la relación entre el área foliar total y la materia seca total por planta, matemáticamente se expresa:  $RAF = ((AF_1 / PS_1) + (AF_2 / PS_2)) / 2$ , en  $cm^2 \cdot g^{-1}$  y se obtuvo al dividir el área foliar uno entre peso seco uno, más el área foliar dos entre peso seco dos, entre la constante dos.

La Relación de Peso Foliar (RPF) determina la distribución de asimilados hacia las hojas y es un indicador de la frondosidad de la planta, matemáticamente se expresa:  $RPF = ((PSH_1 / PS_1) + (PSH_2 / PS_2)) / 2$ , en  $g \cdot g^{-1}$  y se obtuvo al dividir el peso seco de

la hoja uno entre el peso seco uno, sumando el peso seco de la hoja dos entre el peso seco dos, dividido con la constante dos,

El Área Foliar Especifica (AFE), mide el grosor de la hoja y representa la superficie en área foliar por gramo de hoja, matemáticamente se expresa:  $AFE = ((AF_1 / PSH_1) + (AF_2 / PSH_2)) / 2$ , en  $cm^2 * g^{-1}$  y 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; y el Índice de Eficiencia de Crecimiento del Fruto (IECFr), mide el incremento de materia vegetal en el fruto, matemáticamente se expresa:  $IECFr = ((PSFr_2 - PSFr_1) / (T_2 - T_1)) * ((\ln AF_2 - \ln AF_1) / (AF_2 - AF_1))$ , expresada en  $cm^2 * g^{-1}$  y se obtuvo al dividir el peso seco del fruto dos menos el peso seco del fruto uno entre el tiempo dos menos el tiempo uno multiplicando por el logaritmo natural del área foliar dos menos el logaritmo natural del área foliar uno entre el área foliar dos menos el área foliar uno y mide el incremento de materia vegetal en el fruto.

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

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Coeficiente de Partición de Biomasa (CPB)

En el Cuadro 1 se muestran los resultados del análisis de varianza y comparación de medias (Tukey  $P=0.01$ ) de los Coeficientes de Partición de Biomasa de Hoja y Tallo.

En el primer muestreo, se observaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, donde en general las plantas testigo enviaron la mayor cantidad de biomasa nueva producida a la formación de hoja, superando a las plantas tratadas con SAGIB, excepto a las plantas tratadas con SAGIB-6.

En el Coeficiente de Partición Biomasa de tallo, todas las plantas tratadas con SAGIB igualaron a las plantas testigo, excepto las plantas tratadas con SAGIB-6; cuyo envío de biomasa fue inferior al de las plantas testigo.

En el segundo muestreo, aunque hay una tendencia general de las plantas de todos los tratamientos a disminuir la acumulación de biomasa de hojas, respecto al muestreo anterior, algunos tratamientos como el SAGIB-6100, SAGIB-6200, SAGIB-8100 y SAGIB-8200 incrementaron en esta fecha su envío de biomasa hacia las hojas. En el CPB de Tallo, también se muestra una disminución en general del envío de biomasa a formar tallos con respecto al muestreo anterior, excepto en las plantas tratadas con SAGIB-6 y SAGIB-8. También se observa que las plantas de todos los tratamientos de SAGIB, superaron en la acumulación de biomasa de Tallo a las plantas testigo. En este muestreo aparecen las flores en las plantas de algunos tratamientos incluido el testigo, sin embargo; es el tratamiento SAGIB-8 el que induce mayor envío de biomasa a las flores, lo cual podría interpretarse como un síntoma de precocidad. En este muestreo también aparecen las Primeras Vainas en las plantas tratadas con SAGIB-6 y SAGIB-8, siendo este último tratamiento quien destinó mayor

biomasa para formar estas estructuras, respecto del resto de los tratamientos que aún no inducían la formación de vainas.

Cuadro 1. – Análisis de varianza y comparación de medias de los Coeficientes de Partición de Biomasa de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, bajo condiciones de temporal, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

TRATAMIENTO	VARIABLE	MUESTREO			
		29/07/2014	12/08/2014	26/08/2014	09/09/2014
TESTIGO		0.69 A+	0.60 A	0.47 AB	0.22 A
SAGIB-6		0.70 A	0.57 AB	0.39 B	0.25 A
SAGIB-6100	CPBH	0.41 B	0.48 BC	0.54 A	0.31 A
SAGIB-6200		0.41 B	0.44 C	0.44 AB	0.30 A
SAGIB-8		0.69 A	0.53 AB	0.41 AB	0.17 A
SAGIB-8100		0.40 B	0.49 BC	0.54 A	0.31 A
SAGIB-8200		0.42 B	0.50 BC	0.49 AB	0.25 A
C.V.%		4.01	8.79	14.83	32.84
S.E.		**	**	*	**
TESTIGO		0.31 B	0.31 B	0.45 A	0.36 AB
SAGIB-6		0.30 B	0.35 B	0.43 A	0.34 AB
SAGIB-6100	CPBT	0.59 A	0.52 A	0.43 A	0.46 AB
SAGIB-6200		0.59 A	0.56 A	0.53 A	0.49 A
SAGIB-8		0.31 B	0.33 B	0.41 A	0.29 B
SAGIB-8100		0.60 A	0.51 A	0.43 A	0.49 A
SAGIB-8200		0.58 A	0.50 A	0.49 A	0.50 A
C.V.%		4.58	8.74	13.99	21.26
S.E.		**	**	NS	**
TESTIGO			0.09 A	0.02 A	0.00 A
SAGIB-6			0.07 A	0.02 A	0.00 A
SAGIB-6100	CPBF		0.00 B	0.03 A	0.01 A
SAGIB-6200			0.00 B	0.03 A	0.02 A
SAGIB-8			0.10 A	0.02 A	0.00 A
SAGIB-8100			0.00 B	0.03 A	0.01 A
SAGIB-8200			0.00 B	0.02 A	0.10 A
C.V.%			76.22	26.17	22.36
S.E.			**	NS	NS
TESTIGO			0.00 B	0.06 B	0.42 AB
SAGIB-6			0.01AB	0.16 A	0.41 AB
SAGIB-6100	CPBV		0.00 B	0.00 B	0.23 BC
SAGIB-6200			0.00 B	0.00 B	0.19 BC
SAGIB-8			0.04 A	0.16 A	0.53 A
SAGIB-8100			0.00 B	0.00 B	0.20 BC
SAGIB-8200			0.00 B	0.00 B	0.16 C
C.V.%			269.14	65.29	41.31
S.E.			*	**	**

C.V.= Coeficiente de Variación, S.E= Significancia Estadística, \*\*=Diferencia Altamente Significativa \*=Diferencia Significativa, NS=Diferencia No Significativa, CPBH= Coeficiente de Partición de Biomasa en Hoja, CPBT= Coeficiente de Partición de Biomasa en Tallo, CPBF= Coeficiente de Partición de Biomasa en Flor, CPBV= Coeficiente de Partición de Biomasa en Vaina, += Valores Medios Seguidos de la Misma Letra, estadísticamente son Iguales, (DMS 0.01).

En el tercer muestreo sigue la tendencia general a disminuir la acumulación de biomasa en Hojas, excepto las plantas de los tratamientos de SAGIB-6100 Y SAGIB-8100 quienes aumentaron ligeramente su envío de biomasa a las Hojas con respecto al muestreo anterior. En este muestreo, solamente tres tratamientos (SAGIB-6100, SAGIB-8100 Y SAGIB-8200) enviaron más biomasa a formar Hojas, comparadas con las plantas testigo. Con respecto al CPB de Tallo, nuevamente disminuyó la acumulación de nueva biomasa en el tallo en forma general, ya que en las plantas testigo, SAGIB-6 y SAGIB-8, hubo mayor envío de biomasa a esta estructura, comparadas con el muestreo anterior. Asimismo, se observa que solamente los tratamientos SAGIB-6200 Y SAGIB-8200 indujeron una mayor acumulación de biomasa en los tallos, en comparación con las plantas testigo. Con respecto al CPB de Flor, únicamente los tratamientos que indujeron la formación de flores en el muestreo anterior, continúan estimulando la acumulación de biomasa en esta estructura y el resto de los tratamientos continúan sin provocar la formación de flores en este muestreo. Las plantas testigo y las tratadas con SAGIB-6 y SAGIB-8, disminuyeron su CPB de Flor, con respecto al muestreo anterior. Los tratamientos que mayor envío de biomasa provocaron fueron: SAGIB-6100, SAGIB-6200 y SAGIB-8100. En el CPB de vainas, las plantas que ya presentaron esta estructura en el muestreo anterior incrementaron significativamente la nueva biomasa a formar vainas. Los tratamientos SAGIB-6 y SAGIB-8 enviaron más Biomasa a formar vainas, comparadas con las plantas testigo. El resto de los tratamientos aún no provocan la formación de vainas.

En el cuarto muestreo, sigue la tendencia a disminuir la acumulación de biomasa en las Hojas, con respecto al muestreo anterior, sin embargo; todos los tratamientos

incrementaron su envío de biomasa a esta estructura en comparación con las plantas testigo, excepto las plantas tratadas con SAGIB-8, las cuales acumularon menos biomasa en esta estructura comparadas con las plantas testigo.

Con respecto al CPB de Tallo, en general disminuye el envío de biomasa a formar esta estructura y únicamente las plantas asperjadas con el tratamiento SAGIB-6100, SAGIB-8100 y SAGIB-8200 aumentaron su CPB de Tallo, con respecto al muestreo anterior. También se puede observar que en general, las plantas tratadas con las diferentes concentraciones de SAGIB incrementaron CPB en Tallo, excepto las plantas asperjadas con SAGIB-6 y SAGIB-8 con respecto a las plantas testigo, siendo la concentración de SAGIB-8200 la que destino mayor envío de biomasa a esta estructura con respecto al testigo.

Con respecto al CPB de Flor, en este muestreo en general, todas las plantas tratadas con las diferentes concentraciones de SAGIB disminuyeron la formación de flores, excepto SAGIB-8200, con respecto al muestreo anterior. En este muestreo ya todos los tratamientos indujeron la formación de flores y los tratamientos que mayor envío de biomasa provocaron fueron los tratamientos SAGIB-6200, SAGIB-8100 y SAGIB-8200, con respecto a las plantas testigo.

En el CPB de vaina, las plantas de todos los tratamientos incrementaron significativamente el envío de biomasa a esta estructura, con respecto al muestreo anterior, y se observa que en esta fecha de muestreo, es en las vainas donde se deposita la mayor cantidad de biomasa nueva producida, en comparación con los demás órganos de la planta. El tratamiento que mayor envío de biomasa provocó fue: SAGIB-8, superando a todos los demás tratamientos.

En general, se observa que al principio de la investigación todas las plantas tratadas con SAGIB incrementaron el envío de biomasa para la formación de Hoja y Tallo, sin embargo; a medida que pasa el tiempo las plantas destinan cada vez menos biomasa para la formación de Hojas y Tallos en las plantas tratadas con SAGIB y las plantas testigo. Esto se debe a que el envío de biomasa nueva producida es mayor para la formación de Flor y Vainas, respectivamente, en las plantas de todos los tratamientos.

Estos resultados son similares a los reportados por Zavala (2014). En general, las plantas de frijol destinaron mayor biomasa para la formación de Hoja y Tallo, esta tendencia continúa y a medida que transcurre el tiempo, disminuye la producción de biomasa de estas estructuras, esto se debe a que las plantas envían mayor cantidad de biomasa producida para la formación de Flor y Vaina. Sin embargo, en este estudio el CPB de Hoja disminuye para incrementar el envío de biomasa a Flor y en el llenado de vainas, donde se refleja un mayor incremento de biomasa. Por otro lado, Analco (2014) al trabajar con frijol ejotero, reporta que la aplicación de AS influye en el desarrollo de las plantas, con respecto a la biomasa, además al inicio de la formación de las estructuras el envío de biomasa es mayor para la formación de Hoja y Tallo, también menciona que conforme pasa el tiempo el envío de biomasa disminuye para estas estructuras, debido a que hay un incremento de biomasa para la formación de Flor y Vaina.

### Índices de Crecimiento

#### Tasa de Crecimiento Relativo (TCR)

La TCR es la velocidad de formación de nueva biomasa por cada gramo de peso ya existente por día. En el análisis de varianza y comparación de medias de esta

variable en el cultivo de frijol de la variedad Pinto Saltillo, se encontraron diferencias altamente significativas (Tukey  $P=0.01$ ) y significativas (Tukey  $P=0.05$ ) en los muestreos, excepto

para el tercer muestreo, donde sólo existe una diferencia numérica para RAF, RPF, y IECFr (Cuadro 2).

En el primer muestreo se observó que la mayoría de las plantas tratadas con las diferentes concentraciones de SAGIB no superan a las plantas testigo en la velocidad de acumulación de biomasa de  $0.89 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ , sin embargo, los tratamientos SAGIB-6 y SAGIB-8 indujeron una mayor velocidad de acumulación de biomasa, ya que superaron a las plantas testigo con un 17 y 14%, respectivamente.

En el segundo muestreo hubo una tendencia general a disminuir la TCR en todas las plantas, excepto las tratadas con SAGIB-6100, SAGIB-6200 y SAGIB-8100 las cuales aumentaron la velocidad en  $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ , con respecto al muestreo anterior. Sin embargo, en este mismo muestreo se mostró que el tratamiento que indujo un mejor incremento de  $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$  fue el tratamiento SAGIB-6200, que aumentó un 63% más que el testigo. En el tercer muestreo continúa la tendencia general a disminuir la velocidad en la TCR en todas las plantas asperjadas con las diferentes concentraciones de SAGIB, incluyendo a las plantas testigo, a excepción de las plantas asperjadas con la concentración de SAGIB-8200, quienes aumentaron su TCR con respecto al muestreo anterior.

En la TCR, también se observa que todas las plantas asperjadas con SAGIB superaron en velocidad de crecimiento ( $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ) a las plantas testigo y el tratamiento que mayor velocidad indujo fue SAGIB-8200, superando en un 10% más a las plantas testigo.

Cuadro 2.- Análisis de varianza y comparación de medias de los índices de crecimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, bajo condiciones de temporal, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

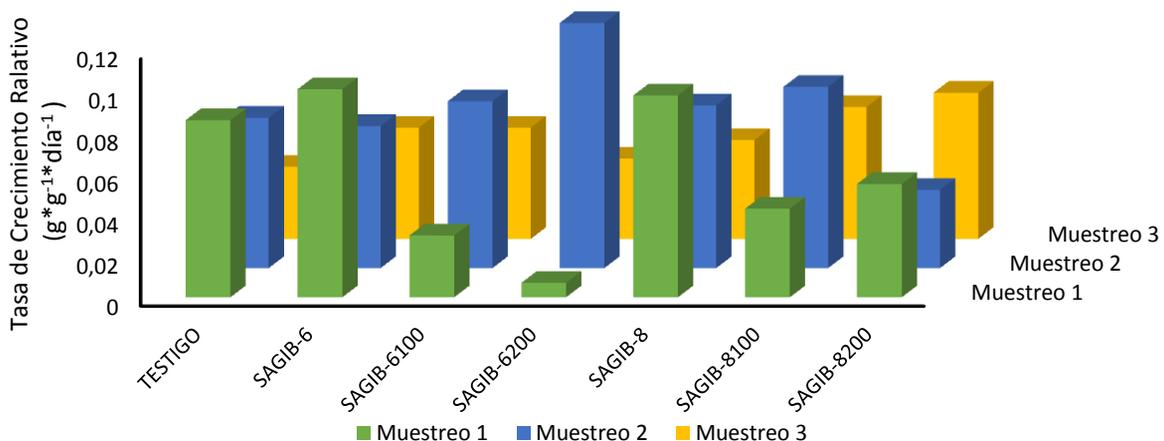
TRATAMIENTOS	VARIABLES	MUESTREO		
		12/08/2014	26/08/2014	09/09/2014
TESTIGO		0.086 AB+	0.073 AB	0.035 A
SAGIB-6		0.101 A	0.069 AB	0.054 A
SAGIB-6100	TCR (g*g <sup>-1</sup> *día <sup>-1</sup> )	0.030 CD	0.081 AB	0.054 A
SAGIB-6200		0.007 D	0.119 A	0.039 A
SAGIB-8		0.098 A	0.079 AB	0.048 A
SAGIB-8100		0.043 CD	0.088 AB	0.064 A
SAGIB-8200		0.055 BC	0.038 B	0.071 A
C.V.%		31.550	34.040	55.150
S.E		**	*	NS
TESTIGO		8.000 A	7.000 A	4.250 A
SAGIB-6		9.000 A	7.000 A	5.600 A
SAGIB-6100	TAN (g*cm <sup>-2</sup> *día <sup>-1</sup> )	3.000 BC	7.000 A	8.170 A
SAGIB-6200		1.000 C	14.000 A	3.850 A
SAGIB-8		10.000 A	8.000 A	6.430 A
SAGIB-8100		6.000 AB	8.000 A	4.830 A
SAGIB-8200		4.000 BC	3.000 A	3.780 A
C.V.%		31.630	46.140	89.690
S.E		**	*	NS
TESTIGO		104.030 AB	108.490 A	87.880 B
SAGIB-6		109.640 A	108.24 A	117.490 AB
SAGIB-6100	RAF (cm <sup>2</sup> *g <sup>-1</sup> )	90.580 BCD	124.390 A	100.970 B
SAGIB-6200		88.600 CD	99.240 A	113.550 B
SAGIB-8		101.630 ABC	103.66 A	80.170 B
SAGIB-8100		100.500 ABC	121.780 A	141.420 AB
SAGIB-8200		82.900 D	111.52 A	184.840 A
C.V.%		7.950	11.900	29.200
S.E		**	NS	**
TESTIGO		0.649 A	0.536 A	0.343 AB
SAGIB-6		0.638 A	0.484 A	0.322 AB
SAGIB-6100	RPF (g*g <sup>-1</sup> )	0.448 B	0.512 A	0.423 A
SAGIB-6200		0.424 B	0.441 A	0.375 AB
SAGIB-8		0.619 A	0.472 A	0.296 B
SAGIB-8100		0.448 B	0.516 A	0.418 A
SAGIB-8200		0.460 B	0.494 A	0.366 AB
C.V.%		4.990	9.350	15.880
S.E		**	NS	*
TESTIGO		164.370 D	205.080 A	293.731 A
SAGIB-6		175.780 BCD	228.370 A	393.721 A
SAGIB-6100	AFE (cm <sup>2</sup> *g <sup>-1</sup> )	200.480 ABC	244.140 A	232.732 A
SAGIB-6200		207.550 AB	224.250 A	237.660 A
SAGIB-8		171.800 CD	222.790 A	297.140 A
SAGIB-8100		220.310 A	237.280 A	393.790 A
SAGIB-8200		182.010 BCD	228.670 A	1118.670 A
C.V.%		9.150	10.910	104.460
S.E		**	NS	*
TESTIGO		0.000 B	1.000 B	4.000 AB
SAGIB-6	IECFr (g*cm <sup>-2</sup> *día <sup>-1</sup> )	0.070 AB	2.000 A	4.000 AB
SAGIB-6100		0.000 B	0.000 B	3.000 AB
SAGIB-6200		0.000 B	0.000 B	1.000 AB
SAGIB-8		0.480 A	2.000 A	6.000 A
SAGIB-8100		0.000 B	0.000 B	2.000 AB

SAGIB-8200	0.000 B	0.000 B	1.000 B
C.V.%	267.070	72.190	75.690
S.E	NS	**	*

TCR=Tasa de Crecimiento Relativo, TAN = Tasa de Asimilación Neta, RAF= Relación de Área Foliar, RPF= Relación de Peso Foliar, AFE= Área Foliar Especifica, IECFr = Índice de Eficiencia de Crecimiento del Fruto, CV=Coficiente de Variación, S.E= Significancia Estadística, \*\*=Diferencia Altamente Significativa \*=Diferencia Significativa, NS=Diferencia No Significativa, += Valores Medios Seguidos de la Misma Letra, Estadísticamente son Iguales, (DMS0.01).

Estos resultados coinciden con los mostrados por Sánchez (2015); Ghamari y Ahmadvand (2013), quienes reportaron en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) que la TCR presentó una mayor acumulación en comparación de las plantas testigo, dónde los valores más altos se encuentran al principio de la investigación y conforme transcurre el tiempo disminuye.

En la figura 1 se muestra que al inicio la TCR en algunos tratamientos es mayor que en los otros, pero a medida que transcurren los días, el cultivo de frijol tiende a aumentar la  $g \cdot g^{-1} \cdot día^{-1}$  en la mayoría de las plantas asperjadas con las diferentes concentraciones del producto SAGIB, pero en el tercer muestreo tiende a disminuir el valor de la TCR. Esto se debe a que la TCR tiende a decrecer por la edad del cultivo, ya que a medida en que la planta aumenta de peso; cada vez serán menos los



gramos nuevos producidos por cada gramo ya existente.

Figura 1. Tasa de Crecimiento Relativo de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

## Tasa de Asimilación Neta (TAN)

La TAN expresa el aumento de peso de la planta, en función del área foliar por unidad de tiempo. En los diferentes muestreos se observan diferencias estadísticas en las dos primeras fechas, pero no para el tercer muestreo, donde solo se muestran diferencias numéricas entre los tratamientos.

En el primer muestreo, se puede observar que en general las plantas tratadas con SAGIB en sus diferentes concentraciones, no superaron a las plantas testigo en la producción de biomasa por unidad de área foliar por día, excepto las plantas tratadas con SAGIB-6 y SAGIB-8, las cuales indujeron un incremento de 12.5 y 25%  $\text{g}\cdot\text{m}^2\cdot\text{día}^{-1}$  más que el testigo.

Para el segundo muestreo, la mayoría de los tratamientos inducen una disminución de la TAN, excepto las plantas tratadas con SAGIB-6100, SAGIB-6200 y SAGIB-8100, las cuales aumentaron su producción de nueva biomasa por  $\text{cm}^2$  por día. También se observa que las plantas asperjadas con SAGIB-6200 incrementaron la TAN en un 100% en relación a las plantas testigo.

En el tercer muestreo se observa una drástica disminución de la TAN en las plantas de todos los tratamientos, excepto las del tratamiento SAGIB-6100, en las cuales se notó un ligero incremento en esta variable, con respecto al muestreo anterior. También se observa que la mayoría de los tratamientos indujeron una mayor TAN, comparadas con las plantas testigo y las plantas asperjadas con SAGIB-6100 aumentaron esta variable en un 92%, con respectó a las plantas testigo.

En la figura 2 se observa al inicio de la investigación, que las plantas asperjadas con SAGIB no tienen la misma tendencia a incrementar los  $\text{g}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{día}^{-1}$ , ya que las plantas de algunos tratamientos se desarrollan más lentamente, para algunas plantas

aumenta y en otros disminuye la TAN, en el tercer muestreo se nota una diferencia al disminuir los  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ , lo que significa que al transcurrir el tiempo el cultivo disminuye la cantidad de biomasa por  $\text{cm}^2$  por día. Estos resultados son similares a los presentados por Apáez-Barrios *et al.*, (2011) quienes al trabajar con frijol chino encontraron que para la variable TAN los valores más altos para todos los tratamientos se presentan al principio de la investigación y disminuyeron conforme va avanzando el ciclo del desarrollo del cultivo hasta su madurez fisiológica.

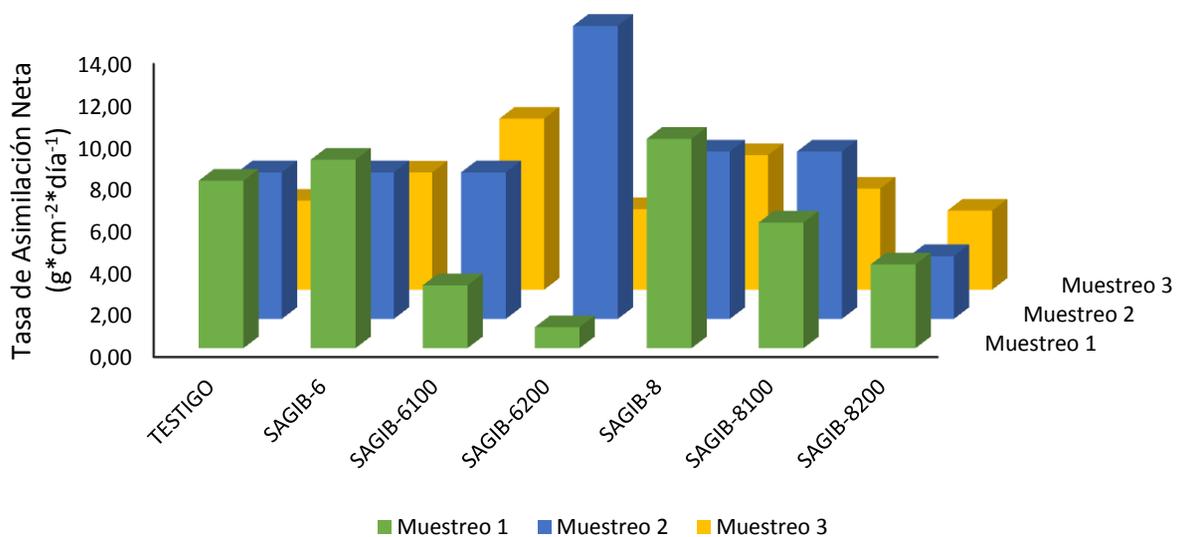


Figura 2. Tasa de Asimilación Neta de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

### Relación del Área Foliar (RAF)

Esta variable representa el área de la hoja por unidad de masa de la planta. En esta variable (RAF) existen diferencias altamente significativas, excepto para el segundo muestreo que sólo presenta diferencias numéricas entre tratamientos.

Para el primer muestreo, se puede observar que las plantas asperjadas con las diferentes concentraciones del producto SAGIB no superaron a las plantas testigo en

los  $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ , sin embargo; las plantas del tratamiento SAGIB-6, presentaron una relación de área foliar de un 5.3 % más, respecto a las plantas testigo.

Para el segundo muestreo, se observa que en general todas las plantas tratadas con diferentes concentraciones de SAGIB y las plantas testigo, tienden a aumentar la RAF a medida que avanza el ciclo, excepto las plantas tratadas con SAGIB-6, las cuales disminuyeron su RAF en un  $0.2\% \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ , con respecto al muestreo anterior. También se observa que todas las plantas tratadas con las diferentes concentraciones del producto SAGIB superaron en esta variable a las plantas testigo, excepto las plantas tratadas con SAGIB-6200, también se puede observar que las plantas tratadas con SAGIB-6100 superaron a las plantas testigo con un 14.6%.

En el tercer muestreo no hay un comportamiento claro del efecto de los tratamientos en esta variable, ya que mientras unos inducen un incremento, otros la disminuyen. Algunos tratamientos mantienen la tendencia a aumentar la RAF con respecto al muestreo anterior, (SAGIB-6, SAGIB-6200, SAGIB-8100 y SAGIB-8200), mientras que otros la disminuyeron (Testigo, SAGIB-6 y SAGIB-8). Las plantas asperjadas con SAGIB-8200 fueron las que mayor  $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$  presentaron, con un 114% más que las plantas testigo.

Estos resultados son similares a los presentados por Maldonado y Corchuelo (1993), quienes al analizar la dinámica de crecimiento de dos variedades de frijol, la RAF mostro que la porción de área foliar por cada unidad de peso seco total presentó valores altos en las primeras evaluaciones, luego, disminuyó durante el paso de los días y tendió a aumentar en las ultimas evaluaciones.

En la Figura 3 se puede observar que todas plantas asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB incrementan su RAF, mientras que para el

segundo muestreo existe una tendencia a disminuir para algunos tratamientos (SAGIB 6, SAGIB-8 y SAGIB 8200) y en el tercer muestreo las plantas asperjadas con las diferentes concentraciones de SAGIB tienden a incrementar los  $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ .

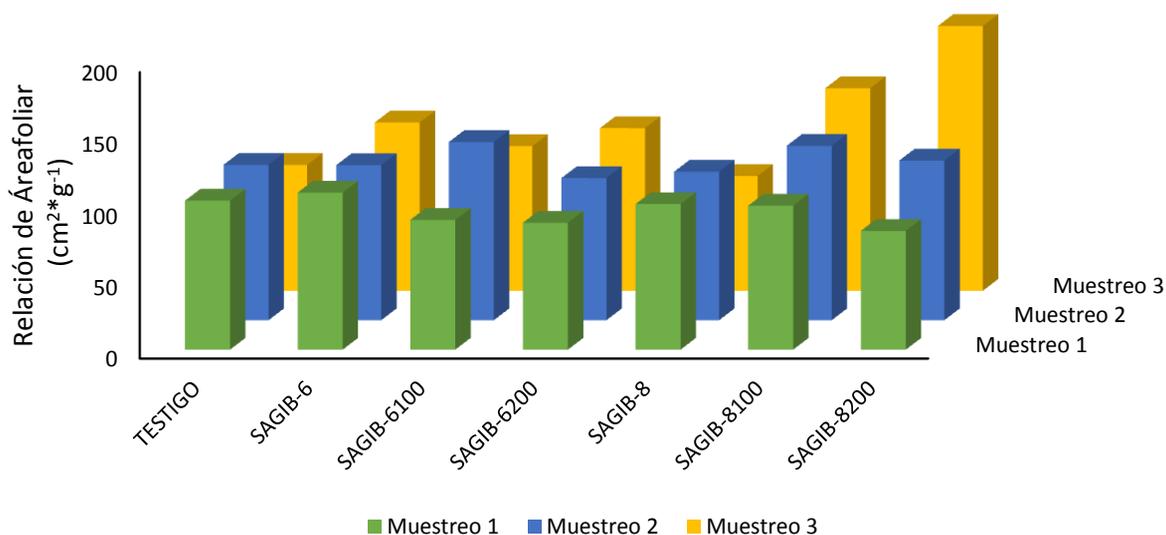


Figura 3. Relación de Área Foliar de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

### Relación de Peso Foliar (RPF)

La relación de peso foliar son los gramos de peso seco de hoja por cada gramo de peso seco total de la planta. En el análisis de varianza y comparación de medias de los muestreos se pueden apreciar diferencias altamente significativas y significativas en el primer y tercer muestreo, respectivamente, y en el segundo muestreo solamente existen diferencias numéricas, aunque no significativas. En el primer muestreo se puede observar que todas las plantas asperjadas con los tratamientos del producto SAGIB no superaron a las plantas testigo, siendo éstas las que tuvieron

mayor RPF. En el segundo muestreo continúan las plantas testigo presentando los mayores valores en la RPF y ningún tratamiento con el producto SAGIB, en cualquier concentración, logró inducir una mayor RPF. Para el tercer muestreo ya se observa un cambio del comportamiento de esta variable, en relación a los dos muestreos anteriores, y ahora las plantas tratadas con SAGIB-6100, SAGIB-6200, SAGIB-8100 y SAGIB-8200, superaron a las plantas testigo en la RPF; siendo las plantas asperjadas con SAGIB-6200 las que superaron la Relación de Peso Foliar, ya que alcanzaron un 9.3% en comparación con las plantas testigo.

Estos resultados son similares a los presentados por Zavala (2014) quien al evaluar dos variedades de frijol AN-5 y AN-10, encontró que las plantas testigo presentaron una mayor RPF, que las plantas tratadas con Ácido Salicílico.

En la figura 4 se puede observar la disminución de la RPF conforme va pasando el tiempo, se puede apreciar que los valores más altos se encuentran al principio de esta investigación y en el último muestreo se encontraron los valores más bajos de RPF.

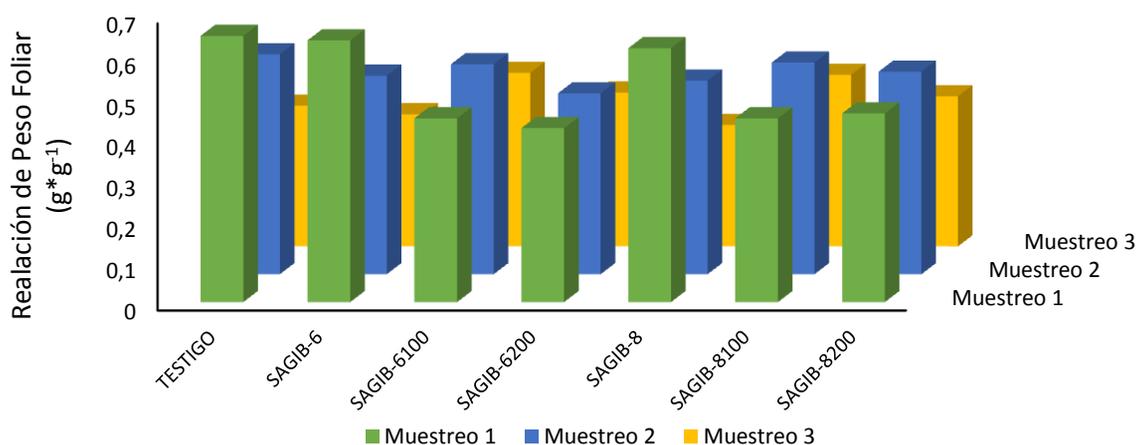


Figura 4. Relación de Peso Foliar de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

### Área Foliar Especifica (AFE)

El área foliar específica significa cuantos cm de área foliar existen por cada gramo de peso seco de la hoja, es decir, este índice da una idea del grosor de la hoja y así, a mayor AFE, más delgada es la lámina foliar y viceversa. Se observan diferencias altamente significativas en el primer muestreo y diferencias no significativas en el segundo y tercer muestreos.

En el primer muestreo, todas las plantas asperjadas con las concentraciones del producto SAGIB tuvieron una mayor área foliar específica superando a las plantas testigo. Las plantas asperjadas con la concentración de SAGIB-8100 fueron las que mostraron una mayor AFE, con un 34% más en comparación con las plantas testigo.

Para el segundo muestreo, todas las plantas asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, incluyendo las plantas testigo, mostraron tener un incremento en la variable AFE, siendo las plantas asperjadas con SAGIB-6100 las que tuvieron una mayor área foliar específica, con un 19% más que las plantas testigo.

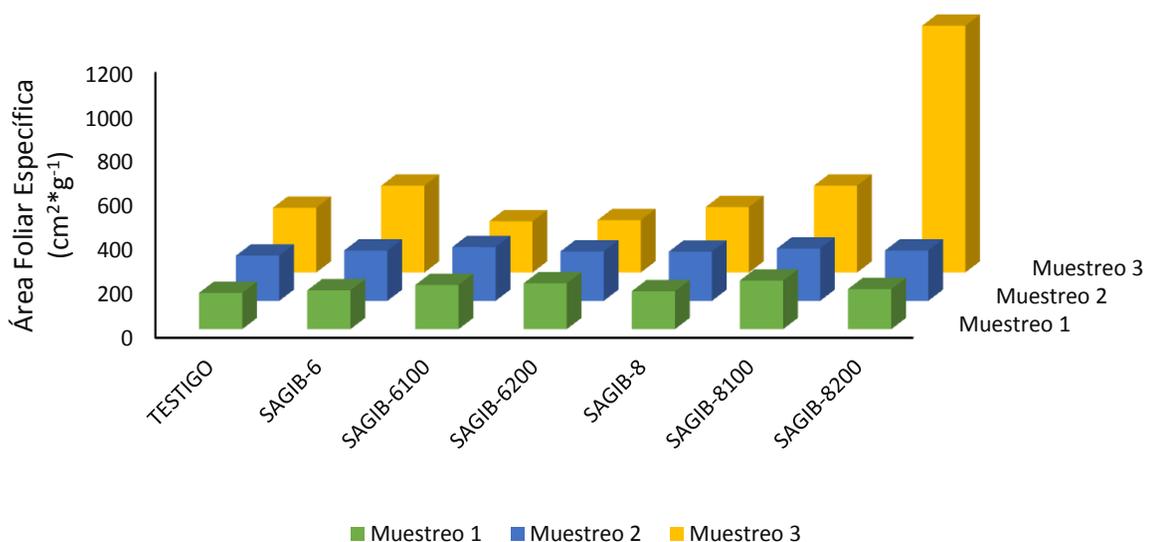
En el tercer muestreo, se observa como todas las plantas asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB tienden a aumentar el área foliar, excepto las plantas tratadas con SAGIB-6100, con respecto al muestreo anterior. También en este muestreo es posible observar que todas las plantas asperjadas con el producto SAGIB superaron a las plantas testigo, excepto SAGIB-6100 y SAGIB-6200. En este muestreo las plantas tratadas con la concentración más baja del producto SAGIB-

8200 fueron las que provocaron una mayor área foliar específica, con un 280 % más en comparación con las plantas testigo.

Los resultados de Zobot *et al.*, (2004) al cultivar frijol BR-IPAGRO 44 Guapo Brillhante, bajo cuatro densidades de siembra, también encontraron resultados similares 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 valores de AFE de  $0.058 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ .

En cambio, los resultados de este trabajo son contrarios a los presentados 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  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), 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  $\text{P}_2\text{O}_5$  las que tuvieron la menor AFE.

En la figura 5 se puede observar que las plantas tratadas con SAGIB-8200 en el tercer muestreo incrementaron significativamente la AFE superando a las plantas testigo, sin embargo; todos los tratamientos en el tercer muestreo aumentaron AFE en función de la etapa fenológica, obteniéndose los valores más altos al inicio de



llenado del grano después del inicio de floración.

Figura 5. Área Foliar Específica de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

Índice de Eficiencia de Crecimiento del Fruto (IECFr)

Mide el incremento de materia vegetal en el fruto, para esta variable se muestran valores altamente significativos, significativos y diferencias numéricas entre tratamientos.

En el primer muestreo, se puede observar que los frutos solo se presentaron en las plantas asperjadas con el producto SAGIB-6 y SAGIB-8, obteniendo valores de 0.07 y 0.48  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{g}^{-1}$  en incremento de materia vegetal en el IECFr.

Para el segundo muestreo continuo la misma tendencia, con respecto al muestreo anterior. Además en este muestreo las plantas testigo aumentaron un 1  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{g}^{-1}$  la materia vegetal del fruto y las plantas asperjadas con SAGIB-6 y SAGIB-8 continúan acumulando más materia vegetal en los frutos.

En el tercer muestreo, todas las plantas asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB aumentaron los  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{g}^{-1}$ , con respecto al muestreo anterior. Sin embargo, todos los tratamientos del producto SAGIB superaron a las plantas testigo y las plantas tratadas con SAGIB-8 fueron las que mayor  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{g}^{-1}$  obtuvieron, aumentando un 50% con respecto a las plantas testigo.

Estos resultados son similares a los presentados por Pérez (2015) al evaluar un cultivo de frijol, donde observó que la mayoría de los tratamientos en donde se aplicó el producto SAGIB no superaron al testigo, excepto donde se aplicó SAGIB-10, que presenta un incremento, diferenciándose del testigo en un 30.7%.

En la figura 6 se puede observar el índice de eficiencia de crecimiento del fruto, al principio no incrementan los  $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{g}^{-1}$  en la mayoría de los tratamientos, sin embargo, conforme pasa el tiempo hay una tendencia a aumentar el IECFr para los

mismos tratamientos y en el tercer muestreo incrementa de forma exponencial el  $g \cdot cm^{-2} \cdot g^{-1}$ .

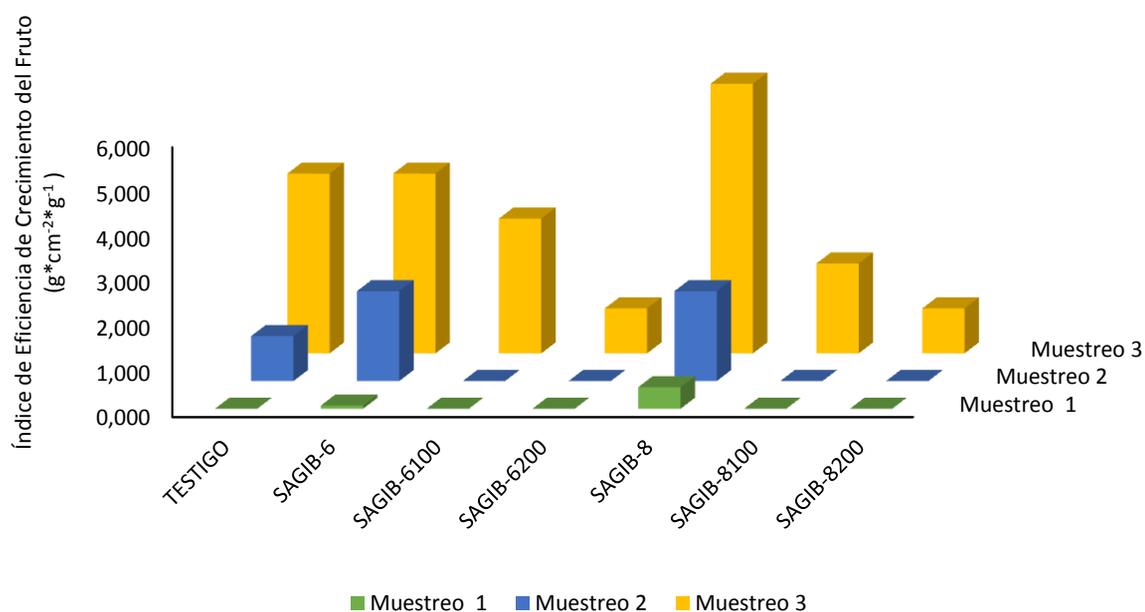


Figura 6. Índice de Eficiencia de Crecimiento del Fruto de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

### Componentes del Rendimiento

En la segunda etapa de este trabajo, para estimar el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Pinto Saltillo, se tomaron en cuenta las siguientes variables: vainas por planta (V/P), granos por vaina (G/V), peso de 100 granos (g/100/G), kilogramos por metro cuadrado (Kg/m<sup>2</sup>), kilogramos por hectárea (Kg/ha) y toneladas por hectárea (Ton/ha) (Cuadro 3).

#### Vainas por Planta (V/P)

Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias muestran diferencias altamente significativas para todas las variables, donde al evaluar el número vainas por planta, el tratamiento del producto SAGIB-8 fue el que mostró los valores más altos, ya que superó la cantidad de vainas por planta en un 83.27%, con

respecto al testigo. También se observa que las plantas de los demás tratamientos mostraron mayor número de vainas por planta que el testigo, excepto SAGIB-6 y SAGIB-6200, estos tratamientos indujeron menos vainas por planta a comparación del testigo.

Cuadro 3. Análisis de Varianza y comparación de medias de los componentes del rendimiento de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

TRATAMIENTO	VARIABLES					
	V/P	G/V	Peso de 100 Granos	Kg/m <sup>2</sup>	Kg/ha	Ton/ha
TESTIGO	37.7 B+	5.4 AB	31.46 BC	0.42 B	4179.04 B	4.18 B
SAGIB-6	33.5 B	5.0 ABC	35.99 AB	0.40 B	4037.85 B	4.04 B
SAGIB-6100	50.0 AB	4.6 C	32.09 BC	0.41 B	4085.10 B	4.09 B
SAGIB-6200	37.3 B	4.6 C	28.79 C	0.27 B	2726.77 B	2.73 B
SAGIB-8	69.0 A	5.7 A	38.08 A	0.95 A	9527.85 A	9.53 A
SAGIB-8100	42.7 B	4.6 C	30.42 BC	0.36 B	3570.53 B	3.57 B
SAGIB-8200	42.8 B	4.7 BC	32.23 BC	0.39 B	3875.40 B	3.88 B
C.V.%	25.4	7.5	8.60	31.01	31.00	31.00
S.E.	**	**	**	**	**	**

S.E= Significancia Estadística, \*\*=Diferencia Altamente Significativa, \*= Diferencia Significativa, NS=Diferencia No Significativa, C.V= Coeficiente de Variación, += Valores Seguidos de la Misma Letra, Estadísticamente son iguales (DMS 0.01); V/P=Vainas por Planta; G/V=Granos por Vaina, g/100/G= peso de 100 granos, Kg/m<sup>2</sup>= kilogramos por metro cuadrado, Kg/ha= kilogramos por Hectárea, Ton/ha= Toneladas por Hectárea.

Estos resultados son similares a los presentados por Zavala (2014), quien al evaluar el número de vainas por planta en la variedad AN05 de frijol flor de mayo, encontró diferencias altamente significativas entre sus tratamientos, donde el tratamiento AS 1x10<sup>-8</sup>M fue el que mayor número de vainas por planta produjo, superando al testigo con 16 vainas. También los resultados de esta investigación son similares a los presentados por Hidalgo y Araya (2003), quienes al aplicar el producto Benomil en el cultivo de frijol, en diferentes intervalos y edades de la planta, las plantas testigo

fueron las que menos número de vainas por planta produjeron, con un total de 10.9 vainas por planta, teniendo una diferencia de 23.85% con respecto al testigo.

En la figura 7 se muestra que los tratamientos del producto SAGIB superaron a las plantas testigo, excepto SAGIB-6 y SAGIB-6200, también se observa que a menor concentración del producto SAGIB se incrementa el número de vainas por planta.

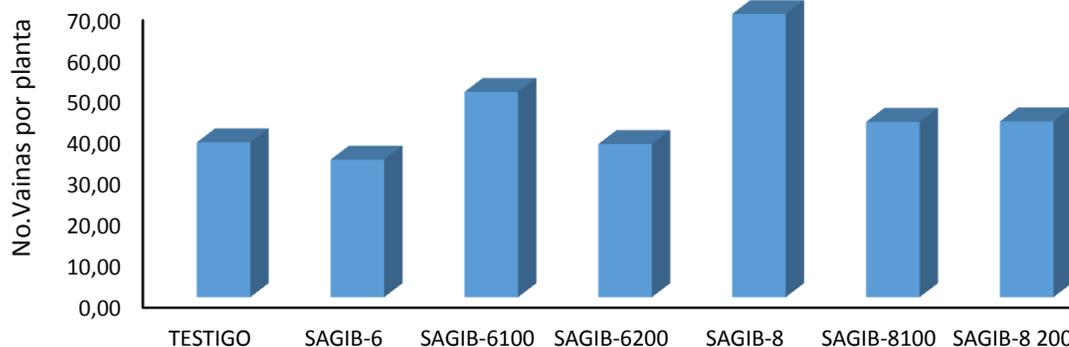


Figura 7. Número de vainas por planta de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

#### Número de granos por vaina

En los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para la variable número de granos por vaina, mostraron diferencias altamente significativas. Se puede observar que la mayoría de las plantas asperjadas con las diferentes concentraciones del producto SAGIB no superaron a las plantas testigo, excepto las plantas tratadas con la concentración de SAGIB-8, que incrementaron un mayor número de granos por vaina, teniendo una diferencia de 31% más que las plantas testigo.

Estos resultados son similares a los presentados por Morales-Rosales et al., (2008) al evaluar el rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) asociado a un cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.), donde en el análisis de varianza y comparación de medias encontró diferencias altamente significativas para la variable Numero de semillas por vaina, que obtuvo un 0.84 en la correlación lineal en el rendimiento del grano.

En la Figura 8 se muestra la relación entre la variable número de granos por planta y los diferentes tratamientos aplicados a plantas de frijol variedad Pinto Saltillo. Nuevamente se observa la misma tendencia de la variable vainas por planta, donde la misma concentración del producto SAGIB fue la que indujo la producción de mayor número de granos por vaina, superando a las plantas de los demás tratamientos, incluyendo al testigo.

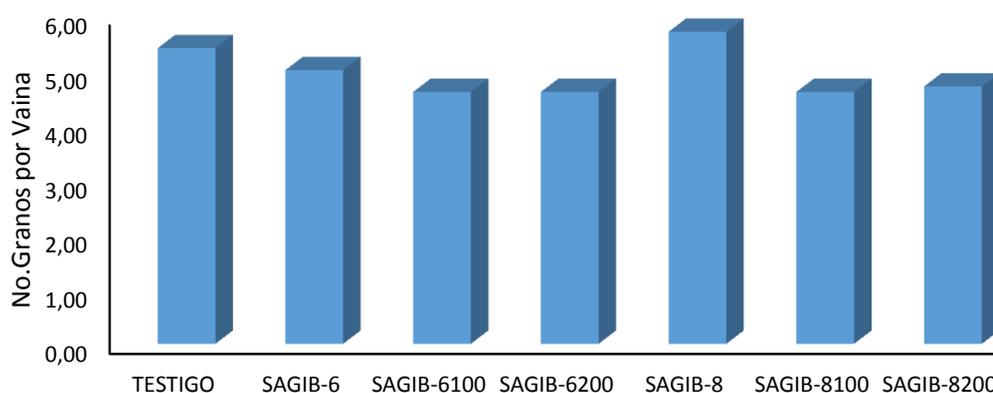


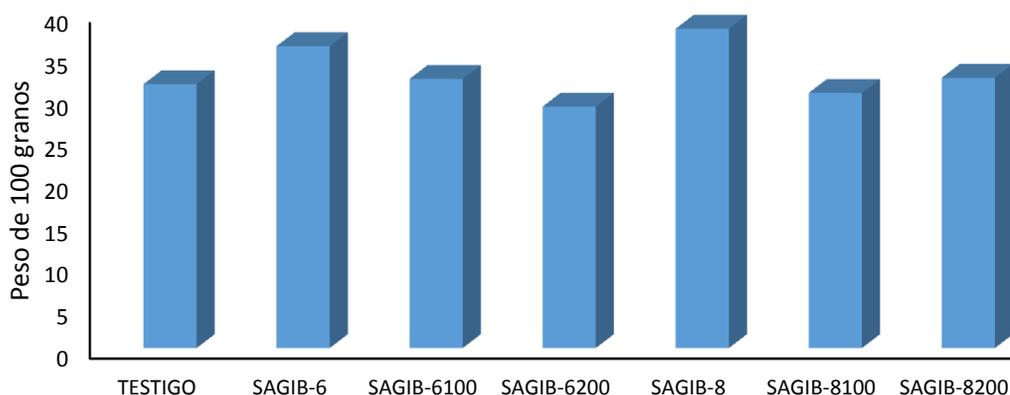
Figura 8. Número de granos por vaina de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

### Peso de 100 granos

Para esta variable se puede observar que los resultados del análisis de varianza y comparación de medias mostraron diferencias altamente significativas. Se muestra

que al evaluar el peso de las semillas de frijol, la mayoría de las plantas asperjadas con las diferentes concentraciones del producto SAGIB superaron a las plantas testigo, siendo el tratamiento SAGIB-8 el que provocó un mayor peso de 100 semillas, con un 21% más peso por arriba de las plantas testigo. También se observó que los tratamientos SAGIB- 6200 y SAGIB-8100 fueron los que menor peso de 100 semillas acumularon. Estos resultados son diferentes a los presentados por Escamilla, (2013) quien al evaluar el rendimiento de tres variedades de frijol, donde se aplicaron cuatro dosis de composta en dos ambientes diferentes, no encontraron diferencias significativas al evaluar el peso de 100 semillas. El tratamiento que indujo mayor peso de semillas fue el tratamiento con la dosis 3 t/ha en la variedad Flor de Mayo Eugenia, con 32.34 g de peso de 100 semillas (P100S) en el ambiente 1 y 30.3 g del P100S en el ambiente 2, superando a las plantas testigo (31.2 y 29.8 g del P100S).

En la figura 9 se puede observar que todos los tratamientos del producto SAGIB indujeron mayor peso de 100 semillas, superado a las plantas testigo, excepto



SAGIB-6200 y SAGIB-8100 los cuales provocaron un menor peso de 100 semillas.

Figura 9. Peso de 100 granos de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

Kilogramos por metro cuadrado

En los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para la variable Kilogramos por metro cuadrado, mostraron diferencias altamente significativas. Las plantas asperjadas con SAGIB-8 nuevamente son las que mayor  $\text{Kg/m}^2$  tuvieron, con un  $0.53 \text{ kg/m}^2$  más que las plantas testigo. Estos resultados se pueden comparar con los presentados por Escalante *et al.*, (2015) quienes al evaluar el rendimiento en grano (RG) de frijol, obtuvieron incrementos de  $262 \text{ g/m}^2$ , que equivale a  $0.262 \text{ kg/m}^2$ . Esto se debió a la aplicación de Nitrógeno (N) y el rendimiento es más alto cuando se aplica riego suplementario en la etapa reproductiva del frijol.

En la figura 10 se observa que únicamente la concentración SAGIB-8 aplicada a las plantas de frijol, fue la que superó a todas las plantas de los demás tratamientos, incluido el testigo. El resto de los tratamientos SAGIB, indujeron menos  $\text{kg/m}^2$ .

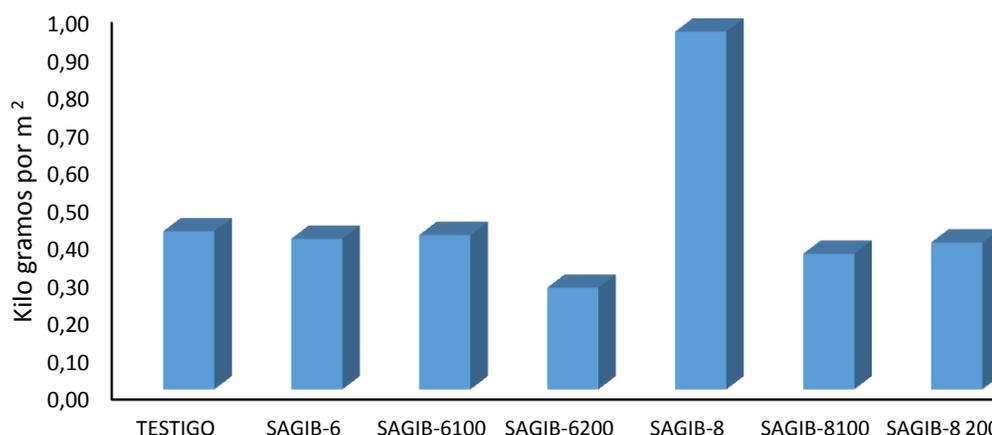


Figura 10. Kilogramos por metro cuadrado de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

### Kilogramos por hectárea

Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para la variable Kilogramos por Hectárea, mostraron diferencias altamente significativas, donde las plantas tratadas con las concentraciones del producto SAGIB-8 fueron las que mayor producción dieron en Kg/ ha, superando a las plantas testigo con 5,348.85 Kg/ha.

Los resultados obtenidos se pueden comparar con los de Gonzáles *et al.*, (2008) al evaluar el rendimiento y la calidad de la semilla de ocho variedades de frijol de cuatro diferentes tipos de frijol producida en dos épocas y sistemas de siembra, las variedades de tipo flor de mayo fueron las de mayor rendimiento, con 2,368 kg/ha con riego y 3,615 kg/ha en temporal.

En la figura 11 se puede observar que las plantas asperjadas con el producto SAGIB-8 presentaron la mayor cantidad de Kilogramos por hectárea de frijol, comparado con los demás tratamientos, incluyendo al testigo.

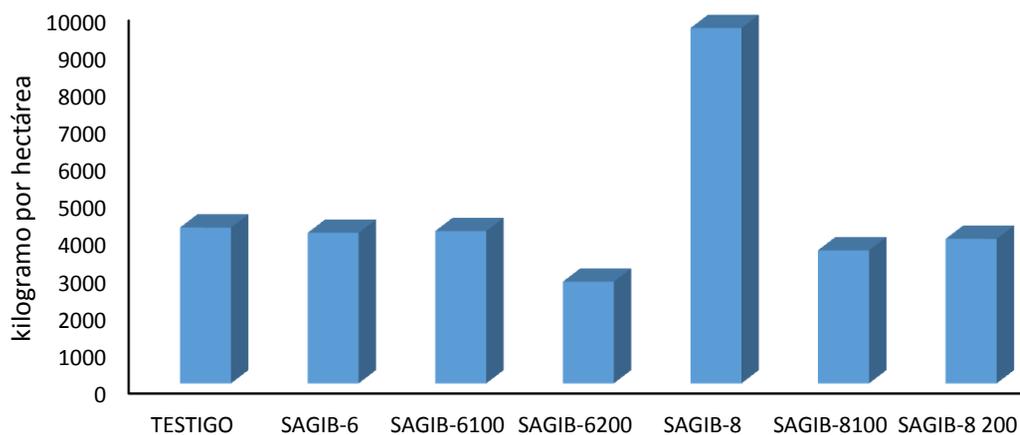


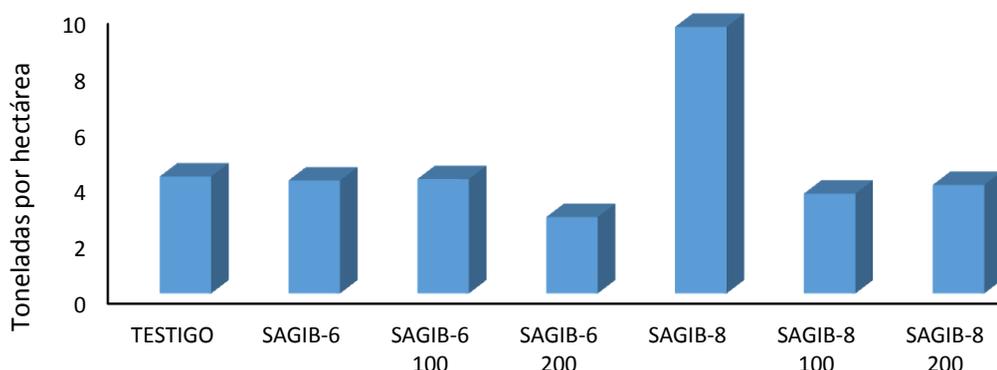
Figura 11. Kilogramos por hectárea de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

### Toneladas por hectárea

En los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para la variable toneladas por hectárea, también se mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos. Las plantas asperjadas con las diferentes concentraciones del producto SAGIB no superaron a las plantas testigo, excepto las plantas asperjadas con las concentraciones de SAGIB-8, siendo las que tuvieron mayor producción en Ton/ha, con una diferencia de 5.35 Ton/ha por arriba de las plantas testigo.

Estos resultados son similares a los presentados por Hernández *et al.*, (2012), que al evaluar un extracto líquido de vermicompost en frijol, observaron que en la variable rendimiento toneladas por hectárea, el tratamiento número tres (dilución 1: 60 v.v) fue el que mayor rendimiento obtuvo, con 1.77 Ton/ha a comparación del testigo que solo presentó 0.87 Ton/ha.

En la figura 12 se observa que las plantas asperjadas con la concentración de SAGIB-8 presentaron mayor Ton/ha que las plantas testigo. Todos los demás tratamientos del producto SAGIB indujeron una menor producción de frijol en Ton/ha



y tuvieron menor producción que las plantas testigo.

Figura 12. Toneladas por hectárea de un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) var. Pinto Saltillo, asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB, bajo condiciones de temporal.

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo permiten concluir que el producto SAGIB modificó el crecimiento y desarrollo de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, cambiando el patrón normal de distribución de su biomasa y afectando positivamente algunos índices del crecimiento.

También es posible concluir que la aplicación del producto SAGIB indujo precocidad en la formación de las estructuras reproductoras, con lo cual se adelantó por días la cosecha del cultivo.

El producto SAGIB también incrementó muy significativamente el rendimiento del cultivo, lo cual significa una buena opción para los productores de este grano, quienes podrán incrementar sus ingresos económicos utilizando este producto.

## LITERATURA CITADA

- Acencio, J. 1972. Análisis del crecimiento y eficiencia fotosintética del frijol (*Phaseolus vulgaris* L. vr. "Turrialba 4") cultivo en solución nutritiva. Tesis de Grado Magister Scientiae. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. De la OEA. Centro Tropical de Enseñanzas e Investigación. Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales. Turrialba, Costa Rica. 98pp.
- Acosta, D. E.; Acosta, G.; Trejo, L.; Padilla, R. and Amador, R. M. D. 2009. Adaptation trait in bean cultivars grown under drought stress. Rev. Agric. Tec. Méx. 35(4): 416-425.
- Aguilar-García, L., Escalante-Estrada, J. A., Fucikovsky-Zak, L., Tijerina-Chávez, L., Mark, E. E. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. Terra Latinoamericana. 23(3): 303-310
- Alvarado, K., Á. Blanco, J. Villar. 2011. Influencia de un bioestimulante cubano en la obtención de posturas de café. Revista Científica del CITMA. Guantánamo, Cuba. 60:1-5.
- Analco, C. K. 2014. Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de un Cultivo de Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L.) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 79pp.
- Apáez-Barrios, P., Escalante-Estrada, J. A., Rodríguez-González, M. T. 2011. Crecimiento y Rendimiento del Frijol Chino en Función del Tipo de Espaldera y Clima. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 13:307-315.

- Aparecida, J. y E. Orika. 2008. Growth of *Salvia officinalis* plants under action of plant growth regulator. *Ciencia Rural*. 38(8):2186-2190.
- Avendaño, C., Arbeláez, G., Rondón, G. 2006. Control biológico del marchitamiento vascular causado por *Fusarium oxysporum* F. Sp. *Phaseoli* en frijol *Phaseolus vulgaris* L., mediante la acción Combinada de *Estrophospora colombiana*, *Trichoderma* Sp. y *Pseudomonas Fluorenszens*. *Revista Agronomía Colombiana*. 24:62-67.
- Azcón-Bieto, J y Talón M. 2000. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. McGraw-Hill Interamericana. Edicions Universitat de Barcelona. Barcelona, España. 656pp.
- Azofelta, A., Moreira, M. A 2004. Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. vr. Hot), en Alajuela, Costa Rica. *Revista Agronomia Costarricense*. 28(1):57-67.
- Baños, L.H., Alemán, J., Martínez, M., Ravelo, J., Surís, M., Miranda, LL., Rodríguez, H. 2009. Efecto de bioestimulantes sobre la germinación de *Murraya paniculata* L. *Revista, Cultivos Tropicales*. 30:83-86.
- Barreiro, A., V. Zucareli, J. Orika y J. Rodríguez. 2006. Análisis de crecimiento de plantas de manjeriço tratadas com reguladores vegetaleis. *Bragantia*, Campinas. 65(4):563-567.
- Benincasa, M. 1998. Análise de crecimiento de plantas, nooes básicas. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP. Rio de Janeiro, Brasil. 41pp.
- Boutraa, T. 2009. Growth and carbón partitioning of two genotype of bean (*Phaseolus vulgaris*) growth with low phosphorus availability. *EurAsian Journal of BioSciences*. 3:17-24.

- Cabeza, B. L. 2001. Evaluación de los Ácido Salicílico y Benzoico en Cultivo de Papa. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, Mexico.60pp.
- Cabrera-Medina, M., Borrero-Reynaldo, Y., Rodríguez-fajardo, A., Angarica-boro, E. M., Rojas-Martínez, O. 2011. Efecto de Tres Bioestimulantes en el Cultivo de Pimiento (*Capsicum annum* L.) variedad atlas en condiciones de cultivo protegido. Revista Ciencia en su PC.4:32-42.
- Cárdenas, L. I. M. 2015. Respuesta del Cultivo de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) a la Fertilización Foliar Complementaria con Tres Bioestimulantes a Tres Dosis en la Parroquia Teniente Hugo Ortiz. Tesis de Licenciatura. Quito, Ecuador. 83pp.
- Carrera, T. D. y Canacúan, C. A. 2011. Efecto de tres bioestimulantes organicos y un quimico en dos variedades de frejol arbustivo cargabello y calima rojo (*Phaeolus vulgaris* L.) en Contachi-Imbamura.Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica del Norte.Turuco, San Francisco, Ibarra, Ecuador. 69pp.
- Casierra-Posada, F. Constanza, C. M., Cárdenas-Hernández, J.F. 2007. Análisis del crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero. Agronomía Colombiana 25(2):299-305
- Cedeño, Z. R. B. y Alcívar, S. C. A. 2013. Bioestimulante a Base de Compuesto Ruminal Sobre la Productividad en el Cultivo de Pimiento (*Capsicum annum* L.).Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. El Limón, Calceta, Bolívar, Manabí. Ecuador. 77pp.

- Chacón, I. A., Cardoso, R. S., Barreda, V. A., Colas, S. A., Alemán, P. R. y Rodríguez, V. G. 2011. El espaciamiento entre surcos: efecto sobre el rendimiento agrícola, sus componentes y el peso de 100 semillas de dos cultivares de soya [*Glycine max* (L) Merr.]. *Centro Agrícola* 38(3):45-49.
- Chávez, S. L., Álvarez, F. A y Ramírez, F. R. 2012. Apuntes Sobre Algunos Reguladores Del Crecimiento Vegetal Que Participan En La Respuesta De Las Plantas Frente al Estrés Abiótico. *Cultivos Tropicales*.33 (3):47-56.
- Cobucci, T., Wruck, F. J., y Silva, J. D. 2005. Resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) às aplicações de bioestimulante e complexos nutritivos. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão. Embrapa Arroz e Feijao. 2:1078-1081.
- Coronilla, C. S. 2012. Análisis de Crecimiento y Desarrollo de un Cultivo de Tomate (*Solanum lycopersicum* Mill) Tratado con Ácido Salicílico. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.78pp.
- Cruz, A. S. 2015. Crecimiento y Desarrollo del Brócoli (*Brassica oleracea*) Cultivado con Solución Nutritiva Adicionada con Ácido Salicílico. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, Mexico.80pp.
- Díaz, D. 2009. Biorreguladores Vs bioestimulantes, una gran diferencia. Investigación y Desarrollo. México: Ediciones Agroenzimas. Tlaneplanta de Bazz, Edo. México, México.1- 3 p.
- Díaz- López, E., Loeza-Corte, J. M., Campos-Pastelín, J. M., Morales-Rosales, E. J., Domínguez-López, A. Franco-Mora, O. 2013. Eficiencia en el Uso de la

- Radiación, Tasa de Asimilación Neta e Integral Térmica en Función del Fosforo en Maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia*. 47: 135-146.
- El-Khalla, S. M., Hathout, T. A., ElRaheim, A., Ahsour, A y Abd-Almalik, A. 2009. Brassinolide and Salicylic Acid Induced Antioxidant Enzymes, Hormonal Balance and Protein Profile of Maize Plants Grown Under Salt Stress. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*.5 (4):391-402.
- Escalante-Estrada, J. A., Rodríguez–González, M. T., Escalante – Estrada Y. I. 2014. Tasa de crecimiento de biomasa y rendimiento de frijol en función del nitrógeno. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria México*. 2:1-8.
- Escalante, E. J., Rodríguez, M. T., Escalante, E. Y. 2015. Rendimiento, Vainas con Grano y Eficiencia Agronómica en Frijol Bajo Régimen de Lluvia, Nitrógeno y Riego Suplementario. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*.3 (1):14-21.
- Escalante-Estrada, J. A. y Kohashi-Shibata, J. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco. México.84p.
- Escalante, J. 1999. Área foliar, senescencia y rendimiento del girasol de humedad residual en función del nitrógeno. *Terra*. 17: 149- 157.
- Escamilla, H. B. E. 2013. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) orgánico y calidad de semilla. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma De Querétaro. Santiago de Querétaro, Querétaro. México.81pp.
- Escobar O. W. S. 2015. Respuesta del cultivo de fréjol Caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación foliar complementaria de tres bioestimulantes. Tumbaco,

Pichincha. Tesis de Licenciatura. Universidad Central de Ecuador. Quito, Ecuador. 114 pp.

Gambini, C. T. 2014. Efecto de Fuente y Dosis de Fitohormonas en el Rendimiento de *Solanum tuberosum* "papa" en Barranca. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú. 71pp.

Garduño-González, J.; Morales-Rosales., E. J.; Guadarrá-Valentin, S.; Escalante Estrada., J.A. 2009. Biomasa y rendimiento de frijol con potencial ejotero en unicultivo y asociado con girasol. Revista Chapingo 15(1):33-39 pp.

Garner, J. M., & Armitage, A. M. 1996. Gibberellin Applications Influence the Scheduling and Flowering of *Limonium x 'Misty Blue'*. HortScience, 31(2), 247-248.

Geraud F., D. Chirinos and M. Mrin.1995. Desarrollo de la planta de tomate, *Lycopersicon esculentum* Miller, cv. Rio grande en la zonlimon del estado Zulia, Venezuela. II. Índice de Crecimiento Relativo, Razón de Peso Foliar y Gamma. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 12:15-23.

Ghamari, H. Ahmadvand. 2013. Growth Analysis of Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in Defferent Weed Interference Situations. Notulae Scientia Biologicae. 5(3):394-399.

Gharib, F. A. and Hegazi, A. Z. 2010. Salicylic Acid Ameliorates Germination, Seedling Growth, Phytohormone and Enzymes Activity in Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under Cold Stress. Journal of American Science.6:10.

- González, M. L., Caycedo, C., Velásquez, M. F., Flórez, V., Garzón, M. R. 2007. Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre el crecimiento de coliflor (*Brassica oleraceae* L.) var. Botrytis DC. *Agronomía Colombiana*. 25(1):54-61.
- González, T. G., Mendoza, H. F., Covarrubias, P. J., Morán, V. N., Acosta, G. J. 2008. Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del bajío. *Agricultura Técnica en México*. 34(4)421-430.
- Gravina, A. 2007. Aplicación del ácido giberélico en citrus: revisión de resultados experimentales en Uruguay. *Revista Agrociencia*. 11:57-66.
- Guardiola, J. L.; Monerri, C. and Agustí, M. 1982. The inhibitory effect of giberellic acid on flowering in Citrus. *Physiol. Plantarum*. 55:136-142.
- Guevara, T. E., Méndez, G. J., Vega, L. J., González, P. O., Puertas, A. A., Fonseca, del C. J. 2013. Influencia de diferentes dosis de FitoMas-E en el frijol común. *Centro Agrícola*. 40(1):39-44.
- Guzmán, T. E. 2012. Residualidad del ácido salicílico y su efecto en la actividad de la catalasa y capacidad antioxidante total en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 102pp.
- Hamanda, T. J., Huringa, J. A., Camarena, M. F. 2003. Efecto del manejo agronómico en el rendimiento del frijol Unagem 2. *Ciencias Agrarias*. 54: 59-73.
- Haro, M. S y Pacheco, C. J. 2013. Respuesta Agronómica del Cultivo de Soya (*Glycine max* L.) a la Aplicación de Cinco Bioestimulantes Foliare, en el Sitio

Ventanilla, Catón Ventanas Provincia los Ríos. Tesis de licenciatura. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda, Ecuador. 117 pp.

Hennig, J., J. Malamy, G. Gryniewicz, J. Indulski, and D.F. Klessig. 1993. Interconversion of the salicylic acid signal and its glucoside in tobacco. *The Plant Journal*. 4:593-600.

Hernández, V. G.; Hernández., González., O.; Gurídi., I., F.; Arbelo., F., N. 2012. Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de vermicopost en el crecimiento y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv.cc-25-9. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 21(12):86-90.

Herrera, J., Alizaga, R., Guevara, E., Jiménez, V. 2006. Germinación y Crecimiento de la Planta. *Fisiología de la Producción de los Cultivos Tropicales*. Editorial Universidad de Costa Rica. San Jose Costa Rica. 108pp.

Hidalgo, R., Araya, C. 2003. Estado de crecimiento óptimo de frijol común para el combate químico de antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y mancha angular (*Lesariopsis griseola*) en San Carlos, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 17:75-90.

Hunt, R. 1990. Basic growth analysis. *Plant growth analysis for beginners*. Published by Academic Division of Uniwin Hyman Ltd. London. UK. 110p.

Intagri, 2001. *Bioestimulantes en Nutrición, Fisiológica y Estrés Vegetal*. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. Celaya, Guanajuato, México. 4 p.

- Intagri, 2015. Los bioestimulantes en la agricultura. Fisiológica y Estrés Vegetal. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura. Celaya, Guanajuato, México.3p.
- Kearney M.I.T., Cerioni G.A., Stefani R., Morla F.D., Giayetto O., Rosso M.B., Della M.J. 2011. Bioestimulante Aplicado a la Semilla de Maní Sobre la Emergencia, el Rendimiento y Calidad. Boletín. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). General Cabrera, Córdoba, Argentina. 90-92p.
- Khan, M. M., Gautam, C., Mohammad, F., Siddiqui, M. H., Naeem, M., Khan, M. N. 2006. Effect of Giberellic Acid Spray on Performance of Tomato. Turk Journal Biol © TÜBÜTAK. 30: 11-16.
- Khoshbkht, D., Ramin, A. A., Baghbanha, M. R. 2012. Possible Reduction of the Effect of Salinity on Bean (*Phaseolus Vulgaris*) With Application of Salicylic Acid. Journal of Crop Production and Processing. 2(5): 1989-200.
- Lambers, H., Chapin, F. And Pons T. 1998. Plant Physiological Ecology. Springer-Verlag. New York. U. S. A. 540 pp.
- Larque-Saavedra, A., Martin-Mex, R., Nexticapan- Garcés, A., Vergara-Yoisura, S., Gutiérrez-Rendón, M. 2010. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.).Revista Chapingo Serie Horticultura.16 (3):183-187.
- López, P. Y., Pouza, B. Y. 2014. Efecto de la Aplicación del Bioestimulante Fitomas E en Tres Etapas de Desarrollo del Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Desarrollo Local Sostenible.7 (20).1-10.

- Maldonado, G. y Corchuelo, G. 1993. Dinámica de dos variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomía Colombiana*. 10(2):114-121.
- Marassi, M. 2007. Hormonas Vegetales. Hipertextos del área de la biología. Universidad Nacional del Nordeste. República de Argentina. Disponible en [URL:ls http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm#Auxins](http://www.biologia.edu.ar/plantas/hormona.htm#Auxins).
- Martins, S V., Vaz, M. A., Cristine, S. S., Pereira, C. D., Figueredo, B. P. L. Ferreira, V.M.A. 2013. Physiological indices of seedlings of maize (*Zea mays* L.) under the action of biostimulants. *Journal of Biotechnology and Biodiversity*. 4(3):232-238pp.
- Mejía, B. Y., Álvarez, A. M y Luna, B. G. 2011. Efectividad de un biofertilizante foliar sobre el cultivo de frijol común (*Phaseolus vulgaris*), Bluefields, R.A.A.S. *Ciencia e Interculturalidad*.8 (1):128-140.
- Méndez, G. J., L. R. Chang, B. Y. Salgado. 2011. Influencia de diferentes dosis de Fitomas-E en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista Granma Ciencia*. 15 (2).10.
- Montano, R., Zuaznabar, R., García, A., Viñals, M., Villar, J. 2007. Fitomas E: Bionutriente derivado de la industria azucarera. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. *ICIDCA*. 41(3):14-21.
- Moorby, J. 1970. The production, storage and translocation of carbohydrates in developing potato plants. *Ann. Bot.*34:297-308.

- Mora-Aguilar, R., Ortiz-Cereceres, J., Rivera-Peña, A., Mendoza-Castillo, M. C. Y. 2006. Índices de eficiencia de genotipos de papa establecidos en condiciones de secano. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*. 12(1):85-94.
- Morales-Pérez, E., Morales-Rosales, E. J., Franco-Mora, O., de Jesús Pérez-López, D., González-Huerta, A., & Urbina Sánchez, E. 2014. Producción de flores de *Gerbera jamesonii* cv. 'Dream' en función de los ácidos giberélico y salicílico. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 83: 333-340.
- Morales-Rosales, E. J., Escalante-Estrada, J. A. S., López-Sandoval, J. A. 2008. Crecimiento, Índice de Cosecha y Rendimiento de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Unicultivo y Asociado con Girasol (*Helianthus annuus* L.). *Universidad y Ciencia Trópico Húmedo*. 24(1):1-10.
- Morán, S. J. L. 2014. Promoción y Capacitación del Uso de Bioreguladores en Tomate, en la Región Central de Guatemala Sistematización de Practica Profesional. Tesis de Licenciatura. Universidad Rafael Landívar. Guatemala de la Asunción, Guatemala. 77pp.
- Morejón, R., Díaz, S.H., Núñez, M. 2007. Uso del Biobras-16 en áreas arroceras de pequeños productores de la provincia de Pinar del Rio. *Revista, Cultivos Tropicales*. 28 (2):91-93.
- Mundo, C. S. 2004. Efecto de la aplicación Foliar de Ácidos Salicílico y Benzoico en la Producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) Variedad Gigant. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, Mexico. 41pp.

- Ngatia, T. M., Shibairo, V. E., Emongor and S. D. Obukosia. 2003. Effect of levels and timing of application of giberellic acid on growth and yield components of common beans. *African Crop Science Journal*. 12(2):123-131.
- Niculcar, C.R.C.1999. Efecto de la aplicación de un producto bioestimulante a base de aminoácidos, ácido giberélico y una solución de macro y micro elementos sobre la cuajada y retención de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en la zona de Quillota. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica de Valparaiso. Quillota, Chile.91pp.
- Nieman, H.R. y Bernstein, B.1959.Apparent Free Space of Plant Roots. *American Journal of Botany*. 46: 667-685.
- Nieto, M. R. 2015. Efecto del Ácido Giberélico en la Germinación de las Semillas de Durazno Okinawa. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, Perú. 30pp.
- Olayinka, B., K. Olorunmaye y E. Etejere. 2009. Influence of metolanchlor on physiological growth character of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Journal of Ethonobotanical*. 10:7-14.
- Olmedo, D. F. 2015. Evaluación de Dos Dosis de Ácido Giberélico en la Productividad del Tomate de Árbol *Solanum betaceum* en las Cuatro Fases Lunares, Provincia Pichanca, Parroquia Checa. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal de Bolivar. Guaranda, Ecuador.87pp.
- Ortiz, V. M. 1998. El frijol en el Estado de Zacatecas. Gobierno del Estado de Zacatecas. Departamento de Agricultura. Zacatecas. México. 183 pp.

- Pacheco, B. A., V. Zucareli, J. Orika y j. Rodríguez. 2006. Análise de crescimento de plantas de manjerico tratadas com reguladores vegetais. *Bragantia*, Campinas. 65(4):563-567.
- Palazón, M. P. A. 2014. Bioestimulantes e inductores de resistencia en el control de las enfermedades de madera. *Investigación y Desarrollo de Ensayos Agroalimentarios*. Lorqui, Murcia, España. 57pp.
- Palma, F.J.H. 2015. Evaluar el efecto de tres bioestimulantes enraizantes y dos tipos de sustratos para la obtención de plántulas de naranjilla (*Solanum quitoense*), en la zona de lita provincia de Imbabura. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Babahoyo. El Ángel, Ecuador. 53pp.
- Palma, M. F. J. 2009. Respuestas inducidas por ácido abscísico y ácido salicílico en las simbiosis de judía y alfalfa en estrés salino. Tesis de doctorado. Universidad de Granada. Granada, España. 421pp.
- Palomo, A., A. Becerril and A. Castillo. 2004. Análisis de crecimiento de variedades de algodón transgénico y convencionales. Línea de investigación en producción en productos agrícola del Posgraduado en Ciencias Agrarias, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, Mexico. 56pp.
- Pérez, M., Ojeda, M. Mogollón, N., Giménez, .A y Suarez, E. 2014. Efecto de la frecuencia de aplicación del ácido giberélico y la presencia de plantas hijas sobre el crecimiento y producción del cultivo de fresa. *Revista. Facultad de Agronomía (Luz)*. 1: 54-64.

- Pérez, S. E. 2015. Evaluación del Producto SAGIB en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento en un Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. AN10 Bajo condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. 72pp.
- Pérez, V. S. 2013. Efecto de la Composta, en el Crecimiento y Rendimiento de Frijol *Phaseolus vulgaris* L. Flor de Mayo Saltillo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.94pp.
- Radford, P. 1967. Growth analysis formulae, Their use and abuse. Crop Science. (3):171-175.
- Ramírez, H., Méndez O., Benavides A., Ramírez C. A. 2009. Influence of prohexadione calcium and oxidation promoters on yield, capsaicin and vitamin C in Jalapeño pepper. Rev. Chapingo, Serie Horticultura 15(3): 231- 236.
- Ramírez, N. B. 2012. Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento y Desarrollo de un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.).Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.74pp.
- Ramírez, Z. R. 2012. Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento y Desarrollo de un cultivo de Acelga (*Beta vulgaris* L. var. *fordhook*). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.69pp.
- Ramos, R. R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulantes. Efecto frente al estrés salino. Tesis de Doctorado. Universidad de Alicante. Alicante, España. 350pp.

- Raskin, I. 1992. Role of Salicylic Acid in Plants. *Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 43: 439-463.
- Rincón, L., C. Pellicer, P. Sáez, A. abadía A. Pérez y C. Marín. 2001. Crecimiento vegetativo y absorción de nutrientes de la coliflor. *Investigación Agraria. Prod. Prot. Veg.*16:119-130.
- Ruiz, J., Trrey, E., Tejeda, T., Díaz, M. 2009. Aplicación de bioproductos a la producción ecológica de tomate. *Cultivos Tropicales.* 30(3)60-64.
- Rulfo, V. F., Miranda, H.1972. Leguminosas de Grano, XVIII Reunión Anual, Programa Cooperativo Centroamérica Para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticos. Santiago de Managua, Nicaragua. Nicaragua. 234pp.
- Saavedra, J. S. F. 2013. Respuesta del amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) a la fertilización foliar complementaria con tres bioestimulantes. San José de Minas, Pichancha. Tesis de Licenciatura. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 96pp.
- Saborio, F. 2002. Bioestimulantes en fertilización foliar. Memoria, Fertilización foliar: Principios y Aplicaciones. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.107-124pp.
- Sadeghipour, O y Parviz, A. 2012. Impact of exogenous salicylic acid application on some traits of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under water stress conditions. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences.*4 (11):685-690.
- Salinas, S. P. 2010. Efecto del ácido salicílico sobre la tolerancia a estrés hídrico en lechuga (*Latuca sativa* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría.

Universidad Autónoma de Querétaro. Amazcala, El Márquez, Querétaro. México. 69 pp.

Salisbury, F.B and Ross, C.W. 1992. Plant Physiology. Fourth edition. Wadsworth Publishing Company. Belmont, CA. USA. 682pp.

Sánchez, A. A. 2015. Evaluación del Producto SAGIB en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento en un Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Negro San Luis. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. 71pp.

Sedano, C., V. González, E. Engleman y c. Villanueva. 2005. Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita. Chapingo. Serie Horticultura. 11 (2)291-297.

Serrani., Y. J. 2008. Interacción de Giberelinas y Auxinas en las Fructificación del Tomate. Memoria. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. 152 pp.

Stoller, 2013. Stimulate regulador de crecimiento. Stoller International INC. Houston, Texas, USA.3pp.

Taiz L. And Zeiger E. 1967. Plant physiology. 2<sup>nd</sup> edition. Sinauer Associates, Incorporated, Sunderland, Massachusett, USA. 636p.

Tayupanta, C. D. F. 2011. Validación del efecto de tres bioestimulantes radicales en viveros de rosa de la asociación agropecuaria Quinlata. Patente-Ecuador. Tesis de Licenciatura. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui, Ecuador.114pp.

- Terry, A. E., Ruiz, P.J., Tejeda, P.T., Díaz, A. M. M. 2013. Respuesta del Cultivo de la Habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. *Verlili*) a la Aplicación de Biofertilizantes Bioproductos. Revista, Cultivos Tropicales. 34(3):5-10.
- Tierranegra, G. N. 2008. Evaluación de Aplicaciones Foliare con Ácido salicílico y ácido jasmónico en la producción de lechuga (*Lactuca sativa*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Querétaro. Santiago de Querétaro, Querétaro. México. 88pp.
- Tocuch, H. C., Alcántar, G. G., Larqué, S. A. 2015. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de la raíz y biomasa total de plántulas de trigo. Terra Latinoamericana. 33 (1):63-68.
- Torres, I. V., Arrocha, F. V., Delgado, J. M., Gálvez, Y. F., Padilla, M. P. y Perera, A. N. 2015. Comportamiento del área foliar específica en tres cultivares comerciales de caña de azúcar. Agrisost. 21(3):1-9.
- Turgeon, A. J. 2005. Turfgrass Management, Seventh Edition. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA. 415pp.
- Umebese, C. E and Bankole, A. E. 2013. Impact of Salicylic Acid on Antioxidants, Biomass and Osmotic Adjustments In *Vigna unguiculata* L Walp. During Water Deficit Stress. African Journal of Biotechnology. 12(33):5200-5207.
- Vieira, M., Lima, G. P. P., de Souza, A. V., Costa, P. N., Santos, C. M. G., Alves, L., & de Oliveira, N. G. 2013. Effect of gibberellic acid on the quality of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* L.) cv. Faroe. African Journal of Biotechnology, 10(71):15933-15937.
- Villanova, J. R y Larios, J. F. 1972. Efecto de interacción del ácido giberélico y sulfato de amonio en el crecimiento de tres variedades de frijol (*Phaseolus*

- vulgaris* L.). Programa Cooperativo Centroamericano Para el Mejoramiento de Cultivos. PCCMCA. Serie de Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones. 1:34-42.
- Villar, J., R. Montano, R. López. 2005. Efecto del bioestimulante Fitomas E en cultivos seleccionados. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. ICIDCA. 39(2).41- 45.
- White, J. 1988. Conceptos básicos de la fisiología del frijol. Centro de Investigación en Agricultura Tropical (CIAT) Cali, Colombia. 55p.
- Yokota, T y N Takahashi. 1986. Chemistry, physiology and agricultural application of brassinoide and related steroids. In: Plant grow substances. M. Bopp ed. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, Germany. 330pp.
- Zabot, L., Costa, L. M., Jaue, A., Lucca, F. O., Uhry, D., Stefanelo, C., Losekan, A.E., Farias, J. R., Paulo, L. M. 2004. Análise de crescimento da cultivar de feijão BR IPAGRO 44 Guapo Brilhante cultivada na safrinha em quatro densidades de semeadura em Santa Maria-Rs. Revista de Ciências Agroveterinárias. 3(2):105-115.
- Zahara, S., Amin, B., Mohamad, A.V.S. Ali, Y and Mehdi, Y. 2010. The salicylic acid effect on the tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.) sugar protein and proline contents under salinity stress (NaCl). Jurnal of Biophysics and Structural Biology. 2(3): 35-41.
- Zamorano, M. L. A. 2013. Efecto del Ácido Salicílico en la Producción y Calidad Nutritiva de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex Fr.) Kummer Cultivado en diferentes Sustratos. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.66pp.

- Zavala, R. M. 2014. Efecto del Ácido Salicílico en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento de Dos Variedades de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Bajo Condiciones de Temporal. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México.76pp.
- Zuaznabar-Zuaznabar, R., G. Pantaleón-Paulino, N. Milanés-Ramos, I. Gómez-Juárez, A. Herrera-Solano. 2013. Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar FITOMAS-E en el estado de Veracruz, México. ICIDCA. 47(2):8-12.
- Zucareli, C., Ramos, J. U., Alves, de O, M., Cavariani, C., Nakagawa, J. 2012. Crescimento do Feijoeiro cv. IAC Carioca Tybata em Funcao da Adubacao Fosfatada. Revista de Ciências Agroveterinárias. Lages.11 (3):213-221.