

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Efecto del Producto SAGIB en el Crecimiento y Desarrollo de Plantas de Moringa
(*Moringa oleífera* Lam.)

Por:

MAYRA SALINAS ROMERO

TESIS

Presentada como requisitos parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Efecto del Producto SAGIB en el Crecimiento y Desarrollo de Plantas de Moringa
(*Moringa oleifera* Lam.)

Por:

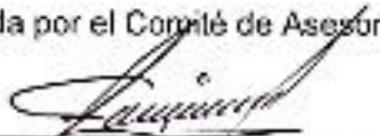
MAYRA SALINAS ROMERO

TESIS

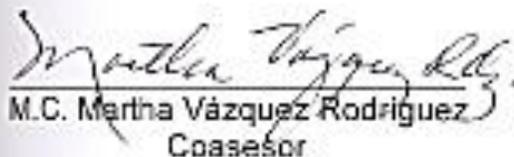
Presentada como requisitos parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Manuel De La Rosa Ibarra
Asesor Principal



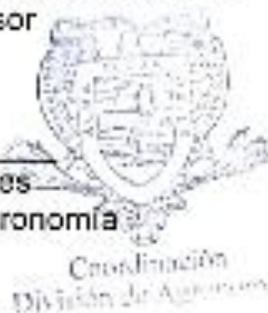
M.C. Martha Vázquez Rodríguez
Coasesor



Dr. Antonio Juárez Maldonado
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2017

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A mi alma mater

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO" por abrirme las puertas para formarme como profesional porque en sus aulas recibí las más gratas enseñanzas, por haber sido mi segundo hogar durante estos años.

A MI ASESOR PRINCIPAL DE TESIS

Dr. Manuel De La Rosa Ibarra por aceptarme como su tesista y depositar su confianza, por sus apreciados y relevantes aportes, críticas, comentarios y sugerencias durante el desarrollo de este trabajo.

A MIS COASESORES

La maestra Martha y el Dr. Antonio por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis, por aceptar ser parte de este trabajo.

A MIS PADRES

Edith y Bartolo por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Gracias papá y mamá, por creer en mí, por todos los sacrificios que hicieron a lo largo de mi carrera, Gracias por brindarme todo su amor de manera incondicional.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Edith Romero Solano y Bartolo Salinas Caballero quienes me han heredado el tesoro más valioso que pueda dársele a un hijo: ESTUDIO, a quienes, sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme. A quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en una persona de provecho. A quienes nunca podré pagar sus desvelos ni aun con las riquezas más grandes del mundo. Este título es para ustedes, es un pequeño regalo de todo lo que han hecho por mí

A MIS HERMANOS

Efraín y Tania por la comprensión, por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera Universitaria.

A MI ESPOSO

Uriel por ser parte importante en el logro de mis metas profesionales. Gracias por haber sido mi fuente de inspiración, por darme todo tu apoyo, amor y paciencia para concluir con una meta más, así como todas las que nos faltan juntos, ¡Gracias!

A MI HIJO

Uriel Sebastián por ser siempre mi inspiración, motivación y orgullo en la vida. Para que sepa que haré todo lo que esté a mi alcance para que si así lo decide, un día él pueda dedicar uno o más trabajos como este.

A MIS AMIGOS

Lorenzo, Laura, Hilary porque sin ustedes a mi lado no lo hubiera logrado, tantas desveladas sirvieron de algo, les agradezco con toda mi alma el haber llegado a formar parte de mi vida y compartir momentos agradables y tristes, pero estos momentos son los que nos hacen crecer y valorar a las personas que nos rodean, y recuerden disfrutar lo que los haga felices durante el tiempo que dure.

A Sara y Jesús por compartir momentos inolvidables a su lado a lo largo de la carrera, por seguir disfrutando de nuestra amistad, por su ejemplo y perseverancia, por su apoyo y consejos para lograr concluir mi carrera.

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 1 de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 18 |
| Figura 2. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 2 de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 19 |
| Figura 3. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 3 de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 20 |
| Figura 4. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 4 de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 21 |
| Figura 5. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 5 de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 22 |
| Figura 6. Tasa de Crecimiento Relativo de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 25 |
| Figura 7. Tasa de Asimilación Neta de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 27 |
| Figura 8. Relación de Área Foliar de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 29 |
| Figura 9. Relación de Peso Foliar de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 30 |
| Figura 10. Área Foliar Especifica de un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 32 |

Índice de cuadros

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Índices de crecimiento empleados en fisiología vegetal y de cultivos, adaptado de Gardner <i>et al.</i> , (1985)..... | 14 |
| Cuadro 2. Análisis de varianza y comparación de medias de los coeficientes de partición de biomasa en un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) tratados con diferentes concentraciones del producto SAGIB..... | 17 |
| Cuadro 3. Análisis de varianza y comparación de medias de los índices de crecimiento en un cultivo de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) tratados con diferentes concentraciones del producto SAGIB. | 24 |

Resumen

El presente trabajo se llevó a cabo en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México y tuvo como objetivo evaluar el efecto del producto SAGIB en el crecimiento y desarrollo de moringa (*Moringa oleífera* Lam.). Se evaluaron cinco tratamientos basados en diferentes concentraciones del biorregulador: T1= testigo, T2=SAGIB-80, T3=SAGIB-86, T4=SAGIB-88 y T5=SAGIB-810. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y cinco muestreos los cuales se realizaron cada 15 días. Se evaluaron los siguientes índices de crecimiento: Tasa de Crecimiento Relativo (TCR), Tasa de Asimilación Neta (TAN), Relación de Área Foliar (RAF), Relación de Peso Foliar (RPF) y Área Foliar Especifica (AFE). También se evaluaron los Coeficientes de Partición Biomasa (CPB) de hoja, tallo, raíz y flor. En la variable TCR, TAN y AFE SAGIB-86 indujo mejores resultados que los demás tratamientos, para RAF se encontró el valor mayor en el segundo muestreo con SAGIB-80, para RPF ninguna de las concentraciones logro superar al testigo. En los coeficientes de partición de biomasa, las plantas asperjadas con SAGIB-88 fueron las que obtuvieron la mayor biomasa nueva producida en las variables CPB tallo y CPB raíz en el segundo muestreo, estos resultados obtenidos permiten concluir que con la aplicación del producto SAGIB fue posible aumentar significativamente el crecimiento de las plantas de moringa.

Palabras clave: SAGIB, Biorregulador, Índices de Crecimiento, Coeficientes de Bipartición de Biomasa

Introducción

Los bioestimulantes son sustancias que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, además de mejorar su metabolismo. Esto último hace que las plantas puedan ser más resistentes ante condiciones adversas, estrés, plagas o enfermedades (Piña *et al.*, 2016). Estos productos actúan sobre la fisiología de las plantas, mejorando el vigor, el rendimiento y la calidad, además de contribuir a la conservación del suelo después del cultivo (Cárdenas *et al.*, 2010). Los bioestimulantes pueden incluir fitohormonas, como giberelinas, citoquininas, ácido abscísico, ácido jasmónico, auxinas, entre otras (Caniguante *et al.*, 2009).

Se han realizado investigaciones aplicando bioestimulantes como Zúñiga (2013) quien evaluó Bioplus (8ml/L), Roostmost (1ml/L), Biozyme (1.25ml/L) y Ergostain (0.6 ml/L) en injertos de cacao, donde los 4 productos superaron significativamente al testigo obteniendo una mayor altura e incremento en el número de hojas. En mango Kitt se obtuvo un retraso en la maduración del fruto con la aplicación de Agromil Plus 2.5ml/l + ácido giberélico 200 mg/L (Osuna, 2014), por otro lado con la aplicación de 3 bioestimulantes (Orgabiol a 1l/ha, Phylum Max R a 300cc/ha y Biozyme a 500cc/ha) en *Ilex paraguariensis* se obtuvo la reducción de la caída de hojas (Masloff *et al.*, 2014). Rodríguez *et al.*, (2011) evaluaron la influencia del bioestimulante (FitoMas E) y el biofertilizante (Bioplasma) en el rendimiento de lechuga Var. Anaida en condiciones de organoponía semiprotegida obteniendo el mejor tratamiento con T3 (Bioplasma) que mostró diferencia altamente significativa sobre los demás tratamientos en todos los parámetros medidos.

Hernández, (2016) estudio el efecto de la aplicación de Biozyme TF sobre la germinación de semillas de *Moringa oleífera* Lam. a diferentes concentraciones (TF 1ppm, 3ppm, 5ppm y 6ppm) donde las concentraciones de 5 a 6ppm de Biozyme TF se presenta el mayor porcentaje de germinación. Valdés-Rodríguez *et al.*, (2014) analizaron las curvas de crecimiento de plántulas de *Moringa oleífera* bajo condiciones de invernadero en seis sustratos con diferente textura y contenido nutrimental: arena (A), franco-arenoso (FA), arcilloso (AC) y composta de cachaza de caña (C)mezclada en proporciones de A2:C1, A1:C1 y A1:C2, el análisis de los

resultados encontró diferencias significativas en diámetro, altura de tallo y número de hojas entre el sustrato A y los otros a partir de los 20 días. Los sustratos 1A:1C y 1A:2C permitieron tasas de crecimiento mayores en altura y diámetro de tallo, seguidos del sustrato 2A1C y los sustratos FA y AC. Por otro lado Medina *et al.*, (2007), realizaron un estudio comparativo de *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento donde *M. oleífera* presentó una germinación y sobrevivencia del 100%. Por otro lado se realizó una prueba de germinación en moringa en dos sustratos, en charola (50% de peat moss, 33.3% de tezontle en polvo) y en bolsa de plástico negro (16.6% de una mezcla de vermiculita, dolomita, limestone y sphagnum mos), donde se obtuvo mayor sobrevivencia de las plantas sembradas en bolsas (Morales *et al.*, 2015).

El aprovechamiento de follaje verde de *Moringa oleífera* comienza hasta que la planta alcanza los 120 a 150cm de altura, además son de muy lento crecimiento y se siembran en bajas densidades, por lo que el aprovechamiento de la biomasa foliar no es suficiente para abastecer la demanda que el mercado requiere.

Por lo anterior, se pretende incrementar el desarrollo y rendimiento de moringa con el uso del producto SAGIB ya que es una opción viable para incrementar la producción de follaje verde, teniendo grandes beneficios al aumentar la producción del cultivo que le dará un incremento económico al productor.

Objetivo general

- ✓ Evaluar el producto SAGIB a diferentes concentraciones para incrementar el crecimiento, desarrollo y rendimiento de plantas de *Moringa oleífera*.

Objetivos específicos

- ✓ Evaluar el efecto del producto SAGIB a diferentes concentraciones en los coeficientes de partición de biomasa para determinar la distribución de biomasa de tallo, hoja y raíz en plantas de *Moringa oleífera*.
- ✓ Evaluar el efecto del producto SAGIB a diferentes concentraciones en algunos índices de crecimiento de plantas *Moringa oleífera* para observar el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Hipótesis

La aplicación del producto SAGIB incrementará el crecimiento, desarrollo y rendimiento de plantas de *Moringa oleífera* desarrolladas en invernadero.

Antecedentes

Bioestimulantes

Un bioestimulante es un compuesto químico capaz de intervenir en el metabolismo que actúa en muy pequeñas concentraciones para activar, retrasar o inhibir algún proceso del desarrollo de la planta. Las hormonas también pueden considerarse esenciales en la Fisiología Vegetal ya que si estas no son producidas, en balance entre estas y/o utilizadas oportunamente en el sitio de acción correspondiente, hace que la planta se desbalance en su crecimiento y desarrollo provocando alteraciones en la fenología de los cultivos, como drásticas alteraciones en la producción, calidad de los mismos, así como en la posibilidad de preservar la especie (Yané, 2002)

Los bioestimulantes están directamente involucrados en procesos metabólicos o en el proceso de desarrollo tal es el caso de la producción de amilasa y la inducción de la floración entre otros, pero al actuar en bajas concentraciones modifican dichos procesos, donde sus efectos varían según su interacción con otros reguladores de crecimiento vegetal, de esta forma regulan o influyen en un rango de procesos celulares y fisiológicos entre los que se cuentan la división celular, diferenciación celular, desarrollo de frutos, tropismos, dormancia de semillas, germinación de semillas, senescencia, abscisión de las hojas, entre otras (Bray *et al.*, 2000).

Los reguladores de crecimiento vegetal se ven implicados regulando el transporte de nutrientes, en sitios donde los nutrientes se elaboran en mayor cantidad de la requerida como las hojas donde se utilizan intensamente sin que elaboren la cantidad suficiente, las raíces flores y frutos en desarrollo actúan de uno u otro modo en todos los procesos de desarrollo.

Clasificación de las fitohormonas

Las fitohormonas han sido clasificadas por su estructura y función fisiológica en varios grupos que comprenden a las Auxinas, Citoquininas (CK), Ácido Abscísico (ABA), Giberelinas (AG), Etileno, Jasmonatos (JA), Ácido salicílico (AS), Brasinosteroides, Poliaminas (Gómez y García, 2006).

Efecto de bioestimulantes en diferentes cultivos

Las fitohormonas son usadas ampliamente en la agricultura, horticultura y biotecnología para modificar y controlar el desarrollo y crecimiento de las plantas. (Celis y Ricardo, 2008)

Se han realizado investigaciones con la aplicación de bioestimulantes como en mango Kitt se obtuvo un retraso en la maduración del fruto con la aplicación de Agro mil Plus 2.5ml/L + Ácido Giberélico 200 mg/L (Osuna, 2013). Por otro lado con la aplicación de tres bioestimulantes (Orgabiol a 1L/ha, Phylum Max R a 300 cc/ha y Biozyme a 500 cc/ha) en yerba mate se obtuvo la reducción de la caída de hojas (Masloff *et al.*, 2014).

Bustamante (2015) evaluó el comportamiento de precursores del etileno (ACC) y fitohormonas como; Etileno, Ácido Indolacético (AIA), Ácido Abscísico (ABA), Ácido Jasmónico (AJ) y Ácido Salicílico (AS) durante el desarrollo del daño por sol en manzanos cv. "Granny Smith", obteniéndose las mayores concentraciones de ACC durante los 90 a 105 DDPF, a partir de los 120 DDPF se evaluaron frutos con daño por sol los cuales obtuvieron mayores concentraciones que los frutos no expuestos. ACC, ABA AJ y AS, sus concentraciones fueron más altas en los frutos con daño por sol moderado-severo, mientras que las concentraciones de AIA disminuyeron a medida que el fruto se desarrolló (75-165 DDPF) y en los frutos con daño por sol sus concentraciones fueron aún más bajas.

Angulo (2009) realizó una investigación para determinar el bioestimulantes de mayor eficacia en la propagación de plantas injertadas de cacao, estableciendo 9 tratamientos con 4 repeticiones, evaluó cuatro productos con dos dosis de aplicaciones: Bioplus (8 – 11ml/lit), Roostmost (1 – 2ml/lit), Biozyme (1,25 – 1,5ml/lit), Ergostin (0,6 – 1ml/lit). Las variables evaluadas fueron altura del injerto a 60 y 90 días, diámetro del injerto a 60 y 90 días, número de hojas a 90 días y porcentaje de mortalidad. Los productos superaron significativamente al testigo, no hubo diferencias entre los productos ni para dosis de aplicación, con los productos la altura del injerto, fue de 13.65cm a 60 días y 21.73 cm a 90 días, con el testigo

10.04cm a 60 días y 14.43 cm a 90 días, para el diámetro fue de 0.49cm a 60 días, 0.78cm a 90 días con el testigo 0.41cm a 60 días y de 0.68cm a 90 días, el número de hojas fue de 14 y el testigo alcanzo 12 hojas , para el % de mortalidad se registró 1.79 %, y con el testigo 2.64%, la mayor Tasa de Retorno Marginal fue de 52.8% con Bioplus en dosis baja.

Por otro lado Camino (2015), evaluó tres dosis de fitohormonas vegetales (Fitoamin TF y Eco total en dosis de 2 cc/l, 3 cc/l y 4 cc/l, respectivamente), en la producción de mora de castilla, donde la dosis de Fitoamin TF de 3 cc/l (D2), fue la que produjo los mejores resultados, incrementando la producción de flores y frutos, obteniéndose mayor número de botones florales por racimo (20.08 botones); mejor número de frutos cuajados por racimo (17.42 frutos), como también mayor número de frutos cosechados por planta (226.33 frutos), consecuentemente se alcanzaron los mejores rendimientos (1.66 kg/planta).

Composición de los bioestimulantes

La mayor parte de los Agroquímicos se producen sintéticamente, encaminadas a disminuir, controlar o erradicar una plaga o cualquier organismo patógeno de una planta o cultivo. Existen investigaciones sobre el incremento del crecimiento y desarrollo de diferentes cultivos con el producto SAGIB (bioestimulante compuesto de Ácido Salicílico y Ácido Giberélico), como Ursula (2015), quien evaluó el producto SAGIB en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) var. Brandywine bajo condiciones de invernadero obteniendo con la concentración de SAGIB-1012 39.12 ton/ha superado a las plantas testigo con más de 2.45 ton/ha. Por otro lado, Sánchez (2015), obtuvo un incremento en ton/ha con la concentración de SAGIB-08 en la evaluación del producto SAGIB en un cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) var. Negro San Luis al mismo tiempo incrementando vainas/planta, No de semillas/vaina, No de semillas/planta, peso de semillas/planta, peso seco del fruto/planta y peso de 100 semillas.

Según Hartmann y Kester (1997) las giberelinas son sustancias implicadas de manera directa en el control y estímulo de la germinación de las semillas, aunque existen muchas variaciones moleculares de las giberelinas, la de más amplio uso a nivel experimental es el Ácido Giberélico (AG.). El Ácido Giberélico es un fitorregulador de crecimiento de acción hormonal que estimula y regula el desarrollo de las plantas. La respuesta fisiológica de los vegetales tratados dependerá del estado de desarrollo en que se encuentran; el Ácido Giberélico (AG) puede romper la latencia de las semillas y remplazar la necesidad de estímulos ambientales, tales como luz y temperatura (Jordán y Casaretto, 2006).

Ácido Giberélico

El Ácido Giberélico se aplica directamente a los cultivos en crecimiento entre los que se incluyen las frutas, las cosechas de campo y las parras. La hormona estimula la división y el alargamiento celular que afecta a las hojas y los tallos de las plantas.

Efecto del Ácido Giberélico en diferentes cultivos

Esguep (2005) logró aumentar la retención de frutos en mandarino var. Fortuna, los tratamientos fueron: testigo, Ácido Bórico (10 g/L^{-1}), Ácido Naftalenacetico (20 mg/L^{-1}), Ácido Giberélico (20 mg/L^{-1}), Ácido Giberélico (20 mg/L^{-1}) más Citoquininas ($1 \text{ cm}^3/\text{L}^{-1}$), Ácido Giberélico (20 mg/L^{-1}) más incisión de corteza. Las aplicaciones de Ácido Bórico, Ácido Naftalenacetico y Ácido Giberélico no presentaron diferencias significativas en cuanto a eficiencia productiva en relación al testigo. Todos estos tratamientos tuvieron, en promedio, menos de 2 frutos cm^{-2} de ASTT a la cosecha. Los tratamientos con Ácido Giberélico mas Citoquininas, Ácido Giberélico más incisión de corteza, presentaron diferencias significativas en eficiencia productiva con el testigo, reteniendo 3.7; 11.1 y 15.4 frutos cm^{-2} de ASTT, respectivamente. Los árboles en los cuales se aplicó Ácido Giberélico tuvieron un claro retraso en la caída de frutos en comparación al testigo.

Vázquez y Pérez (2006) evaluaron el efecto de la dosis, época y número de aplicaciones de Ácido Giberélico (AG3), en la floración, época de cosecha y rendimiento del mango "Ataulfo". Los árboles de 12 años fueron asperjados con

AG3 (0, 50 y 100 mg L⁻¹) en aplicaciones simples o dobles durante noviembre y diciembre (prefloración), por dos años consecutivos. Los árboles tratados con AG3 presentaron dos floraciones (enero-marzo y abril-mayo) y dos cosechas (junio y julio), mientras que los del testigo sólo una floración (enero-marzo) y una cosecha (junio). La presencia de panículas mixtas fue detectada únicamente en árboles tratados con AG3, con intensidad máxima de 16 %. El retraso de la floración y la cosecha en árboles tratados fue de 90 y 42 d, respectivamente.

Podestá *et al.*, (2001) evaluaron el efecto de pulverizaciones de precosecha en cerezas cv. Bing. en dos temporadas, plantas de este cultivar fueron pulverizadas con soluciones de Ácido Giberélico (GA3, 30 mg/L), de calcio (Ca, 1 g/L) o de GA3 (30 mg/L) combinado con Ca (1 g/L). El GA3 aumentó el tamaño de los frutos, incrementó la resistencia al agrietamiento y retrasó la coloración de la piel. El calcio redujo el tamaño y no aumentó la resistencia al agrietamiento ni la calidad de las cerezas.

Martínez-Díaz (2011) aplicó Ácido Giberélico en nogal pecanero durante 3 años, el Ácido Giberélico se aplicó foliarmente en concentraciones de 360 y 720 ppm entre el estado de gel y llenado de la almendra. Donde el porcentaje de nueces germinadas en las nueces con ruezno separado de la cascara fue similar bajo los dos tratamientos, e indicaron una ausencia de respuesta al AG, ya que la germinación fue de 35% en el testigo y 34% bajo el tratamiento con AG. No se encontró diferencia en el porcentaje de nueces con inicio de germinación ni en el peso de los cotiledones de las nueces remanentes. El Ácido Giberélico retardo la apertura del ruezno.

Álvarez-Armenta *et al.*, (2010) determinaron el efecto precosecha de la aplicación de Ácido Giberélico (AG₃) en frutos de limón mexicano. Se realizaron 3, 2, 1 y 0 aplicaciones de 10 mg L⁻¹ de Ácido Giberélico a frutos en desarrollo a los 64, 78 y 92 días después de la antesis. Además, un día después de la cosecha, se aplicó una cubierta con cera de carnauba a la mitad de los frutos de cada tratamiento. Los resultados obtenidos revelaron que el tratamiento de tres aplicaciones de 10 mg L⁻

¹ de AG₃ + cera, mantuvo las características de calidad de los frutos de limón al final de ambos períodos de almacenamiento.

Ácido salicílico (AS)

El AS es un compuesto encontrado en todos los tejidos de las plantas. Su concentración se eleva cuando las células, órganos o plantas completas son sometidas a la acción de alguna clase de estrés sea este biótico o abiótico.

Según Collins (2015), el ácido salicílico (AS) está implicado en procesos como la germinación de las semillas, el crecimiento celular, la respiración, el cierre estomático, respuesta a estrés abiótico y ayuda que la planta guarde calor. Además juega un papel importante en la resistencia a patógeno mediante el estímulo de la síntesis de proteínas implicadas en la resistencia. El efecto del AS en el metabolismo de la planta puede ser de forma indirecta por lo que altera la síntesis de otras hormonas.

La importancia del AS como regulador del crecimiento en plantas está reducida a pocos procesos. En algunos casos su presencia afecta la síntesis de otros reguladores de crecimiento los cuales afectan directamente algún proceso fisiológico. Por ejemplo, AS reduce la síntesis de etileno y en algunas especies esto origina un retardo de la senescencia de flores o inducción de la floración (Martínez *et al.*, 2004).

Efecto del Ácido salicílico en diferentes cultivos

Martin-Mex *et al.*, (2012) estudio el efecto de aspersiones de bajas concentraciones de ácido salicílico (AS), en *Carica papaya*, donde a concentraciones de 0.01 μ M incremento el porcentaje de plantas hermafroditas en 20% sobre el control e incremento significativamente la altura y grosor de la planta. Esta misma concentración incremento 19.7% el número de frutos por planta, en 2% el peso de los frutos y en 21.9% el rendimiento por hectárea.

Guerrero-López *et al.*, (2011) evaluaron la eficacia de los inductores de resistencia Acibenzolar-smetil (0.05 g L⁻¹) y Ácido salicílico (0.025 g L⁻¹), al igual que Sulfato

de cobre (0.75 g L^{-1}) en el cultivo de gulupa, se observó que los inductores de resistencia en las dosis evaluadas impiden el desarrollo de síntomas de bacteriosis y disminuyen síntomas causados por virus y roña. El número de estructuras vegetativas y reproductivas es afectado negativamente por la aplicación de los inductores como consecuencia de un desgaste energético producido en la planta. El sulfato de cobre no fue efectivo para el control de la enfermedad ya que mostró fitotoxicidad en la dosis aplicada.

Martin *et al.*, (2008) estudiaron el efecto de ocho compuestos fenólicos simples sobre el crecimiento in vitro de *Ophiostoma novo-ulmi*, y sobre la susceptibilidad in vitro de *Ulmus minor* a este patógeno. Donde las dosis inferiores a $50 \mu\text{g.ml}^{-1}$ redujeron en un 50% el crecimiento in vitro del hongo (dosis EC50). Árboles regados dos meses con carvacrol y ácido salicílico (400 mg.l^{-1} ; 1 l/semana/planta; $n = 20$) mostraron menores marchitamientos foliares.

Salinas (1998) evaluó distintas dosis de calcio y ácido salicílico de manera de inducir una respuesta defensiva en frutos de limón inoculados con *Phytophthora citrophthora*. Las dosis de precosecha aplicadas directamente a los árboles, correspondieron a 0.8 y 1.6 μM para el calcio y de 0.02 y 0.04% para el ácido salicílico. A nivel de postcosecha las dosis en frutos de limón inoculados con *Phytophthora citrophthora* correspondieron a 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.6 μM para cada una de las dos fuentes de calcio utilizadas, nitrato y cloruro de calcio y 0.01, 0.02, 0.04, 0.08% para el ácido salicílico. Donde a nivel de precosecha no se observaron efectos en la inducción de una respuesta defensiva con los tratamientos de calcio y de ácido salicílico. A nivel de postcosecha los resultados obtenidos en frutos de limón inoculados con *P. citrophthora* no evidenciaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos de calcio y ácido salicílico.

Berlanga-Reyes *et al.*, (2011) evaluaron la eficiencia de productos alternativos al aminoetoxivinilglicina (AVG) de menor costo. Se asperjaron manzanos "Golden Delicious" en precosecha durante el ciclo 2008, con los tratamientos: Ácido Salicílico (AS; 1, 0.1 y $0.01 \mu\text{M}$), cobalto (40, 60 y $80 \text{ mg Co}^{++}\cdot\text{L}^{-1}$), Ácido Cítrico (AC; $533 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) y AVG ($123 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) y agua como testigo. Los tratamientos de AS (0.01 y 1.0

μM) y de AC redujeron significativamente la concentración interna de etileno en los frutos, en comparación con el testigo, y a un nivel similar al AVG, con concentraciones de etileno de 0.6, 0.6, 0.4, 1.7 y 0.4 ppm, respectivamente. Los tratamientos con cobalto, a 40 y 80 mg $\text{Co}^{++}\cdot\text{L}^{-1}$, retrasaron el pico climatérico en tres semanas. Los tratamientos con AS y cobalto indujeron frutos con color de cáscara más verde y con menor concentración de sólidos solubles, indicando un estado menos avanzado de maduración.

Valero *et al.*, (2013) analizó el efecto de los tratamientos post-recolección de ciruelas con AS (0,5, 1 y 2 mM), mostrando que el AS podría ser un tratamiento innovador, con posibilidades de aplicación para retrasar el proceso de maduración post-recolección de la ciruela y mantener su calidad durante mayores períodos de tiempo.

Análisis de crecimiento

Hunt (1990), considera que el análisis de crecimiento es una aproximación cuantitativa, que usa datos simples y básicos, para la descripción e interpretación de las plantas que crecen bajo ambiente natural, semi natural o controlado.

El análisis de crecimiento puede basarse directamente en la evolución cronológica de medida, como peso seco, longitud de tallos, número de hojas y de ramas, etc.

Escobar (2008) dice que 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 después proceder a realizar cálculos que permitan cuantificar el crecimiento total por órgano, la deficiencia del área foliar y a distribución de asimilados entre los distintos órganos de la planta.

De La Rosa (2017) considera que el análisis de crecimiento de las plantas, incluye lo que es la determinación de los coeficientes de partición de biomasa, además del cálculo de los diferentes índices del crecimiento de las mismas.

Coeficientes de Partición de Biomasa

Es la producción de biomasa que la planta asigna en un momento dado a los diferentes órganos: raíz, tallo, hoja, flor y fruto; se expresa en gramos, al dividir la cantidad de biomasa de cada órgano entre la cantidad de biomasa total.

Según Heredia (2015) el coeficiente de partición de biomasa de raíz permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total producida durante la fotosíntesis, $CPBr = (PSr/PST)$.

El coeficiente de partición de biomasa de tallo permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total producida durante la fotosíntesis, $CPBt = (PSt/PST)$.

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, $CPBh = (PSh/PST)$.

El coeficiente de partición de biomasa de fruto permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total producida durante la fotosíntesis, $CPBfr = (PSfr/PST)$.

El coeficiente de partición de biomasa de flor permite cuantificar la biomasa que fue enviada para la formación de este órgano a partir de la biomasa total producida durante la fotosíntesis, $CPBf = (PSf/PST)$.

Villegas-Jiménez *et al.*, (2013) realizaron una investigación para estimar los componentes de biomasa aérea en 13 procedencias mexicanas de *Pinus greggii* Engelm. Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre procedencias en acumulación de biomasa en acículas y madera con corteza. La mayor biomasa foliar fue para las procedencias del centro del país, El Piñón y Molango (5.1 t ha^{-1}), mientras que la procedencia norteña, Los Lirios, acumuló la mayor cantidad de biomasa en madera con corteza (19.4 t ha^{-1}). No hubo diferencias en biomasa de ramas cuyo promedio fue de 9.5 t ha^{-1} , ni en la biomasa aérea total acumulada que fue de 25.6 t ha^{-1} , en árboles de 14 años de edad para todas las

procedencias. La biomasa se distribuyó 52.0, 33.6 y 14.4 % para madera con corteza, ramas y follaje, respectivamente.

Rodríguez-Ortiz *et al.*, (2012) hicieron una estimación de la biomasa de acículas en ramas individuales y árbol completo, y ajustaron modelos de partición de biomasa aérea en árboles plantados de *Pinus patula Schl.* La biomasa de acículas por rama se estimó con un modelo lineal, que empleó área basal de rama viva, altura de rama y el seccionamiento de copa como variables independientes. La biomasa de los componentes aéreos se estimó con coeficientes de determinación de 0.86; 0.92 y 0.88; para madera con corteza, ramas y acículas, respectivamente. Para madera con corteza se utilizó el diámetro normal (DN) y altura de árbol (AT) en un modelo lineal; la biomasa de ramas y follaje con ecuaciones no lineales que se basaron en el diámetro de copa viva (DCV) y área de copa para ramas; y DCV y AT para la biomasa de follaje. La biomasa total aérea por árbol se estimó con un $R^2 = 0.87$; utilizando DN y AT. La biomasa a una edad de 14 años se distribuyó en 92.9%; 4.7%

Índice de crecimiento

Los índices permiten analizar el crecimiento de la planta a través de la acumulación de materia seca, la cual depende del tamaño del Área Foliar, de la tasa a la cual funcionan las hojas y el tiempo que el follaje persiste (Tekalign y Hammes, 2005).

Mediante el empleo del método clásico, basado en las fórmulas para valores promedios propuesto por Hunt (1990) se puede calcular los índices de crecimiento (cuadro 1.)

Cuadro 1. Índices de crecimiento empleados en Fisiología Vegetal y de cultivos, adaptado de Gardner *et al.*, (1985).

| Índice de Crecimiento | Símbolo | Valor promedio en un intervalo de tiempo (T2-T1) | Unidades |
|---------------------------------|---------|---|--------------------------------|
| Tasa de Crecimiento Relativo | TCR | $TCR = (\ln W_2 - \ln W_1) / (T_2 - T_1)$ | g/(g * día) |
| Tasa de Asimilación Neta | TAN | $TAN = ((W_2 - W_1) / (T_2 - T_1)) / ((\ln AF_2 - \ln AF_1) / (AF_2 - AF_1))$ | g/(cm ² * día) |
| Índice de Área Foliar | IAF | $IAF = ((AF_2 + AF_1) / 2) / ((1/AS))$ | Dimensional según las unidades |
| Tasa de Crecimiento del Cultivo | TCC | $TCC = 1/AS * (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1)$ | g/(cm ² * día) |
| Tasa Absoluta de Crecimiento | TAC | $TAC = (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1)$ | g/día |
| Duración de Área Foliar | DAF | $DAF = ((AF_2 + AF_1) * (T_2 - T_1)) / 2$ | cm/día |
| Área Foliar Específica | AFE | $AFE = ((AF_2/W_2) * (AF_1/W_1)) / 2$ | cm ² /g |

AF=área foliar, AS= área del suelo, MF= masa seca foliar, T=tiempo, W= masa seca, LN= Logaritmo Natural.

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en el invernadero número 2 del Departamento de Fitomejoramiento, y en el laboratorio de Fisiología Vegetal del Departamento de Botánica que se encuentran ubicados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, localizada entre las coordenadas geográficas 25° 22" de latitud Norte y 101°02" longitud Oeste y a una altitud de 1742 msnm.

El invernadero es de tipo macrotúnel, tiene una orientación Sur-Norte, cubierta de láminas policarbonadas, cuenta con sistema de enfriamiento de pared húmeda de celulosa que está ubicada en la parte de atrás y con 2 extractores en la parte de

enfrente, la entrada se encuentra al sur, cuenta con una temperatura de 27° C en el día y 19°C en la noche con una humedad relativa de 80%.

La siembra se realizó el día 1 de marzo del 2016, en tubos de polipropileno rígido con 120 cavidades previamente lavadas con ácido muriático, el sustrato fue una mezcla de suelo, peat moss y perlita en una relación 1:1:1.

El trasplante se realizó cuando las plántulas alcanzaron una altura de 15cm, en macetas de polietileno color negro con capacidad de 12L. Primeramente se hizo una mezcla igual a la que se utilizó para la siembra, se agregó agua mezclando hasta que se encontró homogénea, se dejó reposar 12 horas y se prosiguió al llenado de las macetas. Antes del trasplante se fertilizó el sustrato con el fertilizante triple 17. El riego fue continuo sin dejar que el suelo perdiera humedad.

El experimento se estableció en 2 camas de 1 m de ancho por 12 m de largo donde el piso de la cama fue cubierto con un plástico blanco.

La aplicación de los tratamientos del producto SAGIB fue después de que las plantas ya estuvieron establecidas, se llevó a cabo por la mañana, con un atomizador para cada tratamiento, se asperjó el haz y envés de la hoja, se aplicaron 5 tratamientos con 3 repeticiones y se realizaron 6 muestreos resultando un total de 90 macetas, la primera evaluación fue 15 días después de la aplicación de los tratamientos y así sucesivamente, desecando la planta y separando raíz, tallo y hojas, obteniendo las variables agronómicas.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, llevando a cabo con un sorteo para el establecimiento de las macetas de los 5 en 3 repeticiones y 6 muestreos. Los tratamientos fueron: T1= testigo, T2= SAGIB-80, T3= SAGIB-86, T4= SAGIB-88, T5 = SAGIB-810. Con los datos que se obtuvieron se realizó un análisis de varianza y una comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$).

Las variables agronómicas que se evaluaron en el laboratorio de fisiología vegetal fueron: peso seco de raíz, peso seco de tallo, peso seco de hoja, peso seco de flor y área foliar ; para esto se sacó la planta de la maceta separando el suelo de la

planta se colocó en una cubeta con agua lavando hasta que quedó solo la raíz, de la planta completa se separó en raíz, tallo, hoja y flor, se colocaron en bolsas de papel estraza, identificadas y se trasladaron a una estufa marca FELISA modelo 293A durante 72 horas a una temperatura de 75° C para deshidratarlas, después se sacaron y se pesaron en una balanza analítica marca DNA modelo GR-120 para obtener los datos de peso seco. Antes se midió el área foliar con un integrador de área foliar marca LI-COR, modelo 3100.

La obtención de la cantidad de biomasa que se destinó a cada parte de la planta se hizo con los datos de las variables agronómicas las cuales se calcularon con los Coeficientes de Partición de Biomasa (CPB): CPBr = peso seco de raíz entre el peso seco total; CPBt = peso seco del tallo entre el peso seco total; CPBh = peso seco de la hoja entre el peso seco total; CPBf = peso seco de la flor entre el peso seco total.

Los índices de crecimiento se calcularon de acuerdo a Hunt (1990). Tasa de crecimiento relativo (TCR) es el incremento de material vegetal por unidad de material vegetal presente, por unidad de tiempo ($g \cdot g^{-1} \cdot dia$).

Tasa de asimilación neta (TAN) es el incremento de material vegetal por unidad del sistema asimilativo, por unidad de tiempo ($g \cdot cm^2 \cdot dia$).

Relación de área foliar (RAF) es la proporción de material asimilativo por unidad de material vegetal presente en un instante de tiempo ($cm^2 \cdot g^{-1}$).

Relación de peso foliar (RFP) está formado por dos componentes: la magnitud del peso seco de la hoja, y por la unidad de peso seco total de la planta (se emplea mediante el intervalo de t_1 a t_2).

Área foliar específica (AFE) es un índice que expresa la densidad o el grosor relativo de la hoja ($cm^2 \cdot g^{-1}$).

Resultados y discusión

Coeficientes de Partición de Biomasa

Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para los coeficientes de partición de biomasa, mostraron diferencias altamente significativas solo en las variables CPB tallo en el primer y segundo muestreo y en CPB raíz en el segundo muestreo, para los demás muestreos solo se encontraron diferencias numéricas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza y comparación de medias de los coeficientes de partición de biomasa en un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) tratados con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

| TRATAMIENTOS | VARIABLES | MUESTREOS | | | | |
|--------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 08-jun-16 | 23-jun-16 | 08-jul-16 | 30-jul-16 | 17-ago-16 |
| T1 testigo | | 0.456 A | 0.321 A | 0.285 A | 0.177 A | 0.153 A |
| T2 SAGIB-80 | CPB hoja (g) | 0.442 A | 0.331 A | 0.246 A | 0.187 A | 0.110 A |
| T3 SAGIB-86 | | 0.424 A | 0.322 A | 0.262 A | 0.180 A | 0.110 A |
| T4 SAGIB-88 | | 0.421 A | 0.278 A | 0.256 A | 0.197 A | 0.118 A |
| T5 SAGIB-810 | | 0.428 A | 0.305 A | 0.275 A | 0.172 A | 0.116 A |
| S.E. | | NS | NS | NS | NS | NS |
| T1 testigo | | 0.315 A | 0.418 B | 0.555 A | 0.615 A | 0.690 A |
| T2 SAGIB-80 | CPB tallo (g) | 0.267 A | 0.474 A | 0.589 A | 0.580 A | 0.677 A |
| T3 SAGIB-86 | | 0.293 AB | 0.479 A | 0.550 A | 0.585 A | 0.677 A |
| T4 SAGIB-88 | | 0.313 A | 0.487 A | 0.575 A | 0.588 A | 0.688 A |
| T5 SAGIB-810 | | 0.316 A | 0.452 AB | 0.583 A | 0.586 A | 0.657 A |
| S.E. | | ** | ** | NS | NS | NS |
| T1 testigo | | 0.229 A | 0.418 B | 0.161 A | 0.208 A | 0.148 A |
| T2 SAGIB-80 | | 0.291 A | 0.474 A | 0.165 A | 0.233 A | 0.206 A |
| T3 SAGIB-86 | CPB raíz (g) | 0.283 A | 0.479 A | 0.188 A | 0.227 A | 0.197 A |
| T4 SAGIB-88 | | 0.267 A | 0.487 A | 0.169 A | 0.209 A | 0.180 A |
| T5 SAGIB-810 | | 0.256 A | 0.452 AB | 1.142 A | 0.236 A | 0.220 A |
| S.E. | | NS | ** | NS | NS | NS |
| T1 testigo | | | | | 0.000 A | 0.009 A |
| T2 SAGIB-80 | CPB flor (g) | | | 0.000 A | 0.008 A | |
| T3 SAGIB-86 | | | | 0.007 A | 0.015 A | |
| T4 SAGIB-88 | | | | 0.006 A | 0.014 A | |
| T5 SAGIB-810 | | | | 0.000 A | 0.007 A | |
| S.E. | | | | | NS | NS |

S.E.=significancia estadística, **=diferencia altamente significativa, NS=diferencia no significativa, CPB coeficiente de partición de biomasa.

En el primer muestreo de coeficiente de partición de biomasa, en general las plantas enviaron la mayor cantidad de biomasa hacia las hojas, seguido del tallo y raíz en todos los tratamientos, el testigo indujo el envío de un mayor porcentaje de biomasa hacia la hoja con un 46% seguido de SAGIB-80 con el 44%, en tallo el tratamiento que indujo el mayor porcentaje de biomasa fue SAGIB-810 con el 32% y en raíz las plantas tratadas con SAGIB-80 acumularon el mayor porcentaje de biomasa con el 27%.

La formación de la hoja es uno de los procesos más importantes en la etapa vegetativa hasta que empieza el estado reproductivo con la aparición de la flor, la proporción de masa seca asignada a las hojas esta considerablemente entre 42-46% para todos los tratamientos respecto al testigo, estos resultados son similares a los que mostró Salazar (2006), quien en la realización de un modelo para la producción potencial de uchuva (*Physalis peruviana L.*) obtuvo que el 72% de la masa total, correspondió a la masa de las hojas y el 28% a la biomasa de tallo.

En la figura 1 se muestra claramente cómo se comporta la distribución de la biomasa de las plantas completas tratadas y no tratadas, se observa que en general la mayor distribución de biomasa es hacia las hojas, luego al tallo y finalmente hacia la raíz.

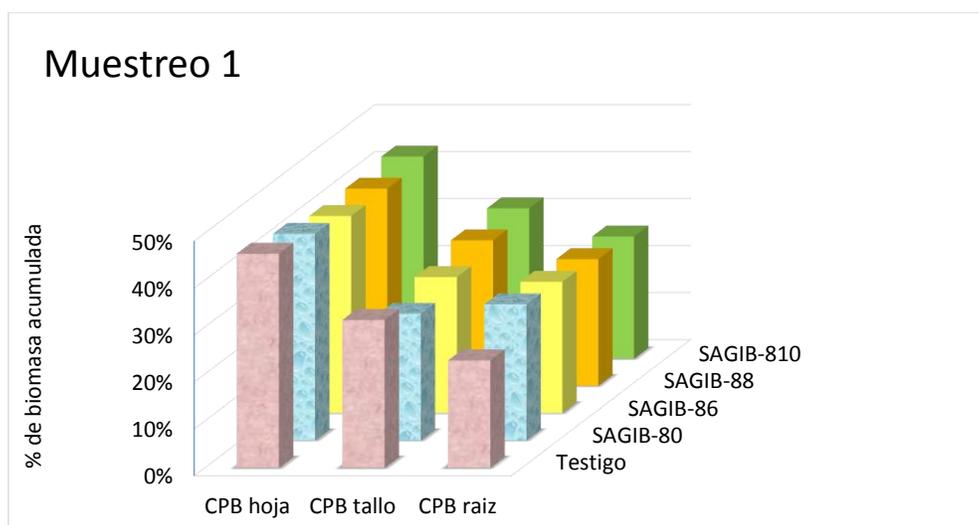


Figura 1. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 1 de un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

En el segundo muestreo se encontró que las plantas asperjadas con SAGIB-88 indujeron el envío de un mayor porcentaje de biomasa hacia tallo y raíz con el 49% seguido de las plantas asperjadas con SAGIB-86, SAGIB-80 y SAGIB-810, en este muestreo todas las plantas tratadas con diferentes concentraciones de SAGIB superaron al testigo en acumulación de biomasa en tallo y raíz.

Estos resultados son similares a Aquino-Ramírez *et al.* (2015), que evaluaron la partición de la biomasa aérea en tres especies arbóreas tropicales obteniendo el mayor porcentaje en el fuste (tallo) en las tres especies, *Cupania dentata* tuvo en promedio la mayor cantidad de biomasa en el fuste (40.69 %), le siguió la corteza (5.59 %), el tocón (4.12 %) y hojas (2.68 %). En *A. latifolia* las ramas y el fuste tuvieron más biomasa (44.07 % y 38.53 %), les siguió la corteza (8.17 %), las hojas (6.51 %) y el tocón (2.70 %). En *I. punctata* también las ramas y el fuste presentaron la cantidad mayor de biomasa (55.73 y 33.65 %), y les siguieron el tocón, las hojas y la corteza (3.77, 3.53 y 3.29 %). En la figura 2 se muestra que la distribución de la biomasa de las plantas completas tratadas, se acumuló en tallos y raíces, mostrando una disminución de la cantidad de biomasa en las hojas respecto al muestreo anterior y siendo las plantas del tratamiento testigo quienes depositaron más biomasa de esta variable que el resto de las plantas asperjadas con el producto SAGIB.

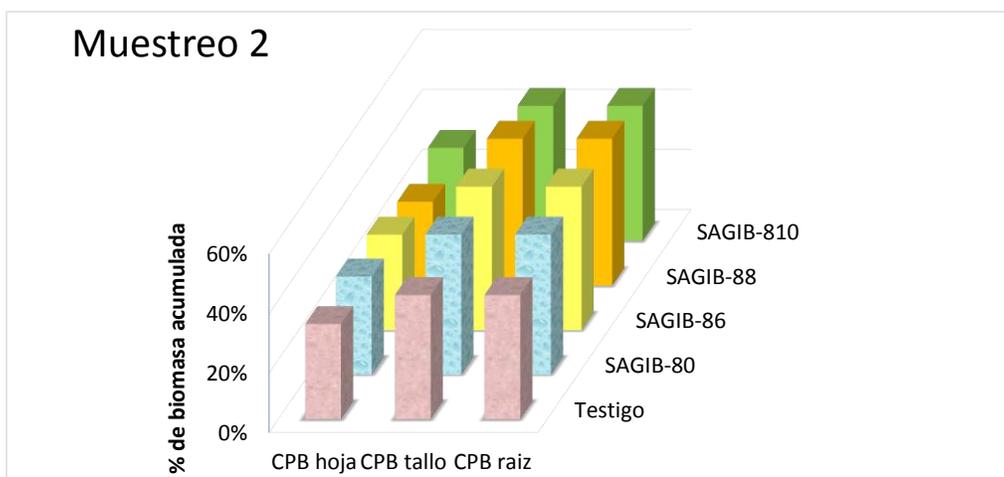


Figura 2. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 2 de un cultivo de moringa (*Moringa oleifera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB

En el tercer muestreo hay una tendencia general a disminuir la acumulación de biomasa de todos los tratamientos en raíz, enviando la mayor acumulación para tallo, mientras que para el coeficiente de partición de biomasa de hoja sigue la tendencia a disminuir con respecto a los muestreos anteriores. Las diferencias numéricas entre tratamientos para la acumulación de biomasa de tallo es ligeramente similar, teniendo que las plantas asperjadas con SAGIB-80, SAGIB-88 y SAGIB-810 obtuvieron la mayor acumulación de biomasa en el tallo con el 59% y 58% respectivamente, superando a las plantas testigo.

Estos resultados coinciden con los de Flores (2010), quien evaluó el impacto del proceso de declinación sobre la productividad primaria neta en bosques de *Abies religiosa* obteniendo el mayor porcentaje de acumulación de biomasa en los fustes (tallos) con el 97%, 2% en la madera de ramas y 1 % en acículas.

En la figura tres se puede observar cómo se comporta la distribución de la biomasa de las plantas completas tratadas y no tratadas, se observa que en general la mayor distribución de biomasa es hacia los tallos luego a hoja y finalmente hacia la raíz.

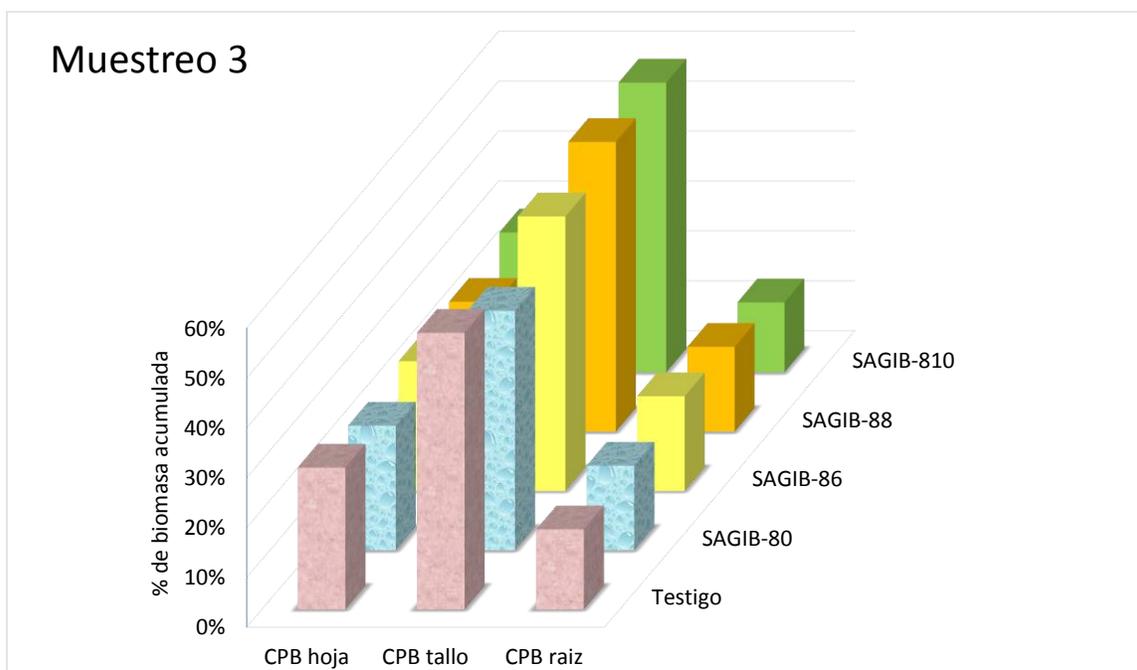


Figura 3. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 3 de un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB

Para el cuarto muestreo sigue la tendencia a disminuir la acumulación de biomasa en hoja en todos los tratamientos, las plantas testigo indujeron el mayor porcentaje en el coeficiente de partición de biomasa de tallo con el 62%, superando a todas las plantas asperjadas con el producto SAGIB, aunque para el CPB de hoja, SAGIB-88 obtuvo el 20% de biomasa acumulada superando a los demás tratamientos y en el CPB de raíz SAGIB-810 acumulo la mayor biomasa con un 24% con respecto al testigo. Con respecto al coeficiente de partición de biomasa de flor solo las plantas asperjadas con SAGIB-86 y SAGIB-88 lograron enviar el 1% de biomasa para flor.

Estos resultados son diferentes a los reportados por Rodríguez-Ortiz, *et al.*, (2011) quienes en la investigación de cómo afectan los aclareos la acumulación de biomasa aérea en una plantación de *Pinus patula*, obtuvieron mayor acumulación de biomasa foliar (5.4 kg árbol-1 y 8.0 t ha-1), que superaron ($p \leq 0.05$) al testigo (1.5 kg árbol-1). En la biomasa de madera con corteza del fuste los árboles con aclareo también superaron ($p \leq 0.05$) al testigo (98 vs. 35.3 kg árbol-1).

Las plantas tratadas y no tratadas, enviaron la mayor biomasa a tallo, luego a raíz y al final a hoja, como se muestra en la figura 4.

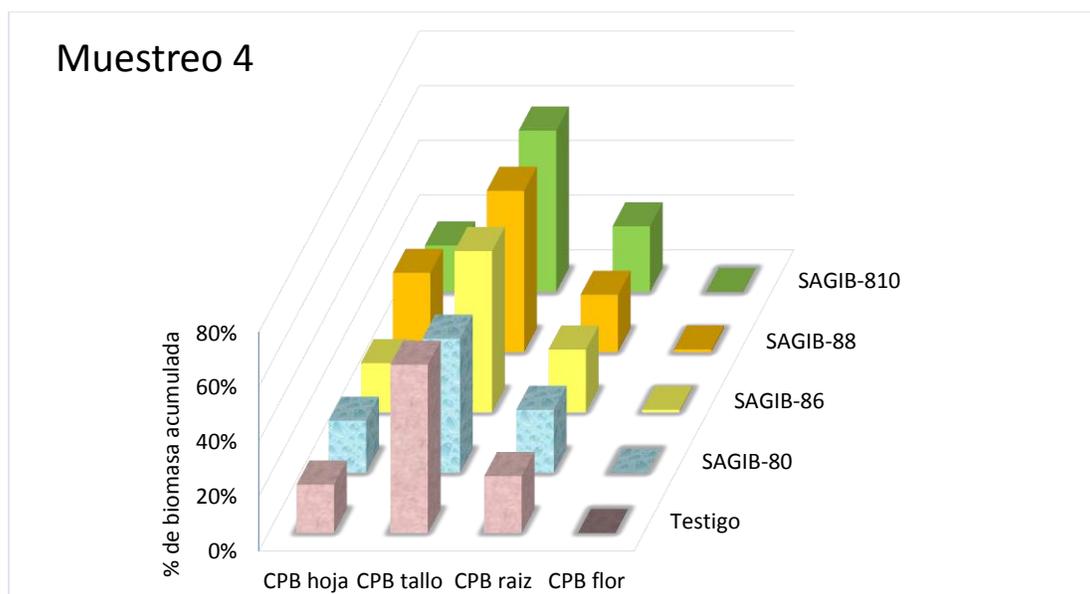


Figura 4. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 4 de un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB

En el último muestreo el tratamiento de SAGIB-86 aumento el envío de biomasa para flor disminuyendo él envío de biomasa de los demás órganos. En general todas las plantas siguieron el mismo patrón al disminuir la biomasa acumulada en las hojas y aumentar en tallo.

Estos resultados son similares a los que obtuvo Rojo-Martínez *et al.*, (2005) en *Hevea brasiliensis* donde la biomasa foliar disminuye al aumentar el diámetro y altura del árbol, en la parcela 4 la biomasa foliar por árbol fue 2.4 kg, poco mayor que la del testigo (1.5 kg), sin embargo, las proporciones de biomasa foliar con respecto a la total fueron 3.5 % para la parcela 4 y 3.8 % para el testigo, con variación semejante en todos los casos (de 3.5 a 4.7 %).

En la figura 5 se muestra claramente como sigue la tendencia a disminuir ligeramente la biomasa acumulada en hoja y raíz, y como sigue incrementando en tallo para todos los tratamientos, mostrando pocas diferencias numéricas.

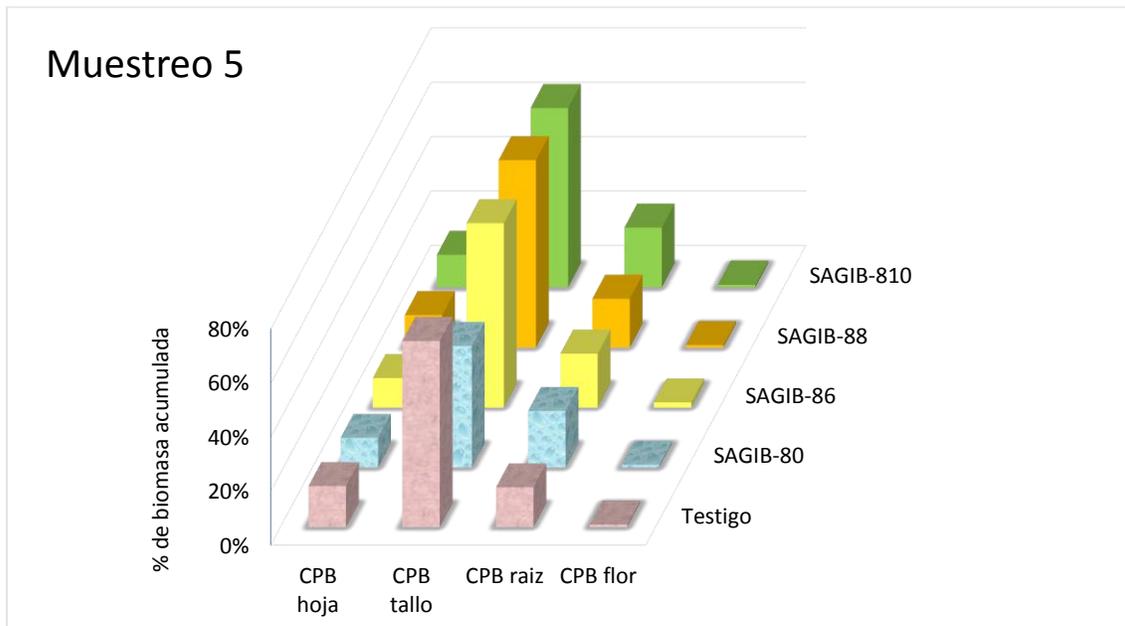


Figura 5. Porcentaje de biomasa acumulada en el muestreo 5 de un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB

Índices de crecimiento

Los índices permiten analizar el crecimiento de la planta a través de la acumulación de materia seca, la cual depende del tamaño del área foliar, de la tasa a la cual funcionan las hojas y el tiempo que el follaje persiste (Tekalign y Hammes, 2005).

Tasa de crecimiento relativo

La TCR es la velocidad de formación de nueva biomasa por cada gramo de peso ya existente por día. Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias de esta variable en el cultivo de moringa asperjado a diferentes concentraciones con el producto SAGIB, mostraron diferencia significativa solo en el muestreo tres (Cuadro 3). En el primer muestreo se observa que la mayoría de las plantas asperjadas con diferentes concentraciones de SAGIB no superan al testigo en la velocidad de acumulación de biomasa, a excepción de SAGIB-86 que logro superar a las plantas testigo con $0.104 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$.

En el segundo muestreo se presenta una disminución en todos los tratamientos incluyendo al testigo, aunque en este muestreo todas las plantas asperjadas a diferentes concentraciones del producto SAGIB superaron a las plantas testigo mostrando una mayor velocidad de acumulación de biomasa por cada gramo de materia ya existente por día; SAGIB-88 indujo plantas con el valor mayor de TCR.

Para el tercer muestreo las plantas testigo incrementaron la velocidad de acumulación de biomasa por cada gramo de materia ya existente con respecto al muestreo anterior superando a todos los tratamientos con $0.059 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$.

En el cuarto muestreo continua la tendencia general a disminuir la velocidad en la TCR, a excepción de las plantas tratadas con SAGIB-810 las cuales obtuvieron un incremento con respecto al muestreo anterior con $0.035 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$.

Para el muestreo cinco, permanece la misma tendencia a disminuir los valores de esta variable de todos los tratamientos donde nuevamente las plantas del tratamiento testigo obtuvieron la velocidad mayor de acumulación de biomasa por cada gramo de materia ya existente con $0.022 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$.

Cuadro 3. Análisis de varianza y comparación de medias de los índices de crecimiento en un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*) tratados con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

| TRATAMIENTOS | VARIABLES | MUESTREOS | | | | |
|--------------|----------------------------------|-----------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 08-jun-16 | 23/junio/2016 | 08-jul-16 | 30-jul-16 | 17-ago-16 |
| T1 testigo | | 0.097 A | 0.037 A | 0.059 A | 0.024 A | 0.022 A |
| T2 SAGIB-80 | | 0.084 A | 0.063 A | 0.043 A | 0.031 A | 0.018 A |
| T3 SAGIB-86 | TCR | 0.104 A | 0.039 A | 0.053 A | 0.026 A | 0.014 A |
| T4 SAGIB-88 | $g \cdot g^{-1} \cdot dia^{-1}$ | 0.069 A | 0.072 A | 0.053 A | 0.032 A | 0.012 A |
| T5 SAGIB-810 | | 0.094 A | 0.049 A | 0.026 B | 0.035 A | 0.014 A |
| S.E. | | NS | NS | * | NS | NS |
| T1 testigo | | 5.347 A | 2.854 A | 6.261 A | 2.757 C | 3.603 A |
| T2 SAGIB-80 | | 4.202 A | 4.668 A | 4.340 AB | 3.936 AB | 3.101 A |
| T3 SAGIB-86 | TAN | 7.179 A | 3.383 A | 5.934 A | 3.398 BC | 2.661 A |
| T4 SAGIB-88 | $g \cdot cm^{-2} \cdot dia^{-1}$ | 3.984 A | 6.388 A | 5.680 A | 4.000 AB | 2.199 A |
| T5 SAGIB-810 | | 6.312 A | 4.627 A | 2.933 B | 4.499 A | 2.780 A |
| S.E. | | NS | NS | * | ** | NS |
| T1 testigo | | 290.152 A | 308.109 A | 97.511 A | 85.632 A | 63.164 A |
| T2 SAGIB-80 | | 282.444 A | 356.520 A | 99.272 A | 81.294 A | 60.406 A |
| T3 SAGIB-86 | RAF | 299.778 A | 252.600 A | 93.785 A | 75.326 A | 57.317 A |
| T4 SAGIB-88 | $cm^2 \cdot g^{-1}$ | 275.571 A | 336.446 A | 93.698 A | 80.726 A | 56.250 A |
| T5 SAGIB-810 | | 255.730 A | 247.211 A | 86.531 A | 80.271 A | 53.220 A |
| S.E. | | NS | NS | NS | NS | NS |
| T1 testigo | | 0.829 A | 0.347 A | 0.303 A | 0.231 A | 0.165 A |
| T2 SAGIB-80 | | 0.816 A | 0.352 A | 0.288 A | 0.216 A | 0.149 A |
| T3 SAGIB-86 | RPF | 0.725 A | 0.311 A | 0.292 A | 0.221 A | 0.145 A |
| T4 SAGIB-88 | $g \cdot g^{-1}$ | 0.826 A | 0.342 A | 0.267 A | 0.227 A | 0.158 A |
| T5 SAGIB-810 | | 0.782 A | 0.330 A | 0.290 A | 0.224 A | 0.144 A |
| S.E. | | NS | NS | NS | NS | NS |
| T1 testigo | | 894.167 A | 379.733 A | 322.540 A | 384.363 A | 377.468 A |
| T2 SAGIB-80 | | 902.381 A | 397.025 A | 347.582 A | 381.004 A | 406.530 A |
| T3 SAGIB-86 | AFE | 957.817 A | 375.976 A | 316.284 A | 352.015 A | 392.383 A |
| T4 SAGIB-88 | $cm^2 \cdot g^{-1}$ | 868.707 A | 382.416 A | 354.379 A | 360.022 A | 357.433 A |
| T5 SAGIB-810 | | 820.853 A | 319.915 B | 300.07 A | 364.025 A | 364.199 A |
| S.E. | | NS | * | NS | NS | NS |

TCR=Tasa de crecimiento relativo, TAN=Tasa de asimilación neta, RAF=Relación de área foliar, RPF=Relación de peso foliar, AFE=Área foliar específica, S.E.=significancia estadística, **=diferencia altamente significativa, *=diferencia significativa, NS=diferencia no significativa.

En la figura 6 se muestra que al inicio la TCR inicia con los valores más altos, pero conforme transcurren los días se observa una tendencia muy clara a disminuir, esto es debido a que al inicio la planta empieza a ganar biomasa vegetativa rápidamente para poder satisfacer la demanda de asimilados cuando se presenten las estructuras reproductoras. Estos resultados nos muestran que en las diferentes concentraciones de producto SAGIB diferían fuertemente en los valores de Tasa de Crecimiento Relativo desde 0.104 hasta 0.012 $\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$ siendo SAGIB-86 el cual mostró las plantas con la mayor velocidad de biomasa acumulada.

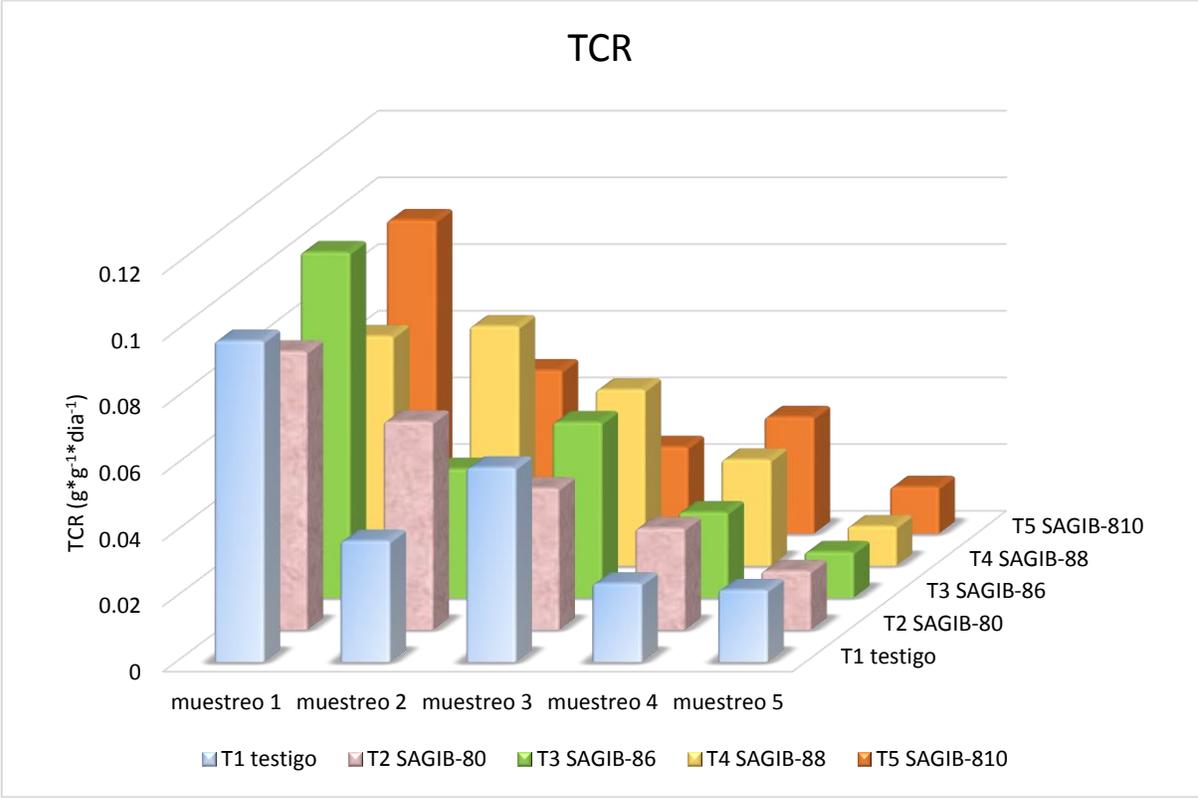


Figura 6. Tasa de Crecimiento Relativo de un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

Tasa de Asimilación Neta (TAN)

La TAN expresa el aumento de peso de la planta, en función del área foliar por unidad de tiempo. Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para esta variable muestra diferencias estadísticas significativas en el muestreo 3 y 4, en los 2 primeros muestreos se logran observar solo diferencias numéricas.

En el primer muestreo se observa que las plantas tratadas con SAGIB-80 y SAGIB-810 lograron superar a las plantas testigo en la producción de biomasa por unidad de área foliar por día, con 7.179 y $6.388 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ respectivamente.

Para el segundo muestreo, se observa una disminución de la TAN en las plantas de todos los tratamientos a excepción de las tratadas con SAGIB-88 las cuales aumentaron su nueva biomasa por cm^2 por día con 6.388 con respecto al primer muestreo, aunque también se logra ver que las plantas de todos los tratamientos son superiores a las plantas del testigo.

Para el tercer muestreo las plantas del testigo lograron obtener la mayor biomasa acumulada con $6.261 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ la cual aumento con respecto al segundo muestreo; para las plantas tratadas con SAGIB-80, SAGIB-88 y SAGIB-810 sigue la tendencia a disminuir su biomasa acumulada, mientras que para las plantas de SAGIB-86 vuelve a ver un incremento con respecto al muestreo anterior.

En el cuarto muestreo, la tendencia a disminuir se presenta en las plantas de todos los tratamientos a excepción de las plantas tratadas con SAGIB-810 las cuales incrementaron su nueva biomasa por cm^2 por día con $3.603 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$ con respecto al muestreo anterior, obteniendo en este muestreo el valor más alto de TAN.

Para el ultimo muestreo se presentan los valores más bajos en todos los tratamientos continuando la tendencia a disminuir con respecto al muestreo anterior con excepción de las plantas testigo las cuales nuevamente aumentaron su nueva biomasa a $3.603 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{dia}^{-1}$.

En la figura 7 se observa que las plantas asperjadas con SAGIB a diferentes concentraciones no tienen la misma tendencia a incrementar los $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$ en todos los muestreo, ya que para algunas plantas aumenta y en otros disminuye la TAN, en el último muestreo fue donde se logró notar una diferencia al reducir los $\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$, lo que indica que al transcurrir el tiempo el cultivo disminuye la cantidad de biomasa por cm^2 por día ya que la disminución de la TAN después de alcanzar el máximo valor, indica que la capacidad fotosintética tiende a disminuir continuamente con el crecimiento y expansión del área foliar y puede terminar en el momento en que las plantas alcanzan su máxima área foliar debido posiblemente al acomodo que tuvieron las plantas ocasionando un sombreado entre ellas, lo cual ocasiona que la respiración tienda a ser mayor que la fotosíntesis; otro factor que pudo ocasionar que todas las plantas asperjadas y no asperjadas con el producto SAGIB no tuvieran la misma tendencia a disminuir o aumentar fue la caída de hojas a temprano tiempo, debido al ataque de araña roja y trips.

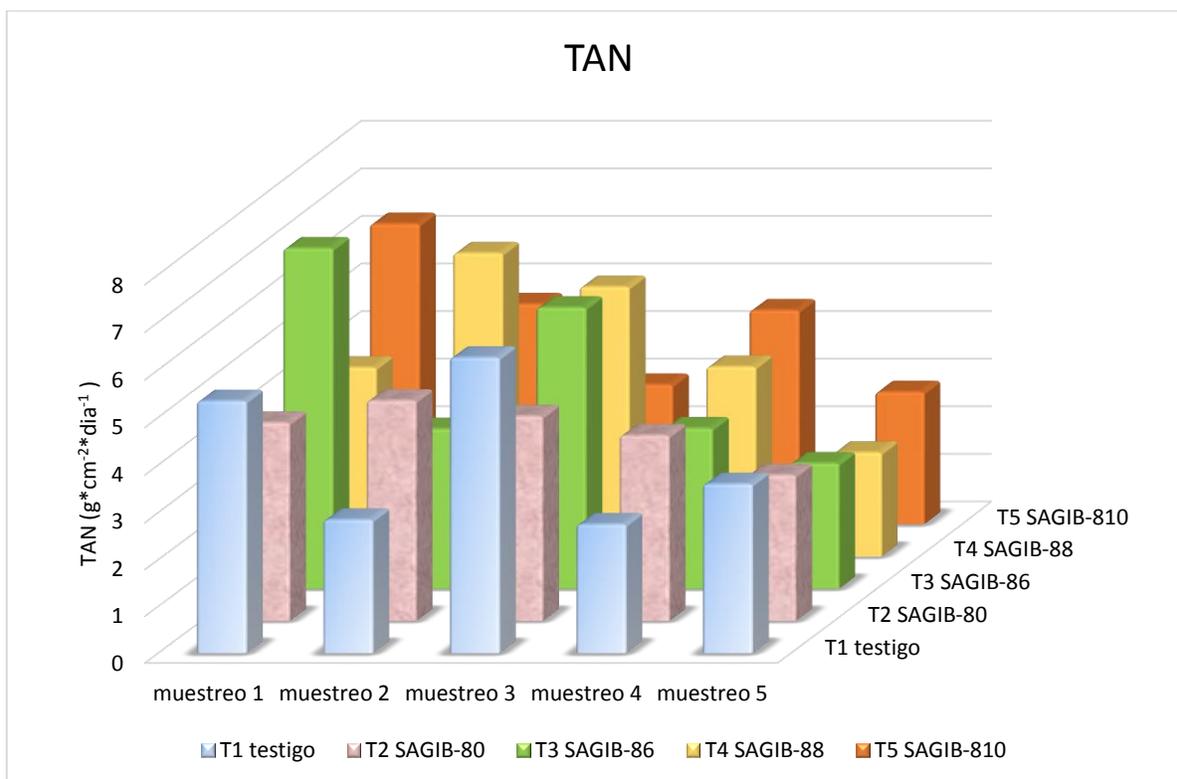


Figura 7. Tasa de asimilación neta de un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

Relación de Área Foliar (RAF)

Esta variable representa el área de la hoja por unidad de masa de la planta. Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias no mostraron diferencias estadísticas para esta variable, sin embargo sí se aprecian diferencias numéricas.

Para el primer muestreo se observa que las plantas asperjadas con SAGIB-86 logran una mayor relación de área foliar con $299.778 \text{ cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ en comparación con las plantas testigo.

En el segundo muestreo, se presenta un aumento de esta variable en las plantas testigo, SAGIB-80 y SAGIB-88 con respecto al muestro anterior, donde SAGIB-80 presenta los valores mayores de relación de área foliar con $356.520 \text{ cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ de todos los muestreos.

Para el tercer muestro se presenta una tendencia a disminuir los valores de esta variable en las plantas de todos los tratamientos, observando que las plantas tratadas con SAGIB-80 siguen teniendo el valor mayor de relación de área foliar con respecto al testigo y las plantas tratadas con SAGIB-810 el valor menor.

Para el cuarto y quinto muestreo permanece la misma tendencia a disminuir los valores de RAF en todos los tratamientos, pero se puede ver que las plantas testigo presentaron mayor relación de área foliar, ubicándose por encima de las plantas asperjadas con diferentes concentraciones de SAGIB.

En la figura 8 se puede observar que todas las plantas asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB incrementan su RAF en los primeros dos muestreos, y después del tercer muestreo muestran una tendencia a disminuir en todos los tratamientos siendo el testigo quien presenta los valores mayores de RAF, esto quiere decir que todas las plantas pero en especial las que fueron asperjadas con SAGIB-99 alcanzaron su máxima capacidad fotosintética en el segundo muestreo (30 días después del trasplante).

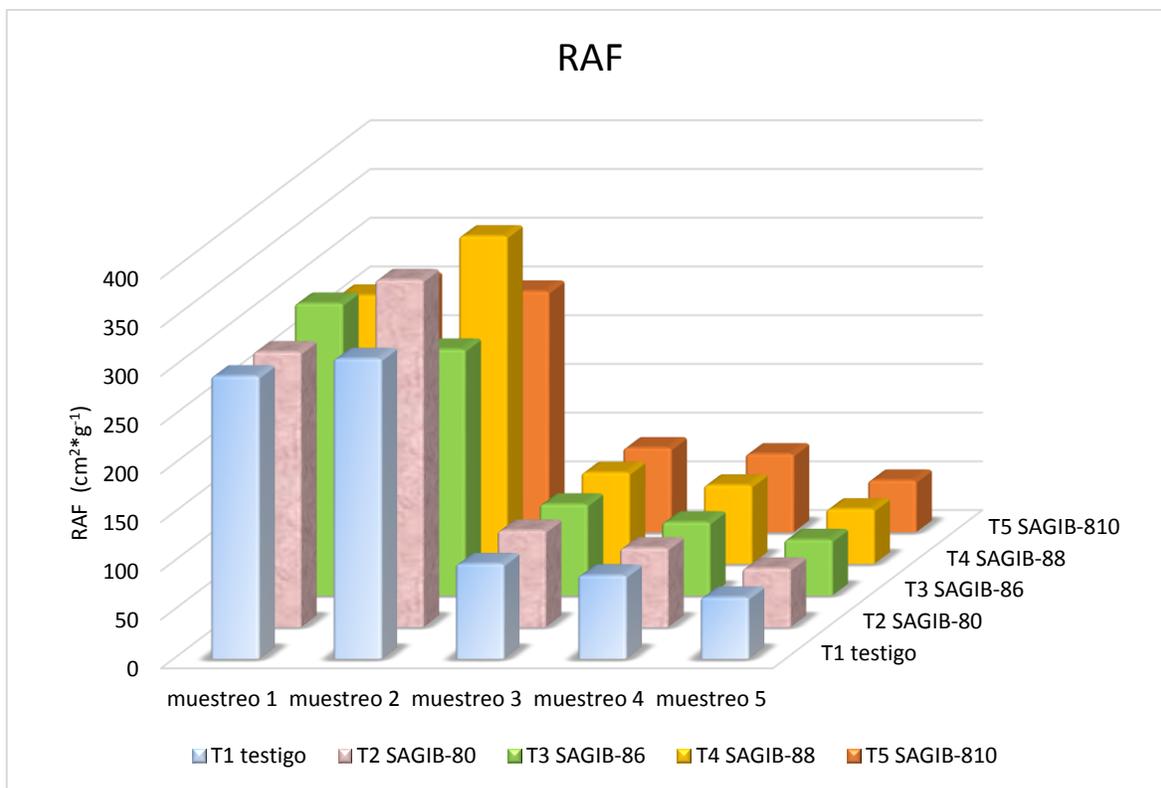


Figura 8. Relación de Área Foliar de un cultivo de moringa (*Moringa oleifera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

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 para esta variable no mostraron diferencias significativas para ningún muestreo, pero si mostro diferencias numéricas.

En el primer muestreo las plantas testigo superaron a todas las plantas asperjadas con diferentes concentraciones del producto SAGIB con $0.829 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$, aunque SAGIB-88 logro presentar una Relación de Peso Foliar similar a la del testigo.

Para el segundo muestreo se aprecia una tendencia a disminuir en todos los tratamientos, donde las plantas asperjadas con SAGIB-80 tuvo el valor mayor de RPF con $0.352 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$.

Para el tercer, cuarto y quinto muestreo, permanece la misma tendencia a disminuir los valores de esta variable en todos los tratamientos con respecto al muestreo anterior, donde se puede observar que las plantas testigo logra mantener los valores más altos en los tres muestreos, superando a todos las plantas asperjadas con el producto SAGIB.

En la figura 9 se puede observar una tendencia muy clara de la disminución de esta variable, mostrando solo al principio de la investigación la mayor Relación de Peso Foliar. Las plantas testigo son las que logran mantener los gramos de peso seco de hoja por cada gramo de peso seco total mayores durante toda la investigación.

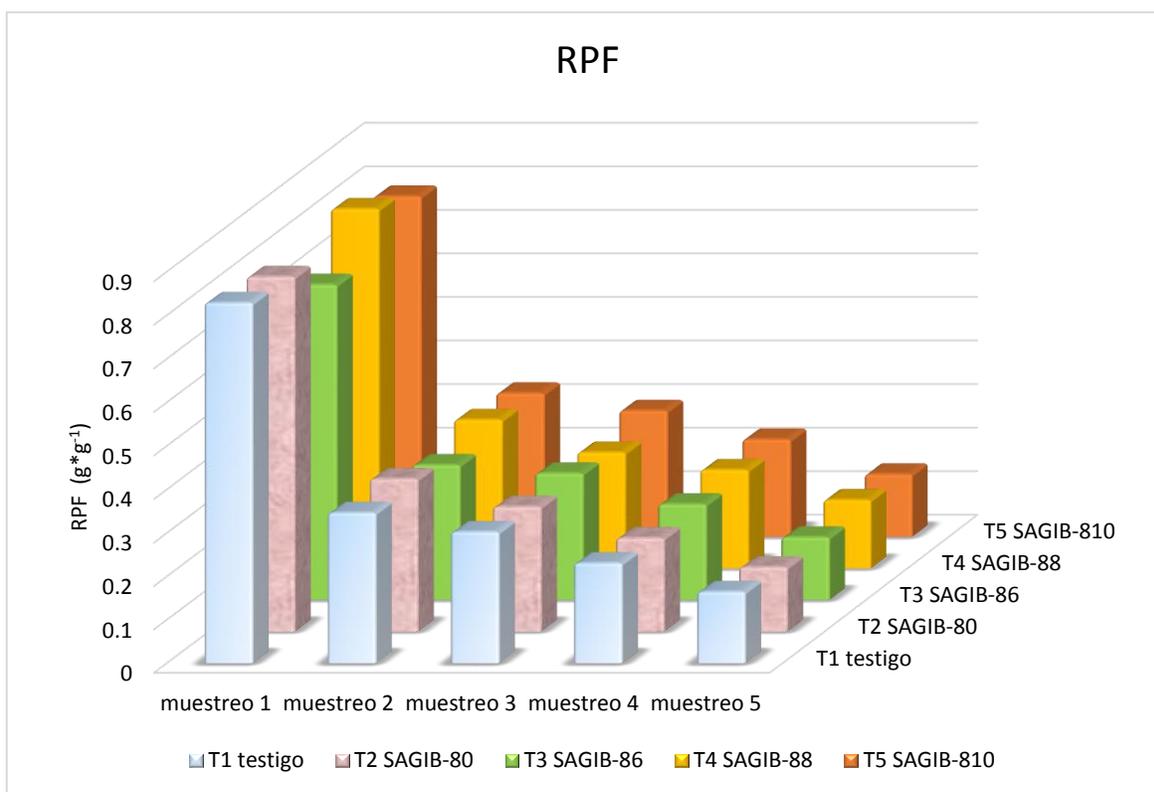


Figura 9. Relación de peso foliar de un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

Área Foliar Especifica (AFE)

El Área Foliar Especifica son los cm de área foliar que existen por cada gramo de peso seco de la hoja. Los resultados del análisis de varianza y comparación de medias para esta variable, presenta solo en el segundo muestreo diferencia significativa entre los tratamientos.

En el primer muestreo se observan los valores más altos de AFE de toda la investigación, donde las plantas asperjadas con SAGIB-86 obtuvieron el valor más alto, siendo estas las que alcanzaron las hojas más grandes en comparación con las plantas testigo, las plantas que presentaron la menor AFE fueron las asperjadas con SAGIB-810 obteniendo las hojas más gruesas.

Para el segundo muestreo, todas las plantas asperjadas a diferentes concentraciones del producto SAGIB, incluyendo las plantas testigo, mostraron una tendencia a disminuir a más del 50% de AFE con respecto al muestreo anterior. En este muestreo las plantas tratadas con SAGIB-80 fueron las que obtuvieron el valor más alto de área foliar específica con $397.025 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ y las plantas tratadas con SAGIB-810 sigue presentando el valor menor de AFE con $319.915 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

En el muestreo tres, sigue la tendencia a disminuir en todos los tratamientos, incluyendo las plantas testigo, en esta ocasión las plantas asperjadas con SAGIB-88 fueron las que obtuvieron la mayor área foliar específica, siendo estas las que lograron tener las hojas más grandes en comparación a los demás tratamientos, las plantas asperjadas con SAGIB-810 continúan presentando el valor menor de AFE con $300.07 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$.

Para el cuarto muestreo hay un aumento del área foliar específica en las plantas de todos los tratamientos incluyendo a las plantas testigo, donde estas fueron las que tuvieron una mayor área foliar específica con $384.363 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$, las plantas asperjadas con SAGIB-810 logran incrementar su AFE a $3664.025 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ y aunque no obtienen los valores más altos se colocan por encima de los demás tratamientos.

Para el quinto muestreo, las plantas tratadas con SAGIB-80, SAGIB-86 y SAGIB-810, siguen teniendo un ligero aumento de AFE, con 406.530, 392.383 y 364.199

$\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ respectivamente, donde las plantas asperjadas con SAGIB-80 presentan las hojas más grandes, y las plantas testigo con $377.468 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ obtienen la menor AFE obteniendo las hojas más gruesas.

En la figura 10 se puede observar que los valores más altos de AFE se presentan al inicio del desarrollo del cultivo, presentando las hojas más delgadas, por lo que los valores más bajos de esta variable se encontraron a partir del segundo muestreo y hasta el final de la investigación presentado un ligero aumento de AFE en algunos tratamientos. La disminución en el área foliar se debió posiblemente a la menor expansión celular y transporte de fotoasimilados hacia los puntos de crecimiento. El aumento hasta el final se relaciona con el incremento en el peso seco total de la planta.

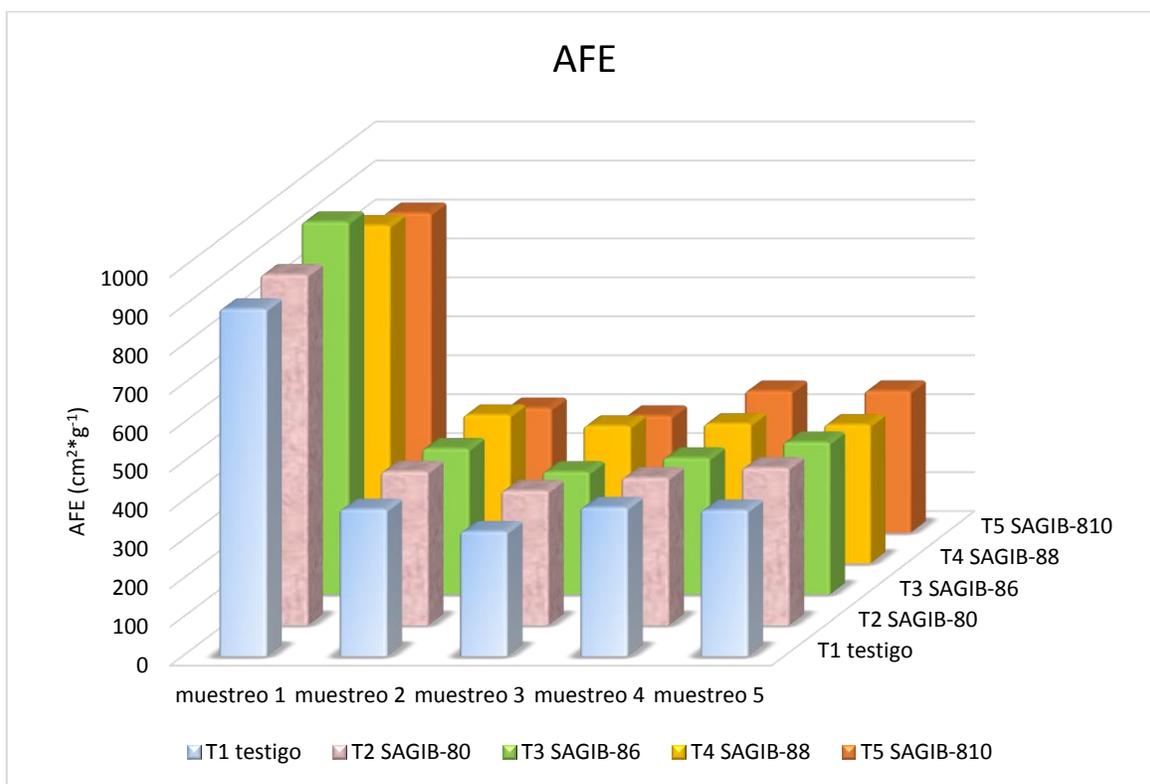


Figura 10. Área Foliar Especifica de un cultivo de moringa (*Moringa oleífera*), asperjado con diferentes concentraciones del producto SAGIB.

Conclusión

Los resultados de este trabajo permiten concluir que el crecimiento y desarrollo de las plantas de *Moringa oleífera*, se vieron favorecidos por las aplicaciones del producto SAGIB, el cual incrementó algunos índices de crecimiento como fueron TCR, TAN y AFE, modificando el patrón de distribución de biomasa nueva producida en la planta.

La aplicación del producto SAGIB modificó favorablemente en general los componentes de crecimiento del cultivo, incrementando significativamente la parte cosechable de la planta, con lo cual este producto ya pudiera ser recomendado a los productores de este cultivo.

Literatura citada

- Álvarez-Armenta, R., C. Saucedo-Veloz, S. Chávez-Franco, V. Medina-Urrutia, M. T. Colinas-León y R. Baéz-Sañudo. 2010. Aplicación de ácido giberélico en precosecha y cera en poscosecha a frutos de limón mexicano. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol. 1, Núm. 1, 95-100pp., marzo 2010.
- Angulo, R. F. R. 2009. Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.). cultivar Nacional. Tesis de Licenciatura. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 74pp.
- Aquino-Ramírez, M., A. Velázquez-Martínez, J. F., Castellanos-Bolaños, H. De los Santos-Posadas, J. D. Etchevers-Barra. 2015. Partición de la biomasa aérea en tres especies arbóreas tropicales. *Agrociencia*. Vol.49, Núm. 3, 299 - 314 pp.
- Berlanga-Reyes, D. I., V. M. Guerrero-Prito y J. J. Ornelas-Paz. 2011. Productos alterativos a la aminoetoxivinilglicina para el control de la producción de Ac. Salicílico en manzana "Golden Delicious". *TECNOCENCIA Chihuahua*. V (2):83-89.
- Bray E. A., J. Bailey-Serres, E. Weretilnyk. 2000. *Biochemistry & Molecular Biology of Plants*, eds. BB Buchanan, W Gruissem and RL Jones, Maryland EE.UU 1250pp.
- Bustamante, A. C. T. 2015. Cambios en fitohormonas asociadas al desarrollo del daño por sol en manzanas cv. "Granny Smith". Memoria de pregrado Agronomía. Universidad de Talca, Talca, Chile. 47pp.
- Camino, M. P. N. 2015. Evolución de dos fitohormonas en el cultivo de Mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) para incrementar su producción. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica de Ambato. Cevallos, Ecuador. 80pp.
- Caniguantes, S. R., L. A. Pizarro, P. C. Pacheco, E. M. Bastías. 2009. Respuestas de los CVS. De tomate (*Solanum lycopersicum* L.) "Poncho negro" y "Naomi" en diferentes condiciones de crecimiento y la aplicación de un bioestimulante natural Fartum® en condiciones de salinidad. *Idesia*, Arica. Vol. 27, Núm. 3, 19-28pp.

- Cárdenas, D. M., M. F. Garrido, R. R. Bonilla, V. L. Baldani. 2010. Aislamiento e identificación de cepas de *Azospirillum sp.* En pasto guinea (*Panicum máximum* Jacq.) del Valle del Cesar. Pastos y Forrajes. Vol. 33, Núm. 3, 17pp
- Celis, L. X. B. y I. G. Ricardo. 2008. Estandarización de métodos de detección para promotores de crecimiento vegetal (Ácido Indolacético y giberelinas) de cultivos microbianos. Tesis de Licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 159pp.
- Collins, N. G. M. 2015. Capacidad germinativa del genotipo de tomate variedad floradade (*Lycopersicon esculentum* Mill.) al estrés osmótico en diferentes fotoperiodos. Tesis de Licenciatura. Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad, Ecuador. 88pp.
- De La Rosa, I. M. 2017. Comunicación personal. Departamento de Botánica, Saltillo, Coahuila, México.
- Escobar, M. A. B. 2008. Evaluación del crecimiento de pak-choi (*Brassica chinensis* L.) y mostaza (*Brassica juncea* L.) en dos sustratos para un sistema organopónico. Tesis de Licenciatura. Escuela de Agricultura de la Región Tropica-Humeda. Guácimo, Costa Rica. 46pp.
- Esguep, V. M. G. 2005. Efecto de la aspersion de boro, incision de corteza y la aplicacion de algunos reguladores de crecimiento, sobre la retencion y calidad de fruta en mandarina variedad fortuna. Tesis de Licenciatura. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 38 pp.
- Flores, P. N. 2010. Impacto del proceso de declinacion sobre la productividad primaria neta en bosques de *Abies religiosa*. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 87pp.
- Gardner, F. P., R. B. Pearse and R. L. Mitchel. 1985. Physiology of crop plants. Iowa State University Press, Iowa USA. 325pp.
- Guerrero-López, E., L. M. Velandía y L. Hoyos-Carvajal. 2011. Manejo integrado de la bacteriosis causada por *Xanthomonas axonopodis* Starr & Garcés en el cultivo de Gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). Fitopatología Colombiana. 35(1):21-26.

- Hartmann, H. T. and D. E. Kester. 1997. Plant propagation: principales and practices. 8^{ta} edition. Prentice Hall. University of California. California, USA. 770pp.
- Heredia, A. L. R. 2015. Efecto del producto SAGIB en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Pinto Saltillo, bajo condiciones de temporal. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 98pp.
- Hernández, S. A. H. 2016. Efecto de la aplicación de Biozyme TF sobre la germinación de semilla de *Moringa oleífera* Lam. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 65pp.
- Hunt, R. 1990. Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners. Published by Academic Division of Uniwin Hyman Ltd. London. UK. 110pp.
- Jordán, M. y J. Casaretto. 2006. Hormonas y reguladores de crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Fisiología Vegetal. FA Squeo, L. Cardemil. Ediciones Universidad De La Serena Cap. 15. La Serena, Chile. 28 pp.
- Martin, J. A. G. A. H. Solla, L. S. Gil. y M. C. V. García. 2008. Carcacrol y Àcido Salicílico incrementan la resistencia de *Ulmus minor* frente a *Ophiostoma NOVO-ULMI*. –Sociedad Española de Ciencias Forestales. 26:103-108.
- Martínez, C., E. Pons. G. Prats and J. León. 2004. Salicylic acid regulates flowering time and links defence responses and reproductive development. Plant Journal. 37:209-217.
- Martínez-Díaz, G. 2011. El ácido giberélico incrementa la germinación prematura en el nogal pecanero (*Carya illinoensis* Koch.). TECNOCENCIA Chihuahua. V (3):148-155pp.
- Martin-Mex, R., A. Nexticapan-Garcéz, R. Herrera-Tuz, S. Vergara-Yoisura y A. Larque-Saavedra. 2012. Efecto positivo de aplicaciones de ácido salicílico en la productividad de papaya (*Carica papaya*). Mexicana de Ciencias Agrícolas. 3(8):1637-1643.

- Masloff, V., V. Z. Caballero y A. F. F. Gómez. 2014. Aplicación de bioestimulantes para reducir la caída de hojas en Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*). Estudios e Investigación del Saber Académico. 8: 7-10.
- Medina, M. G., D. E. García, T. Clavero y J. M. Iglesias. 2007. Estudio comparativo de *Moringa oleífera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Trop. 25:2:83-93.
- Morales, E. D., A. B. Aguilera, T. R. De Souza, M. G. S. Bernal y K. G. Escobar. 2015. Germinación y trasplante de moringa (*Moringa oleífera*) en el estado de Querétaro. XII Encuentro Participación de la Mujer de la Ciencia. Universidad Autónoma de Querétaro. 13 al 15 de marzo del 2015. Querétaro, Querétaro, México. 5pp.
- Osuna, T. E. 2013. Retraso de maduración en mango Keitt tratado en precosecha con I-MCP, ácido giberélico y citocininas. Memoria del XXVII Asamblea General Extraordinaria de Asociados de Fundación Produce Sinaloa, 16 de abril del 2013. Culiacán, Sinaloa, México. 347pp.
- Osuna, T. E. 2014. Validación de métodos para el retraso de maduración en mango Keitt en el sur de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México. 13pp.
- Piña, J. G., V. M. García, H. L. Herrera, J. A. T. Flores. 2016. Valoración de cepas silvestres de *Azospirillum sp.* y *Gluconacetobactes sp.* como promotoras de crecimiento vegetal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol.7, Núm. 3. 1613 - 1623 pp.
- Podestá, L., M. E. Rodríguez, F. Gil y C. Arjona. 2001. Efecto del Ácido Giberélico y del calcio sobre el tamaño, agrietamiento y otros parámetros de calidad en frutos de cerezo (*Prunus avium* L.) cv. Bling. Agricultura Protegida. 16:37-48.
- Rodríguez, A. F., F. Martínez, L. H. Ramos, M. Cabrera, Y. Borrero. 2011. Efecto del Bioestimulante (FITOMAS E) y el biofertilizante (BIOPLASMA) en el rendimiento de la lechuga Var. ANAIDA bajo condiciones de organoponía semiprotegida. Agrotecnia de Cuba. 35(1): 54-60.

- Rodríguez-Ortiz, G., H. M. De Los Santos-Posadas, V. A. Gonzales- Hernández, Aldrete, A. Gómez-Guerrera y A. M. Fierros- González. 2012. Modelos de biomasa aérea y foliar en una plantación de pino de rápido crecimiento en Oaxaca. *Maderas y Bosques*. Vol. 18, Núm. 1, 25 - 41pp.
- Rojo-Martínez, G. E. J. Jasso-Mata, J. J. Vargas-Hernández, D. J. Palma-López, A. Velázquez-Martínez. 2005. Biomasa aérea en plantaciones comerciales de hule (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) en el estado de Oaxaca, México. *Agrociencia*. Vol. 39, 449 - 456pp.
- Salazar, M. R. G. 2006. Un modelo simple de producción potencial de uchuva (*Physalis peruviana* L.) Tesis de Doctorado. Escuela de Postgraduados. Bogota, D. C. 114pp.
- Salinas, P. P. M. 1998. Aplicación de tratamientos de calcio y ácido salicílico para el control de pudrición parda y moho verde en frutos de limón. Tesis de Licenciatura. Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. 59pp.
- 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, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 71pp.
- Tekalign, T. and P. S. Hammes. 2005. Growth and productivity of potato as influence by cultivar and reproductive Growth II. Growth analysis, tuber yield and quality. *Scientia Horticulturae*. 105(1):29-44.
- Ursula, J. L. D. (2015). Evaluación del producto SAGIB en el crecimiento, desarrollo y rendimiento en un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) var. Brandywina bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 74pp.
- Valdés-Rodríguez, O. A., C. Muñoz-Gamboa, A. Pérez- Vázquez, L. E. Martínez-Pacheco. 2014. Análisis y ajuste de curvas de crecimiento de *Moringa oleífera* Lam. en diferentes sustratos. *Revista Científica Biológico Agropecuaria*, Tuxpan Veracruz. 2(2): 66-70.

- Valero, D., S. Castillo, P. J. Zapata, J. M. Valverde, D. Martínez-Romero, H. M. Díaz-Mula y M. Serrano. 2013. Efecto de los tratamientos post-recolección con ácido salicílico sobre la calidad de las ciruelas “Angeleno” durante su conservación. Memorias del VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. Madrid, España del 26-29 Agosto de 2013. 585pp.
- Vázquez, V. V. y M. H. B. Pérez. 2006. Dosis y épocas de aplicación de ácido giberélico en la floración y cosecha de Mango “Ataulfo”. *Fitotecnia Mexicana*. 29(3):197:202.
- Villegas-Jiménez, D. E., G. Rodríguez-Ortiz, V. A. Vesco-Velasco, J. Ruiz-Luna, J.C. Carrillo-Rodríguez y S. E. Ramírez-Sánchez. 2013. Participación de biomasa aérea en procedencias de *Pinnus greggii* plantadas en el sur de México. *Fitotecnia Mexicana*. 36(4):421-427.
- Yáñez, J. N. R. 2002. Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales. Simposio de Tecnología, Comercio y Servicios Agrícolas Mundiales 7 de octubre de 2002. Saltillo, Coahuila, México.
- Zúñiga, G. J. R. 2013. Efecto de cuatro bioestimulantes en el comportamiento agronómico de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) cultivar CCN-51. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 89pp

