

**Evaluación de bioestimulantes en dos clones de cacao (*Theobroma cacao*)
creciendo en vivero para ser usados como patrones para injerto**

Por

Kelvin Carrero Avilés

Tesis sometida en cumplimiento parcial como requisito para obtener el grado de

MAESTRIA EN CIENCIAS

Programa Graduado en Horticultura

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2016

Aprobada por:

José Pablo Morales Payán, Ph.D.
Presidente del Comité Graduado

Fecha

Héctor O. López Méndez, M.E.M.
Miembro del Comité Graduado

Fecha

Agenol González Vélez, M.S.
Miembro del Comité Graduado

Fecha

Betzabé Rodríguez Álamo, Ph.D.
Representante de la Oficina de Estudios Graduados

Fecha

Elvin Román Paoli, Ph.D.
Director, Departamento de Ciencias Agroambientales

Fecha

ABSTRACT

Research was conducted in 2014 and 2015, in a nursery in Mayaguez, Puerto Rico, to evaluate the effect of 9 commercially-available biostimulants on the growth of 2 cocoa clones recommended as rootstock for grafting. The variables measured were plant height, number of expanded leaves, hypocotyl length, nitrate concentration in sap, concentration of chlorophyll values in the expanded leaves, dry and fresh matter (leaves, stems, and roots), and diameter of the stem. In the experiment with cocoa 'Amelonado' some biostimulants accelerated stem diameter growth earlier than in control plants. With cocoa 'RIM 78', plants treated with peptides or with amino acids had higher SPAD values than other plants and stem diameter suitable for grafting was reached earlier than in control plants. These results indicate that some biostimulants might be useful to accelerate the growth of cocoa plants in nurseries, but the effect seems to depend on the clone and environmental factors.

RESUMEN

Las investigaciones se realizaron en 2014 y 2015 en un vivero de Mayagüez, Puerto Rico, para evaluar el efecto de 9 biostimulantes disponibles comercialmente en el crecimiento de 2 clones de cacao recomendados como patrón para injerto. Las variables medidas fueron altura de planta, número de hojas expandidas, longitud del hipocotilo, concentración de nitrato en la savia, concentración de los valores de clorofila en las hojas expandidas, materia seca y fresca (hojas, tallos y raíces) y diámetro del tallo. En el experimento con cacao 'Amelonado' algunos bioestimulantes aceleraron el crecimiento del diámetro del tallo antes que en las plantas de control. Con el cacao 'RIM 78', las plantas tratadas con péptidos o con aminoácidos tenían mayores valores de SPAD que otras plantas y el diámetro del tallo adecuado para el injerto se alcanzó antes que en las plantas de control. Estos resultados indican que algunos bioestimulantes podrían ser útiles para acelerar el crecimiento de las plantas de cacao en viveros, pero el efecto parece depender del clon y de los factores ambientales.

© Kelvin Carrero Avilés, 2016

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Pablo Morales Payán por darme la oportunidad de realizar estudios graduados en su ya bastante poblado grupo de estudiantes graduados y darme el apoyo y las destrezas necesarias para terminar la maestría. A los investigadores Agenol González Vélez, M.S. y Héctor O. López Méndez, M.S. por formar parte de mi comité y por ayudarme en el trayecto. A la administración de la Finca Alzamora de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez por su disposición al proveer sus facilidades y personal para hacer posible esta investigación.

También quiero agradecer al personal y empleados de la Finca Alzamora; Santos “poto” Santiago Valentín y Roberto Pérez Pérez, porque me ayudaron grandemente. Ellos tomaron esta investigación como si fuera de ellos mismos y estaban pendientes en todo momento de la condición de las plantas.

A los estudiantes Pedro Cruz y Damaris Torres por su gran ayuda en mi proyecto y haberme permitido ser parte de su crecimiento y desarrollo como estudiantes.

A mi madre y a mi padre que me enseñaron la ruta correcta para echar hacia adelante. Dicen que les di mucha candela en mi crecimiento, pero definitivamente sin ustedes no hubiese llegado hasta este día.

Un agradecimiento especial a mi amada esposa Jermaine Mercado, por su gran ayuda en los momentos de fuerte trabajo de campo y por estar siempre apoyándome a continuar con esta tarea en las buenas y en las malas.

Mi mayor agradecimiento se lo doy a Dios, por dejarme sobrepasar mis límites cada día y mostrarme hasta dónde puedo llegar si me lo propongo. Por darme la energía, entusiasmo y la salud para poder ver llegar este momento en mi vida que parecía cada vez más imposible.

*Para mi amada esposa. Viste que juntos
podemos lograr lo que nos proponamos.
Con amor incondicional y paciencia
durante estos años que me has apoyado y
me has demostrado que si se tiene una
actitud positiva se pueden cumplir los
sueños por más imposibles que parezcan*

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	1
LISTA DE FIGURAS.....	2
1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVO GENERAL.....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS	10
4. RESULTADOS Y DISCUSION DE BIOESTIMULANTES EN CACAO ‘AMELONADO’ PARA PATRÓN DE INJERTO	17
4.1 <i>Altura de la planta</i>	<i>17</i>
4.2 <i>Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones (longitud del hipocotilo).....</i>	<i>18</i>
4.3 <i>Diámetro del tallo</i>	<i>18</i>
4.4 <i>Número de hojas expandidas</i>	<i>19</i>
4.5 <i>Concentración de clorofila en hojas expandidas</i>	<i>20</i>
4.6 <i>Concentración de nitrato en la savia de hojas expandidas</i>	<i>20</i>
4.7 <i>Tiempo necesario para alcanzar 7 mm de diámetro en el tallo</i>	<i>20</i>
4.8 <i>Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces al terminar el experimento de vivero</i>	<i>22</i>
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE BIOESTIMULANTES EN CACAO ‘RIM 78’ PARA PATRÓN DE INJERTO	25
5.1 <i>Altura de la planta al final del experimento de vivero</i>	<i>25</i>
5.2 <i>Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones.....</i>	<i>26</i>
5.3 <i>Diámetro del tallo en la zona de los cotiledones</i>	<i>26</i>
5.4 <i>Número de hojas expandidas</i>	<i>27</i>
5.5 <i>Concentración de clorofila en hojas expandidas</i>	<i>27</i>
5.6 <i>Concentración de nitrato en la savia de hojas expandidas.....</i>	<i>29</i>
5.7 <i>Tiempo necesario para alcanzar 7 mm de diámetro en el tallo</i>	<i>29</i>
5.8 <i>Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces al terminar el experimento de vivero</i>	<i>31</i>
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE BIOESTIMULANTES EN LOS CLONES DE CACAO ‘AMELONADO’ Y ‘RIM 78’ CRECIENDO SIMULTANEAMENTE PARA PATRONES DE INJERTO.....	35
6.1 <i>Altura final de la planta</i>	<i>35</i>
6.2 <i>Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones.....</i>	<i>36</i>
6.3 <i>Diámetro del tallo en la zona de los cotiledones</i>	<i>36</i>
6.4 <i>Número de hojas expandidas</i>	<i>36</i>
6.5 <i>Concentración de clorofila en hojas expandidas</i>	<i>37</i>
6.6 <i>Concentración de nitrato en la savia</i>	<i>38</i>
6.7 <i>Tiempo necesario para alcanzar diámetro de tallo para injerto</i>	<i>39</i>
6.8 <i>Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces</i>	<i>41</i>
6.9 <i>Análisis químico de la mezcla de aluvión</i>	<i>46</i>
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	47
8. LITERATURA CITADA	49
9. APÉNDICES	54
APÉNDICE A. ANÁLISIS DE VARIANZAS DEL PRIMER EXPERIMENTO CON EL CLON AMELONADO.....	54
A-1 <i>Altura de la planta.....</i>	<i>54</i>
A-2 <i>Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones.....</i>	<i>55</i>
A-3 <i>Diámetro del tallo</i>	<i>56</i>
A-4 <i>Número de hojas expandidas.....</i>	<i>56</i>
A-5 <i>Concentración de clorofila en hojas expandidas</i>	<i>57</i>

<i>A-6 Concentración de nitrato en la savia de hojas expandidas</i>	59
<i>A-7 Tiempo necesario para alcanzar 7 mm de diámetro en el tallo</i>	60
<i>A-8 Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces al terminar el experimento de vivero</i>	61
APÉNDICE B. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL SEGUNDO EXPERIMENTO CON EL CLON RIM 78	67
<i>B-1 Altura de la planta al final del experimento de vivero</i>	67
<i>B-2 Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones</i>	68
<i>B-3 Diámetro del tallo en la zona de los cotiledones</i>	69
<i>B-4 Número de hojas expandidas</i>	70
<i>B-5 Concentración de clorofila en hojas expandidas</i>	71
<i>B-6 Concentración de nitrato en la savia de hojas expandidas</i>	73
<i>B-7 Tiempo necesario para alcanzar 7 mm de diámetro en el tallo</i>	74
<i>B-8 Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces al terminar el experimento de vivero</i>	76
APÉNDICE C. ANÁLISIS DE VARIANZA DEL TERCER EXPERIMENTO CON EL CLON AMELONADO Y RIM 78	82
<i>C-1 Altura final de la planta</i>	83
<i>C-2 Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones</i>	84
<i>C-3 Diámetro del tallo en la zona de los cotiledones</i>	85
<i>C-4 Número de hojas expandidas</i>	86
<i>C-5 Concentración de clorofila en hojas expandidas</i>	88
<i>C-6 Concentración de nitrato en la savia</i>	90
<i>C-7 Tiempo necesario para alcanzar diámetro de tallo para injerto</i>	91
<i>C-8 Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces</i>	93
APÉNDICE D. DISEÑO EXPERIMENTAL COMPLETAMENTE AL AZAR PARA AMELONADO Y RIM 78	101
<i>D-1 Diseño experimental completamente al azar para Amelonado</i>	101
<i>D-2 Diseño experimental completamente al azar para RIM-78</i>	102

LISTA DE CUADROS

Cuadros	Páginas
Cuadro 1. Tratamientos aplicados a plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado en vivero. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	16
Cuadro 2. Análisis químico de la mezcla de aluvión utilizada en los tres experimentos	46

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Páginas
Figura 1. Altura de plantas de cacao ‘Amelonado’ en vivero hasta los 169 días de emergidas. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	17
Figura 2. Número de hojas expandidas en plantas de cacao ‘Amelonado’ en vivero hasta los 169 días de emergidas. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	19
Figura 3. Tiempo para que los tallos llegaran a tener 7 mm de diámetro en el área de la cicatriz de los cotiledones en plantas tratadas con un extracto del alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i> y en plantas control. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	21
Figura 4. Altura de plantas de cacao ‘RIM 78’ en vivero hasta los 163 días de emergidas. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	25
Figura 5. Efecto de bioestimulantes en la concentración de clorofila, expresada en unidades SPAD, en hojas expandidas de plantas de cacao ‘RIM 78’ de 100 días de emergidas. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	28
Figura 6. Tiempo para que los tallos llegaran a tener 7 mm de diámetro en el área de la cicatriz de los cotiledones en plantas tratadas con una formulación de aminoácidos, con una formulación de péptidos y en plantas control. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	30
Figura 7. Efecto de bioestimulantes en la acumulación de materia fresca de hojas de cacao ‘RIM 78’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	32
Figura 8. Efecto de bioestimulantes en la acumulación de materia fresca en el tallo de cacao ‘RIM 78’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	32
Figura 9. Efecto de bioestimulantes en la acumulación de materia seca en hojas de cacao ‘RIM 78’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	33
Figura 10. Efecto de bioestimulantes en la acumulación de materia seca en el tallo de cacao ‘RIM 78’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	34
Figura 11. Altura de plantas de cacao ‘Amelonado’ y ‘RIM 78’ creciendo en vivero. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	35

Figura 12. Número de hojas expandidas en plantas de cacao ‘Amelonado’ y ‘RIM 78’ creciendo en vivero. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	37
Figura 13. Valores SPAD en hojas expandidas en plantas de cacao ‘Amelonado’ y ‘RIM 78’ a los 72 días de emergidas, creciendo en vivero. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.....	38
Figura 14. Tiempo para que los tallos llegaran a tener 7 mm de diámetro en el área de la cicatriz de los cotiledones en plantas de cacao ‘Amelonado’ tratadas con bioestimulantes. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	40
Figura 15. Tiempo para que los tallos llegaran a tener 7 mm de diámetro en el área de la cicatriz de los cotiledones en plantas de cacao ‘RIM 78’ tratadas con bioestimulantes. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	40
Figura 16. Efecto de bioestimulantes en la materia fresca de hojas de plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	42
Figura 17. Efecto de bioestimulantes en la materia fresca de tallos de plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	43
Figura 18. Efecto de bioestimulantes en la materia seca en hojas de plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	44
Figura 19. Efecto de bioestimulantes en la materia seca en las raíces de plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.	45

1. INTRODUCCIÓN

El cacao (*Theobroma cacao*) es un cultivo de gran importancia mundial, con un estimado de 9.9 millones de hectáreas en producción comercial en 55 países y 4.58 millones de toneladas de semillas cosechadas en el 2013. A nivel mundial el consumo de derivados de cacao va en aumento, estimándose incrementos en la cantidad demandada de 3 a 5% anual al menos hasta el año 2025 (FAO, 2016).

En Puerto Rico existen árboles y predios de cacao silvestres y casi silvestres escasamente documentados en muchas áreas de la isla, destinados a la producción artesanal de cacao. La producción comercial organizada de cacao en la isla está en su infancia, con 21 productores comerciales que tienen huertos pequeños plantados en el siglo 21. Sin embargo, se espera que el cultivo de cacao en Puerto Rico irá en aumento pues hay mucho interés de procesadores comerciales y nuevos productores de desarrollar una industria local de cacao, sobre todo para cacao selecto del llamado “fino y de aroma”, que tiene gran potencial económico. Siendo prácticamente nuevo como cultivo organizado en la isla, desde el punto de vista tecnológico hay muchos aspectos del manejo de la producción del cacao que ameritan investigación local.

Los huertos de cacao se establecen usando arbolitos injertados sobre patrones selectos. La producción de patrones en vivero puede tomar varios meses hasta que están listos para ser injertados, por lo que para el viverista es de importancia reducir el tiempo necesario para alcanzar el tamaño de injerto, de modo que el espacio de vivero pueda ser usado con mayor intensidad y produzca más beneficios económicos por unidad de tiempo (Morales-Payan, 2013).

Una de las prácticas que pueden usarse para reducir el tiempo de plantas en vivero es la aplicación de bioestimulantes. En forma pura, los bioestimulantes son sustancias biológicamente activas, de estructura orgánica, con composición química y modo de acción diferentes a los de

las hormonas clásicas (auxinas, giberelinas, citokininas, etileno, inhibidores naturales y ácido abscísico), que modifican el metabolismo y promueven el crecimiento de la planta. Ejemplos típicos de sustancias bioestimulantes son los aminoácidos libres, péptidos, enzimas y otras proteínas, vitaminas, ácidos grasos, azúcares y polisacáridos, alcoholes, y otras sustancias orgánicas derivadas de plantas y animales. Las formulaciones comerciales de bioestimulantes pueden contener además macro y micro-elementos, hormonas vegetales y otros compuestos, ya sea que provienen también de los organismos animales y vegetales de los que se extraen, o que son agregados para fortificar las formulaciones y lograr mayores efectos en cultivos. Comercialmente también se venden como bioestimulantes con microorganismos que segregan sustancias hormonales o no-hormonales que estimulan el crecimiento vegetal (Khan et al., 2009; Kunicki et al., 2010). Diversos investigadores han encontrado que algunos bioestimulantes han incrementado la tolerancia de las plantas a condiciones estresantes, acelerando el crecimiento de plantas y aumentado la productividad de cultivos (Abdel-Mawgoud et al., 2010; Kunicki et al., 2010; Melkamu et al., 2008; Morales-Payan & Stall, 2003; Sarojnee et al., 2009; Spann & Little, 2011).

En vivero, los efectos de algunos bioestimulantes incluyen aumentos significativos en la concentración de nutrientes y/o clorofila en las hojas, mayor tolerancia a estrés y aceleración del crecimiento vegetativo. Específicamente en viveros, Morales-Payan y Stall (2004) encontraron que en plántulas tratadas con una formulación de aminoácidos y péptidos de cadena corta se acortaba significativamente el tiempo en que la parcha (*Passiflora edulis*) estaban listas para ser trasplantadas a predios. Igualmente, se redujo el tiempo en vivero para plantas de limón Tahití (*Citrus latifolia*) y quenepa (*Melicoccus bijugatus*) tratadas con un extracto de alga y con una mezcla de aminoácidos (Morales-Payan, 2009a y 2009b). En vivero de mango (*Mangifera indica*), café (*Coffea arabica*) y aguacate (*Persea americana*), tratamientos con un extracto de

alga aceleraron el crecimiento de las plantas (Morales-Payan, 2010; Morales-Payán & Norrie, 2010; Morales-Payan et al., 2010). Plantas de papaya (*Carica papaya*) asperjadas con el bioestimulante ácido aminolevulínico llegaron a la etapa de trasplante antes que plantas control (Morales-Payan & Stall, 2005), mientras que en naranja dulce (*Citrus sinensis*) se aceleró el crecimiento en vivero cuando se aplicaron bioestimulantes (Santana et al., 2006).

Los resultados publicados de investigaciones con bioestimulantes y reguladores de crecimiento en cacao son escasos. El regulador auxínico ácido indolbutírico ha sido usado exitosamente para enraizar varas de cacao (Leite & Martins, 2007; Luna, 2003). En Ecuador, Angulo Rodríguez evaluó aplicaciones foliares de cuatro bioestimulantes en cacao injertado en vivero, encontrando que todos aceleraron el crecimiento de las plantas de cacao en vivero. Como parte de su experimento utilizó una formulación de giberelinas, auxinas, vitaminas, minerales y aminoácidos. Otro de un extracto de algas marinas con auxinas, citokininas y giberelinas formulado para promover crecimiento radicular. Adicional una mezcla de auxinas, citokininas y giberelinas de origen natural, ácido tiazolidín carboxílico y ácido fólico. También en Ecuador, Morante Burgos (2014) encontró que al aplicar foliarmente un bioestimulante para crecimiento de raíces a base de ácidos húmicos + extracto de alga + ácido ascórbico + tiamina + mio-inositol + L-glicina de fuentes naturales se aumentó en 16% la acumulación de biomasa de plantas de cacao en vivero. También, aplicaciones al suelo de un extracto comercialmente disponible del alga marina *Ascophyllum nodosum* aumentaron significativamente, en algunas dosis, el área foliar de plantas de cacao en vivero (comunicación personal de Dr. J. P. Morales-Payán, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez).

En vivero de cacao, Morales-Payán (no publicado) encontró aumentos significativos en área foliar en plantas tratadas con un extracto comercialmente disponible del alga *Ascophyllum nodosum*, en comparación con plantas no tratadas. No hay reportes de investigaciones científicas

sobre los efectos de muchos bioestimulantes comercialmente disponibles en el crecimiento de cacao en vivero para patrones. No existe información científica publicada sobre los efectos de muchos bioestimulantes disponibles en cacao para patrón de injerto, ni tampoco estudios comparativos de esos efectos en más de un clon de cacao simultáneamente.

En la producción moderna de cacao, se recomienda plantar arbolitos injertados en vivero, usando patrones de clones seleccionados por su buena adaptación a las condiciones de suelo a los cuales se les ha injertado un clon con las características del cacao que se desea cosechar. Para los productores de arbolitos en vivero es importante reducir el tiempo que toma producir arbolitos y tenerlos listos para injerto (Morales-Payan, 2013). Se considera que un arbolito patrón de cacao está listo para injerto de parche si se encuentra en una condición saludable y el tronco tiene un diámetro de 7 a 10 mm en la zona donde estuvieron los cotiledones. El injerto de púa o terminal, parecido al que se acostumbra a hacer en aguacate en Puerto Rico, se hace de 25 a 30 cm sobre el suelo, para lo cual el patrón debe tener aproximadamente 60 cm de altura (Dubon & Sánchez, 2011).

Prácticas que aceleren el crecimiento del tronco en la zona cotiledonar pudieran ser útiles para reducir el tiempo de plantas de cacao en vivero. El efecto de los bioestimulantes en cultivos se debe a la promoción de síntesis de enzimas, al aporte directo de sustancias que ayudan a tolerar condiciones estresantes, y/o a efectos directos o indirectos en la absorción y/o transporte de nutrientes minerales dentro de la planta expuesta al bioestimulante (Khan et al., 2009; Kunicki et al., 2010).

Las publicaciones sobre experimentos evaluando bioestimulantes en frutales en vivero son relativamente abundantes, y se han reportado efectos positivos al aplicar bioestimulantes en mango (*Mangifera indica*) (Morales-Payán, 2010), toronja (*Citrus paradisi*) (Morales-Payán, 2008), naranja dulce (*Citrus sinensis*) (Santana et al., 2006), limón Tahití (*Citrus latifolia*)

(Morales-Payan, 2009a), quenepa (*Melicoccus bijugatus*) (Morales-Payán, 2009b) parcha (*Passiflora edulis*) (Morales-Payán & Stall, 2004), papaya (Morales-Payán & Stall, 2005), y aguacate (*Persea americana*) (Olivera & Morales-Payan, 2011).

Producir un arbolito de cacao en vivero para usarlo como patrón de injerto toma generalmente entre 5 y 6 meses, dándole condiciones adecuadas. El arbolito se considera listo para injerto de parche cuando llega a un diámetro de 7 a 10 mm en la parte del tallo donde estuvieron los cotiledones (Dubon & Sanchez, 2011) y para injerto de púa o terminal cuando tiene 3 a 4 meses de edad y puede injertarse a 15-30 cm del suelo; el requisito principal es que la varetta con yemas a injertarse sobre el patrón sea del mismo calibre que el patrón en la parte del tallo donde se hará el injerto, lo cual le da flexibilidad al injertador en cuanto al diámetro del tallo. En general, el injerto de púa se hace cuando el patrón alcanza de 35 a 60 cm de alto (Dubon & Sánchez, 2011; Ramírez, 2006; Ramos et al., 2015; Vallejo Castillo, 1990).

Al momento de buscar las frutas para obtener las semillas, es necesario tomar en consideración la distribución fisiológica de ese cultivo. En investigaciones pasadas con distintas variedades de cacao se ha encontrado que el porcentaje de semillas vs cascara es significativamente distinto siendo la última mayor en todos los casos. En general una fruta de cacao puede tener una distribución en peso típica de aproximadamente 78% cascara y 22% semilla (Graziani de Fariñas, 2002). Este es un dato importante al momento de comercializar el producto.

Los resultados de los experimentos en Mayagüez son similares a los resultados reportados por Gutiérrez et al. (2007) en Colombia. Gutiérrez et al. (2007) encontraron que en patrones de cacao 'IMC 67', a los 7 meses de emerger las plantas sobre el suelo, la materia fresca de las hojas era aproximadamente el 36% de la materia fresca total de la planta, mientras que la materia fresca del tallo fue aproximadamente 30% y la de las raíces fue aproximadamente 34%.

2. OBJETIVO GENERAL

El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos de la aplicación al suelo de nueve bioestimulantes a base de extractos de plantas, extractos de algas, aminoácidos, péptidos, enzimas, vitaminas, ácido fúlvico, triacontanol, brasinoesteroides y silicio en el crecimiento de dos clones de cacao para patrones en Puerto Rico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación de campo con el clon ‘Amelonado’ se llevó a cabo del 10 de julio de 2014 al 28 de enero de 2015 en el vivero de frutales de la Finca Alzamora de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, Puerto Rico. La Finca Alzamora está ubicada en los 18° 12' grados latitud norte y 67° 8' grados longitud oeste, a 36 metros sobre el nivel del mar. Las temperaturas promedio máxima, media y mínima en Mayagüez durante el experimento fueron de 31.1°C, 28.0°C y 25.14°C, respectivamente.

Para el experimento se usaron plantas creciendo en vivero, de 100 semillas del clon de cacao ‘Amelonado’, provistos por el *Tropical Agriculture Research Station* (TARS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América en Mayagüez, Puerto Rico. ‘Amelonado’ es un clon procedente de la región amazónica y que crece bien en los suelos de las zonas lluviosas de Puerto Rico, además de que se autopoliniza y tiene descendencia muy similar a la planta madre, por lo que es recomendado como patrón con alto grado de homogeneidad (TARS, 2014).

Las semillas de cacao ‘Amelonado’ fueron sembradas directamente en bolsas de polietileno negro de 30 cm de altura y 15 cm de diámetro, que se llenaron de una mezcla en volumen 2:3 de aluvi3n arenoso (recogido en una cañada que pasa por los terrenos de la UPR Recinto de Mayagüez) y una mezcla comercialmente disponible de musgo + perlita (Pro-Mix BX®, *Premier Horticulture Inc.*, Canadá). Para cada bolsa en la que crecería una planta de cacao, esta mezcla fue de aproximadamente 1000 g de aluvi3n (un volumen de aproximadamente 1 litro) y 440 g de formulaci3n de musgo + perlita (un volumen de aproximadamente 2 litros).

Las plantas de cacao crecieron bajo un techo de malla negra con 60% de sombra y fueron regadas por aspersi3n seg3n fue necesario (aproximadamente cada 48 horas) con un volumen de

agua de aproximadamente 100 ml por riego por planta. Cada planta de cacao se fertilizó con aplicación al suelo de 1 g de N proveniente de urea a los 30 días de emergidas y se repitió la aplicación de N a los 70 días de emerger las plantas.

Para control de babosas (*Vaginulus* sp.), se aplicó una formulación comercial granulada de carbaryl 5% + metaldehído 2% a los 36, 79 y 104 días después de emergidas. Siguiendo la recomendación del fabricante, la dosis en cada aplicación fue de 2.3 g de formulación por m² de área de bolsas con plantas de cacao

Los tratamientos investigados fueron formulaciones de bioestimulantes comercialmente disponibles, disueltas en solución acuosa en dosis recomendada por cada fabricante o su distribuidor para condiciones de vivero. Las soluciones acuosas de bioestimulantes fueron aplicadas al suelo individualmente (*drench*) cada 14 días, empezando las aplicaciones a los 30 días de emerger las plantas de cacao. Se aplicaron 200 ml de solución acuosa por planta por aplicación. En el Cuadro 1 aparece información más detallada sobre los tratamientos. Los tratamientos estuvieron dispuestos en un diseño experimental completamente al azar (Apéndice D1), con 10 plantas (repeticiones) de cacao por tratamiento.

Las variables evaluadas fueron:

- 1) Altura de la planta. Se determinó a partir de los 30 días de haber emergido la planta y se repitió cada 2 semanas, midiendo desde el suelo hasta el ápice del tallo.
- 2) Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones. Se determinó a partir de los 30 días de haber emergido la planta y se repitió cada 2 semanas, midiendo desde el suelo hasta la cicatriz de los cotiledones.
- 3) Diámetro del tallo. Se determinó con un calibrador (*caliper* o *vernier*) a la altura de los cotiledones o en la cicatriz que dejan los cotiledones al caer del tallo (que es la zona del tallo donde posteriormente se hace el injerto). Las mediciones se iniciaron a los 30 días

de haber emergido la planta y se repitieron cada 2 semanas. La calibración de este equipo se verificaba justo antes comenzar a medir los diámetros comparando los resultados con otro caliper mecánico.

- 4) Número de hojas expandidas. Se contaron las hojas expandidas en cada planta, comenzando a los 30 días de haber emergido la planta y repitiendo el conteo cada 2 semanas.
- 5) Concentración de clorofila en hojas expandidas. En cada planta se determinaron las unidades de *Soil Plant Analysis Development* (unidades SPAD, asociadas con la concentración de clorofila o verdor de las hojas) a los 100 y 135 días de haber emergido la planta, usando un sensor *Chlorophyll SPAD Meter* Minolta 502 (Konica Minolta, Osaka, Japón), directamente relacionada con la concentración de clorofila en la hoja expandida más reciente. Este equipo era fue calibrado justo antes de comenzar con el experimento. El fabricante sugiere que sea calibrado anualmente ya que es muy robusto y no tiende a descalibrarse con regularidad.
- 6) Concentración de nitrato en la savia. Se determinó a los 100 y 135 días de haber emergido las plantas, en la savia de los peciolo de hojas expandidas, usando un medidor de nitrato en disuelto (Horiba Ltd., Kyoto, Japan). Este equipo calibraba justo antes de comenzar con las mediciones utilizando una solución que provee el fabricante para ese propósito.
- 7) Tiempo necesario para alcanzar diámetro de tallo para injerto. Se determinó el tiempo necesario desde la germinación de las plantas hasta la fecha en que los patrones de cacao de cada tratamiento tuvieron en promedio el diámetro recomendado para injerto. El criterio principal para decidir que la planta tiene el tamaño necesario para servir de patrón de injerto es el diámetro del tallo en el área donde estuvieron las hojas cotiledonares

(aproximadamente 5 a 10 cm sobre el suelo). El injerto suele tener mejor resultado cuando el diámetro en esa parte del tallo es de aproximadamente 7 mm, que es “el grosor de un lápiz #2 regular”, según varios autores de trabajos sobre producción de plantas de cacao en vivero. Típicamente, las plantas de cacao alcanzan ese tamaño entre 4 y 6 meses de haber emergido, dependiendo del clon y del manejo que se le da en el vivero (Angulo Rodríguez, 2009; Batista, 2009; López Andrade, 2011; Reyes-Hernández y Núñez, 2004).

- 8) Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces. Las plantas listas para injerto fueron cortadas al nivel de la superficie del sustrato de la bolsa. Las raíces fueron separadas del sustrato lavándolas cuidadosamente; y las raíces limpias, el tallo y las hojas se pesaron por separado para determinar su materia fresca. Luego fueron secados por separado en un horno a 85°C por 48 horas para determinar su materia seca. Tanto la materia fresca como la materia seca se pesaron con una balanza (OHAUS® Serie CS portable de 200 gramos). La calibración se verificó previo a ambas mediciones, pero no hubo que hacer ajustes al equipo.

Los resultados de variables medidas cada dos semanas a lo largo del experimento (altura de planta, altura hasta el cotiledón, número de hojas, diámetro del tallo) fueron utilizados para generar ecuaciones de regresión que describieron el patrón de esas variables en el tiempo. Los resultados de fechas específicas (concentración de nitrato en la savia y concentración de clorofila en hojas expandidas en cada fecha, tiempo necesario para alcanzar diámetro de tallo para injerto, materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces) fueron sometidos a pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas para comprobar los supuestos necesarios para análisis de varianza. Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete InfoStat (Di Rienzo et al., 2016).

En muchos experimentos los tamaños de las muestras pueden ser tan pequeño como de 5 a 10 observaciones por cada población. En estos casos, las gráficas de normalidad no van a ser indicadores confiables de que la población corresponde a una distribución normal. Para resolver este dilema la condición de normalidad puede ser evaluada usando los residuos de los análisis. Al utilizar los residuos (en vez de los datos oficiales) se está eliminando la diferencia entre las medias de los tratamientos y entonces todos los residuos se analizan como una sola muestra (Ott & Longnecker, 2010).

Del modelo original obtenemos que $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} = \mu_i + \varepsilon_{ij}$. Si se estima μ_i con \bar{y}_i y dejamos que $e_{ij} = y_{ij} - \bar{y}_i$ entonces podemos usar e_{ij} s para evaluar la asunción de normalidad. Inclusive cuando el n_i s es pequeño, podemos tener n_T residuos, lo cual puede proveer suficiente cantidad de valores para evaluar la condición de normalidad (Ott & Longnecker, 2010).

El experimento con el clon ‘RIM 78’ comenzó alrededor de 14 días luego de la de ‘Amelonado’ y terminaron al mismo tiempo ambas, en el mismo vivero de frutales de la Finca Alzamora de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, Puerto Rico. Para el experimento, las plantas fueron establecidas sembrando 80 semillas del clon de cacao ‘RIM 78’, que fueron donadas por el *Tropical Agriculture Research Station* (TARS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América en Mayagüez, Puerto Rico. ‘RIM 78’ es un clon originado en México, que se autopoliniza y produce descendencia muy similar a la planta madre; además se adapta bien a los suelos de Puerto Rico y como patrón tiene buena compatibilidad de injerto con muchos clones de cacao, por lo que es recomendado como patrón para injertos de cacao en la isla (TARS, 2014).

Las semillas de cacao ‘RIM 78’ fueron preparadas, sembradas, tratadas y fertilizadas de la misma manera que en el primer experimento con ‘Amelonado’. Los tratamientos fueron los bioestimulantes y un control o testigo sin bioestimulante. Se evaluaron las mismas 9

formulaciones de bioestimulantes comercialmente disponibles. Los tratamientos estuvieron dispuestos en un diseño experimental completamente al azar (Apéndice D2) con 8 repeticiones, donde una planta de cacao fue una repetición de cada tratamiento. Las soluciones acuosas de bioestimulantes se aplicaron al sustrato en la bolsa de cada planta de cacao en volumen de 200 ml por planta (*drench*) cada 14 días desde los 58 días de haber emergido.

Cuando fue necesario, se calcularon ecuaciones de regresión con los resultados de altura de planta, número de hojas y diámetro del tallo (que fueron medidas cada dos semanas durante el experimento), para describir como los valores de estas variables cambiaron en el tiempo. Los resultados de concentración de nitrato en la savia y concentración de clorofila en hojas expandidas en cada fecha, así como los del tiempo para alcanzar diámetro de tallo para injerto, materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces) fueron sometidos a pruebas de normalidad y homogeneidad de varianzas para comprobar los supuestos necesarios para análisis de varianza. Se usó el paquete estadístico InfoStat (Di Rienzo et al., 2016) para hacer los análisis.

Para el tercer experimento con ambos clones se llevó a cabo del 26 de diciembre 2014 al 24 de junio 2015, en el mismo vivero de frutales de la Finca Alzamora de la Universidad de Puerto Rico en Mayagüez, Puerto Rico. Se obtuvieron 200 semillas simultáneamente de ambos clones de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’ (100 semillas Amelonado y 100 semillas de RIM 78), del *Tropical Agriculture Research Station* (TARS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América en Mayagüez, Puerto Rico. Las semillas de cacao ‘RIM 78’ fueron preparadas, sembradas, tratadas y fertilizadas de la misma manera que en el primer y segundo experimento.

En este caso los tratamientos fueron los dos clones de cacao para patrón (‘RIM 78’ y ‘Amelonado’) simultáneamente y 9 bioestimulantes y además un control o testigo sin bioestimulante en cada clon de patrón. Los tratamientos estuvieron dispuestos en un diseño

experimental completamente al azar (Apéndice D1, D2) con arreglo factorial con 10 repeticiones, donde una planta de cacao fue una repetición de cada tratamiento.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados a plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado en vivero. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

Descripción de la formulación comercial	Cantidad de formulación comercial por litro de solución acuosa aplicada	Nombre comercial*	Fabricante*
Extracto del alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i>	5 ml	Stimplex®	Acadian SeaPlants, Canadá
Extracto del alga marina <i>Ascophyllum nodosum</i>	5 ml	Seaweed Creme®	BioFlora/Global Organics, Arizona, USA
Ácido fúlvico al 1.8%	5 ml	Fulvex®	BioFlora/Global Organics, Arizona, USA
Extracto de plantas de las familias Caryophyllaceae y Phabaceae	0.1 g	Comcat Seedling®	AgraForum, Alemania
Mezcla de vitaminas, enzimas, triacontanol y brasinoesteroides naturales de origen vegetal	5 ml	Organic Vitazyme®	Vital Earth Resources, Texas, USA
Mezcla de aminoácidos libres para aplicación radicular	5 ml	Terrasorb Radicular®	BioIbérica, España
Mezcla de péptidos de bajo peso molecular	5 ml	Inicium®	BioIbérica, Barcelona, España
Mezcla de vitaminas y auxinas	0.25 ml	SuperThrive®	The Vitamin Institute, California, USA
Ácidos fúlvicos y húmicos con silicato de sodio ionizado	2.5 ml	QuickSol®	Renwick Duwest, USA
Agua (control o testigo)			

*La mención de fabricantes y nombres comerciales no implica un endoso particular de los investigadores o de la Universidad a esos fabricantes o productos. Se mencionan solamente para especificar cuáles fueron las formulaciones comercialmente disponibles que se usaron en el experimento.

4. RESULTADOS Y DISCUSION DE BIOESTIMULANTES EN CACAO ‘AMELONADO’ PARA PATRÓN DE INJERTO

4.1 Altura de la planta. Los resultados de altura de planta a los 169 días de emergidas tuvieron distribución normal y homocedasticidad de varianzas. La altura de planta no fue afectada significativamente por los tratamientos (Apéndice A-1). Durante los 6 meses del experimento, el cambio de altura a través del tiempo fue descrito por una ecuación exponencial, $y=11.5+3.6*\exp(0.01x)$, $r^2=0.99$ (Figura 1).

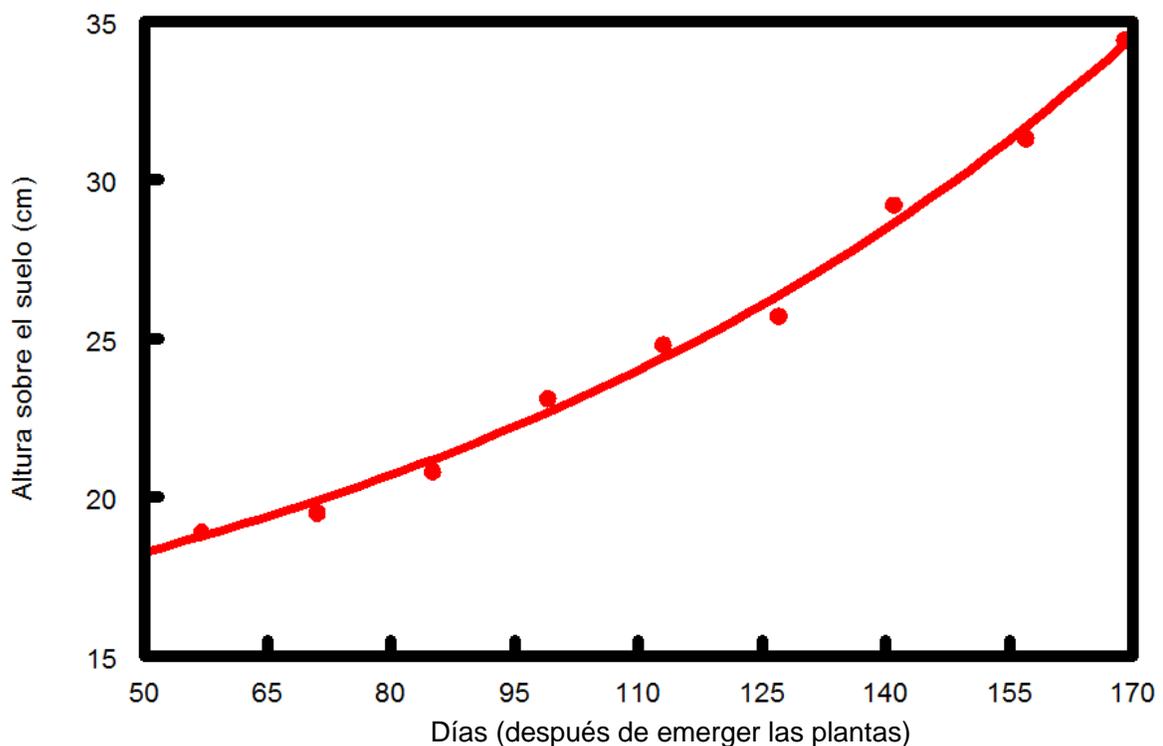


Figura 1. Altura de plantas de cacao ‘Amelonado’ en vivero hasta los 169 días de emergidas. Los valores son promedios de 100 plantas en cada fecha de evaluación. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

Estos resultados son similares a los encontrados por Morales-Payán en cacao ‘Scavina’ para patrón de injerto (no publicado). En ese estudio, no hubo respuesta significativa de la altura de planta al aplicársele algunas concentraciones de extractos de alga marina en forma foliar o al suelo.

4.2 Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones (longitud del hipocotilo). Los resultados de la variable de longitud del hipocotilo a los 169 días de emerger las plantas tuvieron homocedasticidad de varianzas, pero no distribución normal. Los resultados no tuvieron normalidad aun cuando se realizaron transformaciones de raíz cuadrada y logaritmo base 10. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a la altura del hipocotilo (Apéndice A-2) con prueba no paramétrica de Kruskal Wallis. En promedio, el hipocotilo midió 6.9 mm a los 169 días de emerger las plantas. En la revisión de bibliografía sobre el tema no se encontró ninguna publicación que mencionara resultados de longitud de hipocotilo en respuesta a aplicación de bioestimulantes. Al menos en este clon y en las condiciones de este experimento, no hubo respuesta de esta variable a los bioestimulantes evaluados en las dosis, forma y frecuencia de aplicación de los bioestimulantes.

4.3 Diámetro del tallo. Los resultados de la variable diámetro del tallo no tuvieron distribución normal ni homocedasticidad de varianzas; las transformaciones de los resultados a raíz cuadrada y a logaritmo base 10 no cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad. La prueba no-paramétrica Kruskal & Wallis indicó que no hubo efecto significativo de tratamientos (Apéndice A-3). En promedio, el diámetro del tallo fue de 7.4 mm.

4.4 Número de hojas expandidas. Los resultados de la variable de cantidad de hojas expandidas cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad de varianzas. No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto al número de hojas a los 6 meses (Apéndice A-4). En promedio, las plantas tenían entre 7 y 8 hojas expandidas a los 169 días de emergidas (Figura 2).

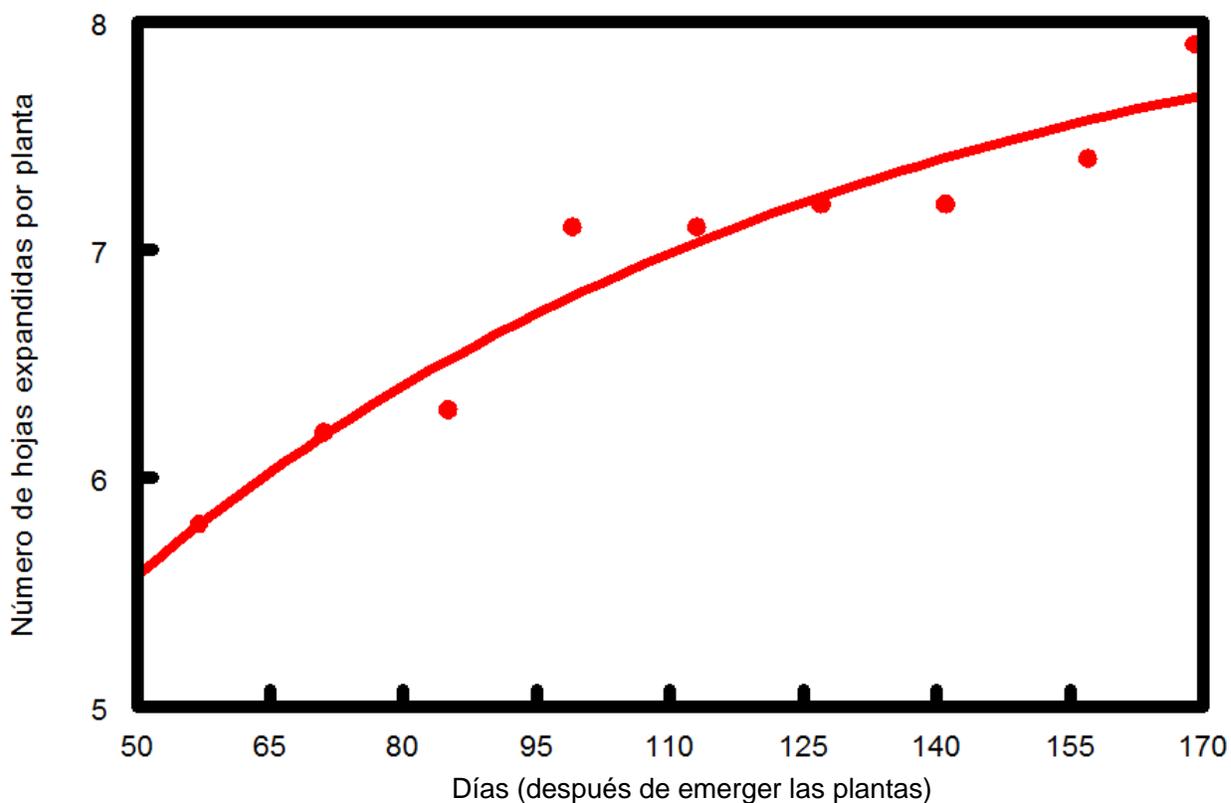


Figura 2. Número de hojas expandidas en plantas de cacao 'Amelonado' en vivero hasta los 169 días de emergidas. Los valores son promedios de 100 plantas en cada fecha de evaluación. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

4.5 Concentración de clorofila en hojas expandidas. Los resultados de concentración de clorofila en hojas expandidas tanto a los 113 como a los 139 días luego de la emergencia, tuvieron distribución normal y homocedasticidad de varianzas. En ninguna de esas fechas se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice A-5).

4.6 Concentración de nitrato en la savia de hojas expandidas. Los resultados de concentración de nitrato en la savia de hojas expandidas a los 190 días después de emerger las plantas no mostraron distribución normal, pero sí tuvieron homocedasticidad de varianzas. Las transformaciones de la raíz cuadrada y a logaritmo base 10 no cumplieron los supuestos de normalidad. El análisis con la prueba no paramétrica de Kruskal & Wallis indicó que entre tratamientos no hubo diferencias significativas (Apéndice A-6). En promedio, la concentración de nitrato en la savia fue de 34.8 partes por millón. Los valores de concentración de clorofila en SPAD están positivamente relacionados con la concentración de nitrato en savia y con la concentración de nitrógeno en la materia seca de las hojas de árboles de cacao adultos (Kubota et al., 1996; Westerveld et al., 2003). En plantas de cacao en edad de producir frutos (generalmente mayor de 4 años de edad), la concentración de nitrógeno considerada adecuada es de 15 a 20 g por kilogramo de hojas secas (Puentes Paramo et al., 2016).

4.7 Tiempo necesario para alcanzar 7 mm de diámetro en el tallo. Los resultados no tuvieron distribución normal, pero si homocedasticidad de varianzas. La prueba de Kruskal & Wallis indicó que las plantas de cacao ‘Amelonado’ tratadas con el extracto de algas Stimplex® llegaron a tener 7 mm de diámetro en la zona de la cicatriz de los cotiledones en un tiempo significativamente más corto (128 días a partir de la emergencia) que el tratamiento control (151 días a partir de la emergencia) (Figura 3). No hubo diferencia entre el efecto del control y de los

demás bioestimulantes (Apéndice A-7). El efecto acelerador de crecimiento del extracto de alga marina concuerda con los resultados de Morales Payán en cacao ‘Scavina’ para patrón y con los resultados de Leite & Martins (2007), Luna, (2003) y Morante Burgos (2014) con otros clones de cacao injertado creciendo en vivero.

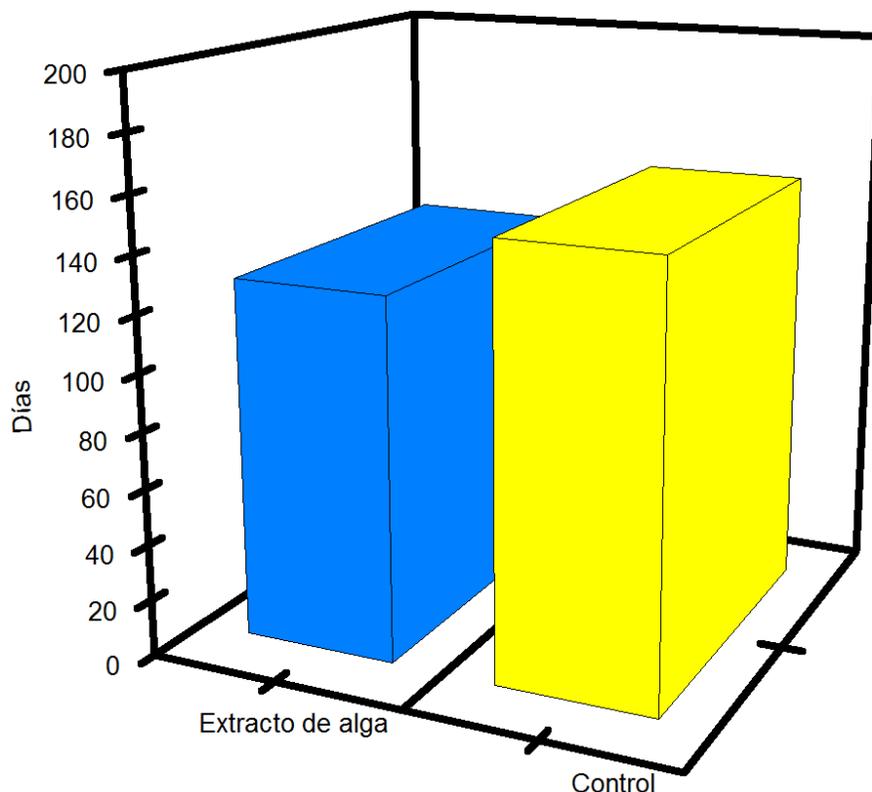


Figura 3. Tiempo promedio de días para que los tallos llegaran a tener 7 mm de diámetro en el área de la cicatriz de los cotiledones en plantas tratadas con un extracto del alga marina *Ascophyllum nodosum* y en plantas control. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

El tiempo necesario para llegar a diámetro de tallo recomendado para injerto en este experimento es similar al reportado por López Andrade (2011) en México con patrones de

‘Amelonado’, ‘IMC 67’ y ‘SPA 9’, que fue de aproximadamente 5 a 6 meses, pero cerca de 40 días más que en el patrón ‘CCN 51’ según reportado por Angulo (2009) en Ecuador. Las diferencias de resultados pudieran achacarse a los diferentes genotipos y condiciones ambientales en los experimentos.

4.8 Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces al terminar el experimento de vivero. En este experimento en Mayagüez, los tratamientos no afectaron significativamente el peso fresco total ni el peso fresco por separado de las hojas expandidas, del tallo, o de las raíces (Apéndice A-8). En promedio las plantas tuvieron 5.3 g de hojas frescas, 8.5 g de tallo fresco, y 6.2 g de raíces frescas.

Los tratamientos tampoco afectaron significativamente el peso seco total de las plantas, ni su peso seco por separado de hojas, tallo y raíces a los 169 días de emerger. En promedio, las plantas de cacao de 170 días de emergidas tuvieron 2.0 g de biomasa seca de hojas, 2.3 g de biomasa seca de tallo y 2.0 g de biomasa seca de raíces (Apéndice A-8). Por tanto, del peso seco total de la planta, las hojas tuvieron aproximadamente 32%, el tallo aproximadamente 36% y las raíces aproximadamente 32%. Okali et al encontraron que en vivero la masa de cacao ‘Amelonado’ fue de 1.75 a 4.8 g/kg de materia seca de hojas, dependiendo de la cantidad de nitrógeno aplicado al suelo.

En experimentos (no publicados) realizados por el Dr. Morales Payán de la Universidad de Puerto Rico, aplicando varias dosis de un extracto de alga marina al follaje o al suelo, se encontraron diferencias en el tiempo necesario para que plantas de cacao ‘Scavina’ llegaran a la etapa de injerto con algunas dosis del bioestimulante, pero otras dosis no fueron efectivas. En Ecuador, Angulo Rodríguez (2009) encontró que al aplicar foliarmente mezclas de giberelinas, auxinas, vitaminas, minerales, aminoácidos, y ácido tiazolidín carboxílico + ácido fólico en

cacao injertado en vivero se aceleraba el crecimiento general de las plantas. Morante Burgos (2014), también en Ecuador, encontró un aumento de 16% de acumulación de biomasa en plantas de cacao en vivero asperjadas con una mezcla de ácidos húmicos + extracto de alga + ácido ascórbico + tiamina + mio-inositol + L-glicina de fuentes naturales.

En general, las plantas de frutales tropicales y subtropicales en vivero han respondido favorablemente a la aplicación foliar o al suelo de bioestimulantes a base de extractos de algas, aminoácidos y péptidos (Morales-Payán, 2010; Morales-Payán & Norrie, 2010; Morales-Payán et al., 2010, Oliveras y Morales-Payán, 2010; Oliveras & Morales-Payán, 2009; Santana et al., 2006), pero las respuestas han sido menos consistentes en cacao. Las diferencias de resultados entre este experimento en Mayagüez y los experimentos de Ecuador y con cacao 'Scavina' en Mayagüez pudieran deberse a factores tales como la dosis y tipo de bioestimulante estudiado, el clon de cacao, el sustrato en que crecían las plantas, la disponibilidad de nutrientes minerales para las plantas, y otras condiciones ambientales (como intensidad de luz y humedad en el suelo y el aire) durante el crecimiento de las plantas. Se ha demostrado que todos estos factores pudieran afectar la respuesta de plantas de una misma especie e incluso de un mismo clon a la aplicación de bioestimulantes y reguladores de crecimiento (Khan et al., 2009).

La documentación sobre efectos de bioestimulantes en cacao (sobre todo cacao para patrón) es muy escasa, y casi todos los reportes se refieren a experimentos con cacao injerto (Angulo Rodríguez, 2009; Morante Burgos, 2014), lo cual dificulta la comparación entre los resultados de los pocos experimentos documentados en el tema. De todos modos, los resultados de este estudio en Mayagüez, Puerto Rico, con cacao 'Amelonado' para patrón muestran que en las condiciones en las que fue conducida la investigación (ambiente, dosis, forma y frecuencia de aplicación) varios de los bioestimulantes evaluados no fueron eficaces mejorando el crecimiento

de las plantas de cacao ‘Amelonado’ en sus primeros 6 meses, con la excepción de extracto de alga, que redujo en 23 días el tiempo en vivero.

Existiendo numerosas publicaciones sobre los efectos positivos de bioestimulantes en diversos cultivos, es posible que otros de los bioestimulantes evaluados en este experimento, usados en otras dosis, frecuencia y/o forma de aplicación o combinado con alguna variación en la forma de manejo en vivero tenga efectos interesantes en cacao ‘Amelonado’ o en otros clones de cacao recomendadas para patrón de injerto, por lo que deberían continuarse las investigaciones en este tema.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE BIOESTIMULANTES EN CACAO ‘RIM 78’ PARA PATRÓN DE INJERTO

5.1 Altura de la planta al final del experimento de vivero. Los resultados cumplieron con los supuestos de normalidad y de homocedasticidad de varianzas. El aumento en altura de las plantas durante el experimento fue exponencial (Figura 4).

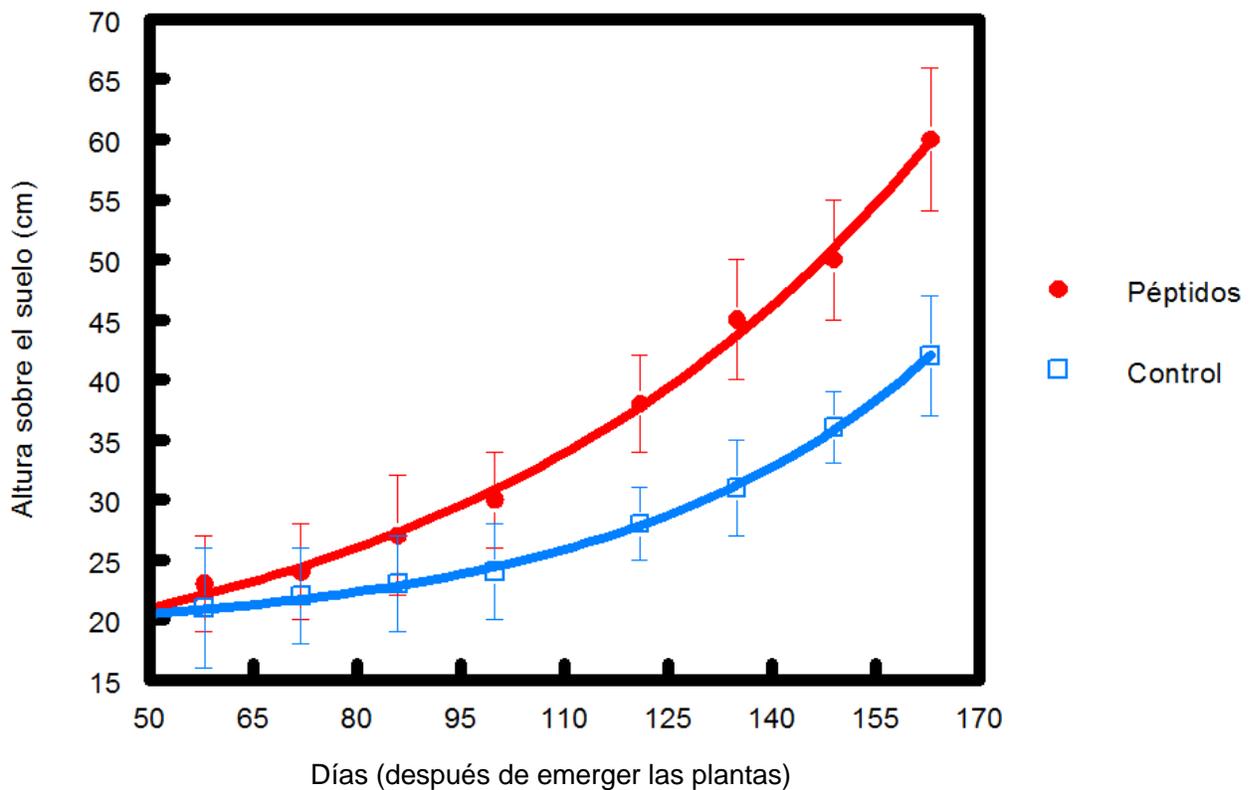


Figura 4. Altura de plantas de cacao ‘RIM 78’ en vivero hasta los 163 días de emergidas. En cada fecha de evaluación los valores son promedios de 8 plantas tratadas con péptidos y 8 plantas control. Las barras son valores de error estándar. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

A los 163 días de emergidas, las plantas tratadas con la formulación de péptidos (Inicium®) fueron significativamente más altas que plantas de los demás tratamientos, los que no tuvieron diferencias entre ellos (Apéndice B). Las diferencias promedio de altura entre plantas tratadas con péptidos y plantas control o con otros bioestimulantes fueron notables desde los 86

días de emergidas las plantas, y se hicieron cada vez mayores al pasar el tiempo, llegando al final del experimento con una diferencia promedio de 18 cm entre plantas tratadas con péptidos y las demás plantas (Figura 4).

En Ecuador, Angulo (2009) encontró que en vivero de cacao, la longitud (altura) del injerto aumentó significativamente más en plantas tratadas con bioestimulantes que contenían auxinas + giberelinas + citokininas + nutrientes minerales, o auxinas + giberelinas + ácido salicílico + ácido nicotínico + ácido húmico + aminoácidos + nutrientes minerales que en plantas control, y que las diferencias entre plantas tratadas y no tratadas era mayor al pasar el tiempo, siendo la diferencia de 14 cm a los 60 días de hacer el injerto y 21 cm a los 90 días. El efecto de esos bioestimulantes pudiera deberse a las giberelinas que contienen, ya que las giberelinas actúan en la elongación de los tallos (Sun & Gluber, 2004; Davière & Achard, 2013).

5.2 Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones. Los resultados cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad de varianzas. El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice B-2). La distancia entre el suelo y la cicatriz de los cotiledones en el tallo de cacao ‘RIM 78’ en vivero se mantuvo en aproximadamente 6.7 cm durante todo el experimento. Algo similar ocurrió con cacao ‘Amelonado’ (Capítulo 3 de esta tesis), que mantuvo una longitud de hipocotilo de aproximadamente 6.7 cm a lo largo de ese experimento.

5.3 Diámetro del tallo en la zona de los cotiledones. Los resultados cumplieron con los supuestos de distribución normal y homocedasticidad de varianzas. El análisis de varianza reveló que el último día del experimento de vivero no hubo diferencia significativa en los diámetros de tallo de plantas que recibieron distintos tratamientos (Apéndice B-3).

En Ecuador, Angulo (2009) reportó que al aplicarse algunos bioestimulantes que contienen auxinas + giberelinas + aminoácidos + nutrientes minerales, el diámetro del tallo del injerto fue mayor que en plantas injertadas no tratadas con bioestimulantes. En Puerto Rico, Morales Payán (comunicación personal de resultados no publicados) encontró que al aplicar algunas dosis de un extracto de algas marinas el diámetro del tallo de cacao ‘Scavina’ no injertado aumentó significativamente con respecto al de plantas sin tratar con el bioestimulante. En Mayagüez, Puerto Rico, no se encontró efecto significativo de varios bioestimulantes (incluyendo extractos de algas marinas) en el diámetro del tallo de cacao ‘Amelonado’ (Capítulo 3 de esta tesis). Estas diferencias de resultados entre los experimentos de Puerto Rico y Ecuador pudieran deberse a las condiciones en que se efectuó cada experimento, incluyendo los clones y los bioestimulantes usados, además del manejo general, sustratos, luz, temperatura, y humedad. La influencia de esos factores ha sido mencionada por otros autores

5.4 Número de hojas expandidas. Los resultados cumplieron con los supuestos de normalidad y homocedasticidad de varianzas. El análisis de varianza no mostró diferencias significativas entre tratamientos para el número de hojas expandidas (Apéndice B-4). En promedio, las plantas de cacao tuvieron 15 hojas expandidas a los 163 días de emergidas.

5.5 Concentración de clorofila en hojas expandidas. Los resultados de concentración de clorofila en hojas expandidas a los 100 días de la emergencia tuvieron distribución normal y homocedasticidad de varianzas. El análisis de varianza indicó que las hojas expandidas de las plantas tratadas con las formulaciones de péptidos o de aminoácidos libres tuvieron mayor concentración de clorofila a los 100 días de emergidas que las plantas no tratadas con bioestimulantes o tratadas con los otros bioestimulantes (Apéndice B-5) (Figura 5).

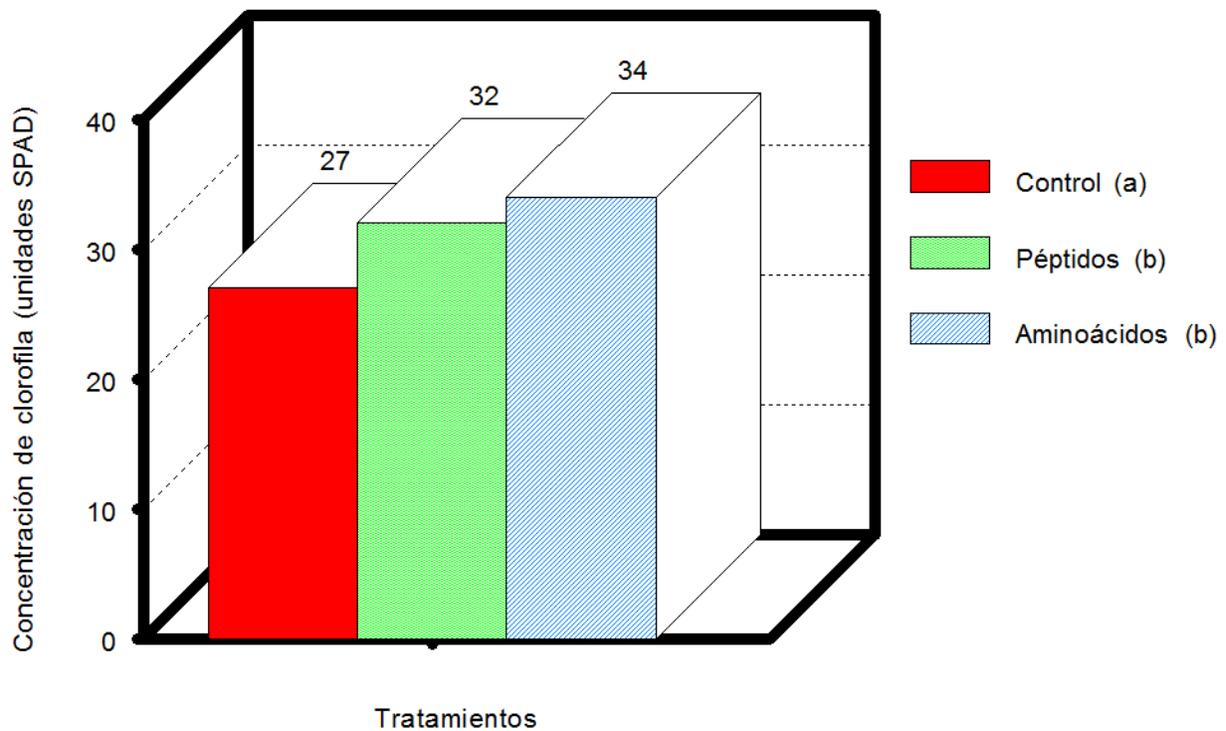


Figura 5. Efecto de bioestimulantes en la concentración de clorofila, expresada en unidades SPAD, en hojas expandidas de plantas de cacao ‘RIM 78’ de 100 días de emergidas. Tratamientos con la misma letra en la leyenda no son significativamente diferentes, según la prueba LSD de Fisher al nivel de 5%.

Otros investigadores han reportado aumentos de concentración de clorofila en hojas de plantas a las que se han aplicado péptidos o aminoácidos. Estos efectos han sido atribuidos a que estas sustancias nitrogenadas están involucradas en la formación de enzimas anabólicas y otras proteínas, así como en el aporte de aminoácidos precursores de hormonas vegetales sintetizadas por la planta tratada (Calvo et al., 2014; Maini, 2006).

En contraste, a los 128 días de emergidas las plantas, no se encontró diferencia significativa de valores de concentración de clorofila entre las plantas tratadas con bioestimulantes y las plantas control. Los valores del sensor de clorofila fueron en promedio aproximadamente 33 unidades en hojas expandidas a los 128 días de emergidas las plantas. A los 100 días, los valores fueron de aproximadamente 27 unidades en el control y 33 unidades

(significativamente mayor) en plantas tratadas con otros bioestimulantes (Apéndice B-5). Es posible que las plantas de cacao a los 128 días de emergidas ya tuvieran a una concentración de clorofila que no podían superar, incluso con adición de bioestimulantes a base de aminoácidos o de péptidos (Richardson et al., 2002; Fraser & Percival, 2003).

5.6 Concentración de nitrato en la savia de hojas expandidas. Los valores detectados a los 174 días de la emergencia de las plantas tuvieron distribución normal, pero no homocedasticidad de varianzas, la cual no se pudo conseguir tampoco con transformación de raíz cuadrada ni con transformación de logaritmo base 10. La prueba no paramétrica de Kruskal & Wallis no arrojó diferencias significativas entre tratamientos (Apéndice B-6). En promedio, la concentración de nitrato en la savia fue de 41 mg/kg. En este experimento en Mayagüez, la concentración de nitrógeno en nitrato correspondió a un valor de SPAD de aproximadamente 30. En Brasil, Santana Dastas et al. (2012) encontraron que en plantas de cacao de la variedad 'PH16' de más de 4 años de edad creciendo en predios, hojas con valores de SPAD cercanos a 30 tuvieron aproximadamente 14g de nitrógeno por Kg de materia seca en las hojas recientemente expandidas.

5.7 Tiempo necesario para alcanzar 7 mm de diámetro en el tallo. Los datos obtenidos para esta variable no tuvieron distribución normal ni homocedasticidad de varianzas. Los datos fueron transformados a recíprocos ($1/x$) con lo cual se logró homocedasticidad, pero no normalidad. Los datos recíprocos fueron sometidos a la prueba no paramétrica de Kruskal & Wallis, la cual indicó que las plantas tratadas con la mezcla de aminoácidos libres o con el bioestimulante a base de péptidos alcanzaron 7 mm de diámetro en la zona de los cotiledones significativamente antes que las plantas control y que las plantas tratadas con los otros bioestimulantes (Apéndice B-7).

En promedio, plantas de cacao 'RIM 78' con el tratamiento de péptidos llegaron a diámetro de injerto a los 128 días de emergidas y con aminoácidos alcanzaron el diámetro para

injerto a los 139 días después de la emergencia. Plantas control tomaron 168 días para llegar a tener a 7 mm de diámetro en la zona del tallo donde se recomienda hacer el injerto de parche (Figura 6).

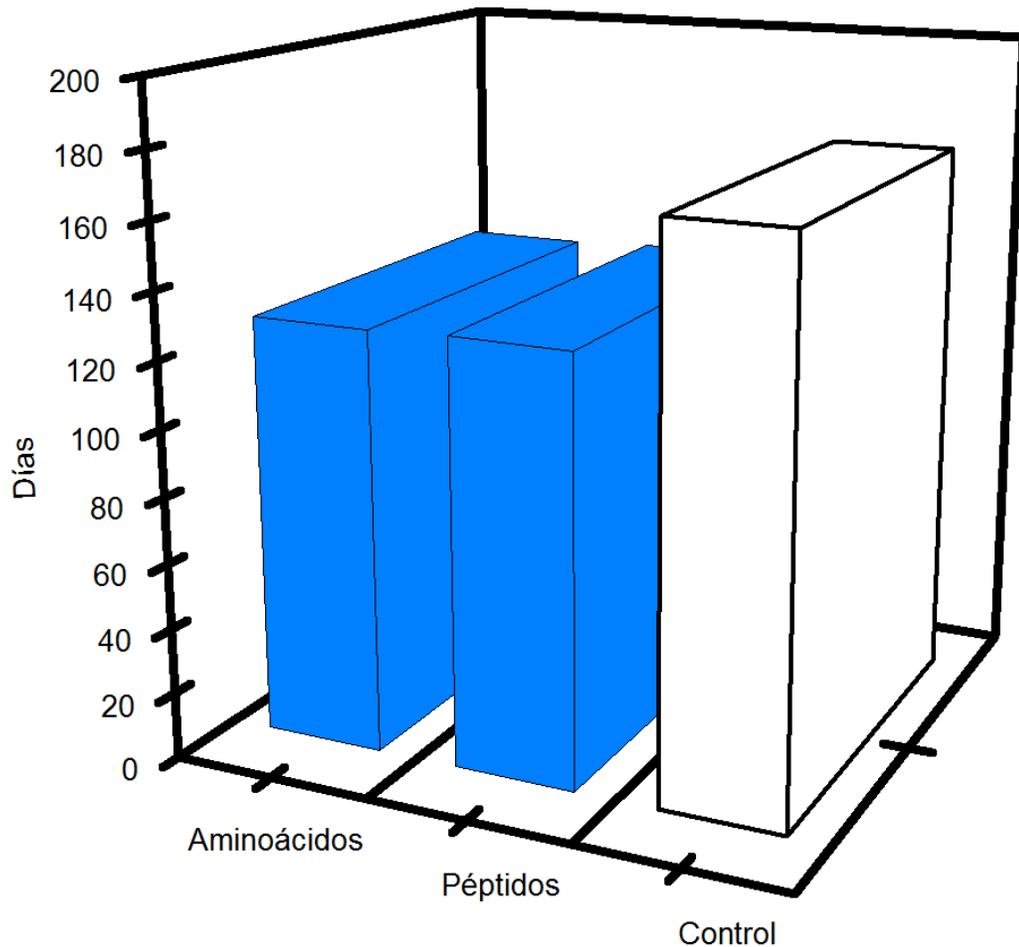


Figura 6. Tiempo para que los tallos llegaran a 7 mm de diámetro en el área de la cicatriz de los cotiledones en plantas tratadas con una formulación de aminoácidos, con una formulación de péptidos y en plantas control. Barras de colores diferentes son significativamente diferentes. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

Estos resultados contrastan con los encontrados en cacao ‘Amelonado’ (Capítulo 3 de esta tesis), en el cual las formulaciones de aminoácidos y de péptidos no aceleraron el crecimiento del diámetro del tallo de las plantas en la zona de los cotiledones, mientras que un bioestimulante a base de un extracto de alga si tuvo ese efecto. En cambio, otros autores reportan que la aplicación de bioestimulantes que contienen aminoácidos ha aumentado la biomasa de plantas injertas de cacao de otras variedades (Leite & Martins, 2007; Luna, 2003; Morante Burgos, 2014).

El impacto que pueden tener péptidos y aminoácidos exógenos en el crecimiento de plantas ha sido explicado por su efecto en ahorro de energía (la planta recibe aminoácidos ya sintetizados y no tiene que usar energía propia en sintetizar esas moléculas) en la síntesis de aminoácidos, proteínas, y vitaminas, lo cual puede redundar en ahorros energéticos en la síntesis de clorofila (o en ocasiones se registra aumento de concentración de clorofila), y efectos indirectos en mayor producción fotosintética, que pudieran llevar a mayor disponibilidad de carbono y azúcares para crecimiento y energía en la planta. También se ha demostrado que cuando los aminoácidos y péptidos son aplicados al suelo, suele haber un efecto quelatante de nutrientes del suelo que son absorbidos en mayor cantidad.

5.8 Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces al terminar el experimento de vivero.

Plantas tratadas con la formulación de péptidos acumularon mayor cantidad de materia fresca en las hojas y en los tallos que las plantas con los demás tratamientos, y no se encontraron diferencias significativas entre los demás tratamientos con bioestimulantes y el control (Figuras 7 y 8). El peso fresco de las raíces no fue afectado por los tratamientos (Apéndice B-8).

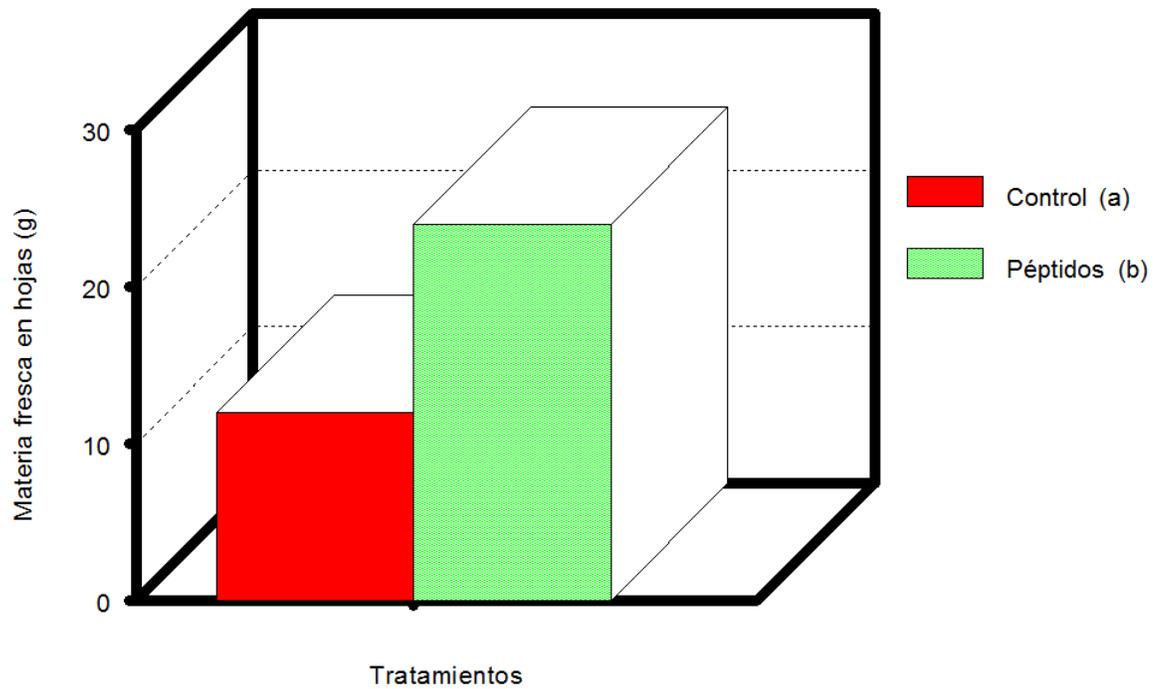


Figura 7. Efecto de bioestimulantes en la acumulación de materia fresca de hojas de cacao ‘RIM 78’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

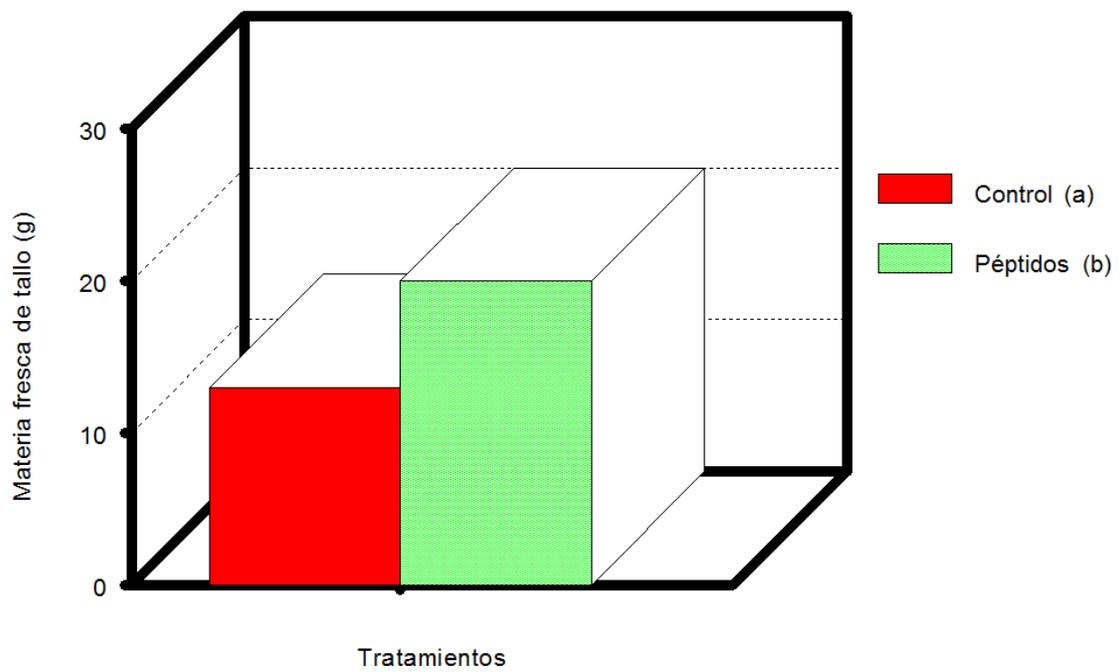


Figura 8. Efecto de bioestimulantes en la acumulación de materia fresca en el tallo de cacao ‘RIM 78’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

Los efectos de tratamiento en materia seca fueron similares a los observados en la materia fresca. Los tratamientos no afectaron la acumulación de materia seca en las raíces de las plantas de cacao ‘RIM 78’, pero las plantas tratadas con la formulación de péptidos tuvieron valores significativamente más altos de acumulación de materia seca en las hojas y en el tallo que las plantas sometidas a los demás tratamientos y no se encontraron diferencias significativas entre los efectos de los demás tratamientos con bioestimulantes y el control (Apéndice B-8) (Figuras 9, 10).

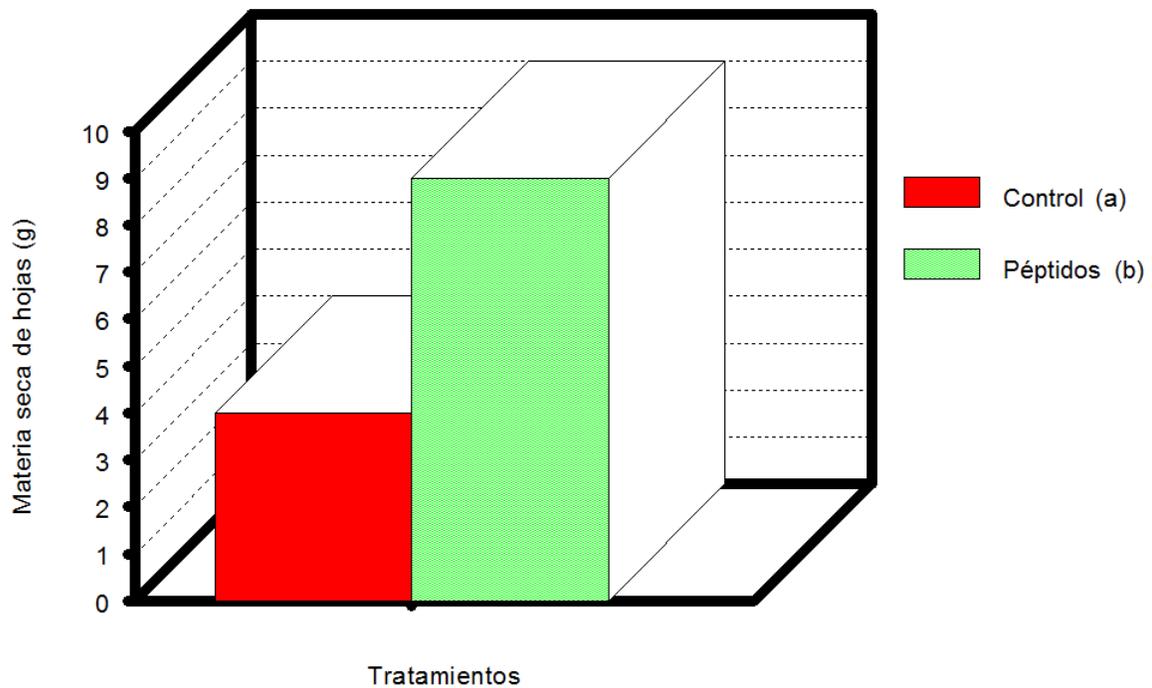


Figura 9. Efecto de bioestimulantes en la acumulación de materia seca en hojas de cacao ‘RIM 78’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

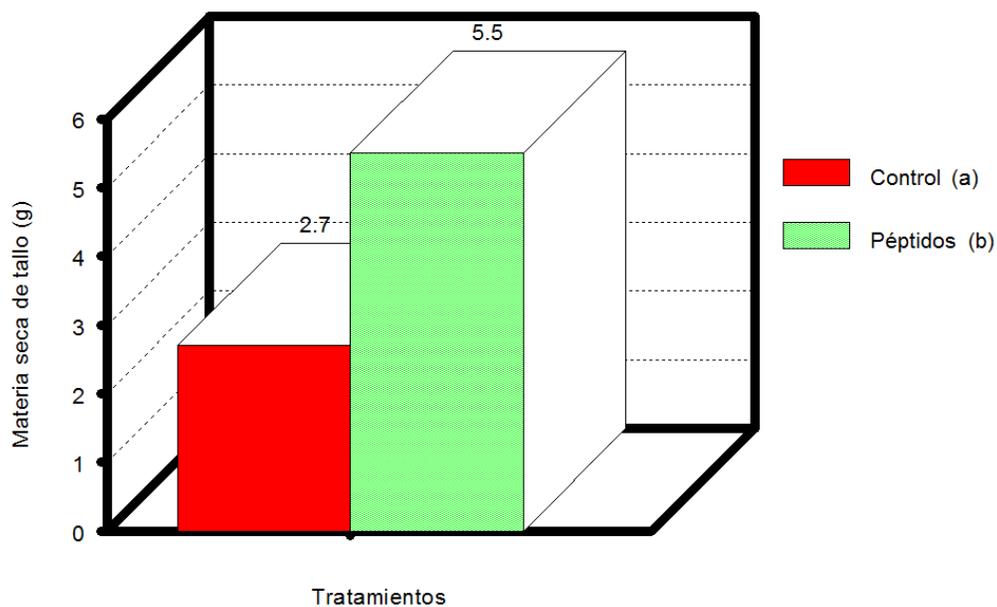


Figura 10. Efecto de bioestimulantes en la acumulación de materia seca en el tallo de cacao ‘RIM 78’. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

Los resultados de este experimento muestran que algunos bioestimulantes pudieran ser usados para reducir el tiempo en vivero de cacao ‘RIM 78’ para patrón de injerto, acelerando el crecimiento del tallo en la zona donde típicamente se hace el injerto de parche. Estos bioestimulantes redujeron el tiempo en vivero entre 29 y 40 días con respecto al control (168 días desde la emergencia de las plantas), lo cual pudiera ser provechoso para los viveristas.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE BIOESTIMULANTES EN LOS CLONES DE CACAO ‘AMELONADO’ Y ‘RIM 78’ CRECIENDO SIMULTANEAMENTE PARA PATRONES DE INJERTO

6.1 Altura final de la planta. Los resultados de altura a los 159 días de haber emergido las plantas, tanto originales como transformados, no cumplieron con los supuestos de normalidad del análisis de varianza. El análisis no paramétrico de Kruskal & Wallis mostró que las plantas de ‘RIM 78’ eran significativamente más altas que las de ‘Amelonado’, pero no hubo efecto significativo de bioestimulantes en la altura final de las plantas (Apéndice C) (Figura 11).

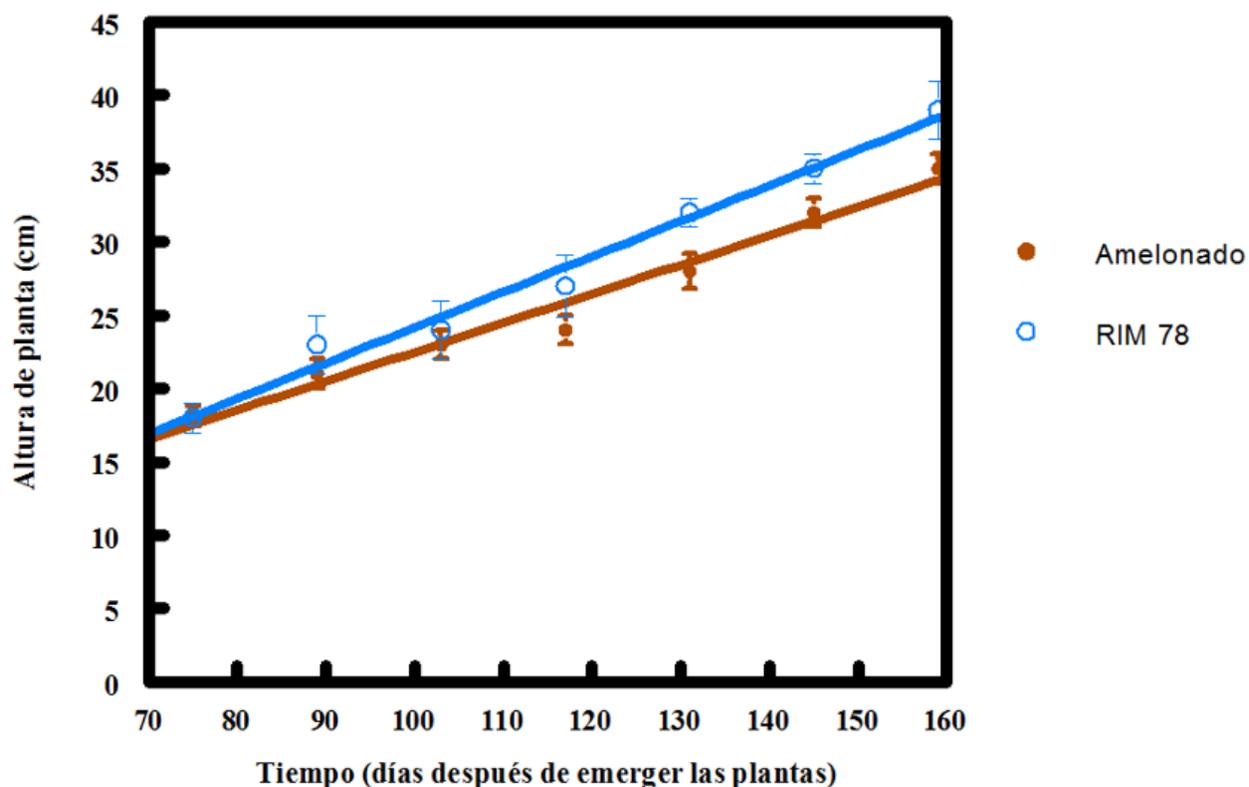


Figura 11. Altura de plantas de cacao ‘Amelonado’ y ‘RIM 78’ creciendo en vivero. Mayagüez, Puerto Rico, 2015. Las barras en cada punto marcado en las líneas de regresión son errores estándares.

6.2 Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones: Al finalizar el experimento de vivero, los resultados cumplieron con los supuestos de distribución normal y homocedasticidad de varianzas. Para la distancia entre la superficie del sustrato y la cicatriz de los cotiledones en el tallo (hipocotilo) no se encontraron diferencias significativas entre clones o por los tratamientos.

La longitud del hipocotilo no fue significativamente diferente entre clones ni por efecto de bioestimulantes, permaneciendo en aproximadamente 7.1 cm a lo largo del experimento (Apéndice C-2). Este resultado muestra que el efecto de elongación del tallo que puedan tener algunas sustancias bioestimulantes no incluye efectos en el hipocotilo del cacao, sino que su efecto es expresado en el epicotilo de la planta.

6.3 Diámetro del tallo en la zona de los cotiledones. Los resultados cumplieron con los supuestos de distribución normal y homocedasticidad de varianzas. El análisis de varianza reveló que el último día del experimento de vivero no hubo diferencia significativa en los diámetros de tallo de plantas que recibieron distintos tratamientos (Apéndice B-3).

6.4 Número de hojas expandidas. Los resultados tuvieron distribución normal y homocedasticidad de varianzas. No hubo efecto significativo de bioestimulantes en el número de hojas en ninguno de los clones de cacao en este estudio (Apéndice C-4).

Las plantas de cacao ‘RIM 78’ tuvieron más hojas expandidas que las plantas de ‘Amelonado’. En ‘RIM 78’ las plantas llegaron a tener en promedio 15 hojas expandidas al final del experimento. En comparación, las plantas de ‘Amelonado’ tuvieron en promedio 12 hojas al final del experimento.

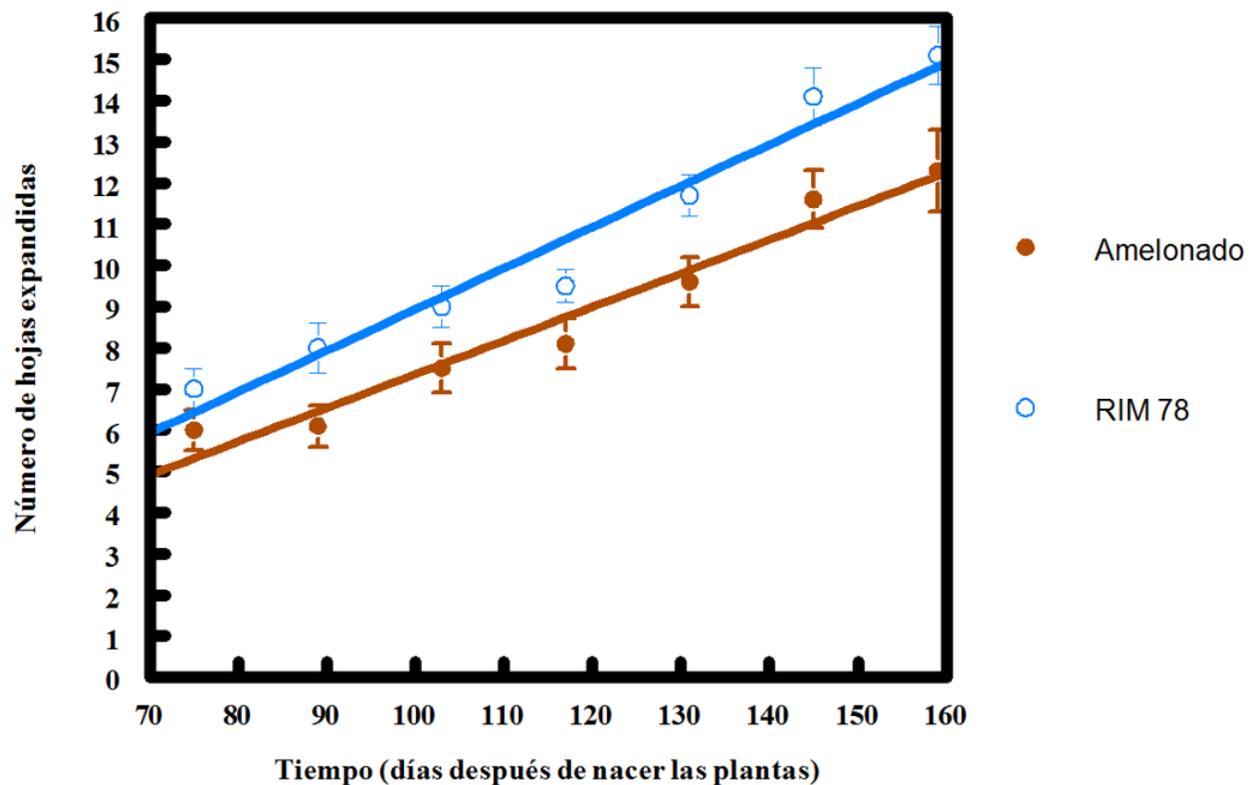


Figura 12. Número de hojas expandidas en plantas de cacao ‘Amelonado’ y ‘RIM 78’ creciendo en vivero. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

6.5 Concentración de clorofila en hojas expandidas. Los resultados originales y transformados de concentración de clorofila a los 72 días de emergidas las plantas no cumplieron con los supuestos para análisis de varianza. El análisis no paramétrico de Kruskal & Wallis no encontró diferencias significativas entre efectos de bioestimulantes, pero si en la concentración de clorofila entre clones, teniendo ‘RIM 78’ valores promedio mayores que ‘Amelonado’ (Figura 13). No hubo diferencia significativa en concentración de clorofila en hojas expandidas a los 147 días de emerger las plantas, independientemente de los bioestimulantes usados o del clon de cacao (Apéndice C-5).

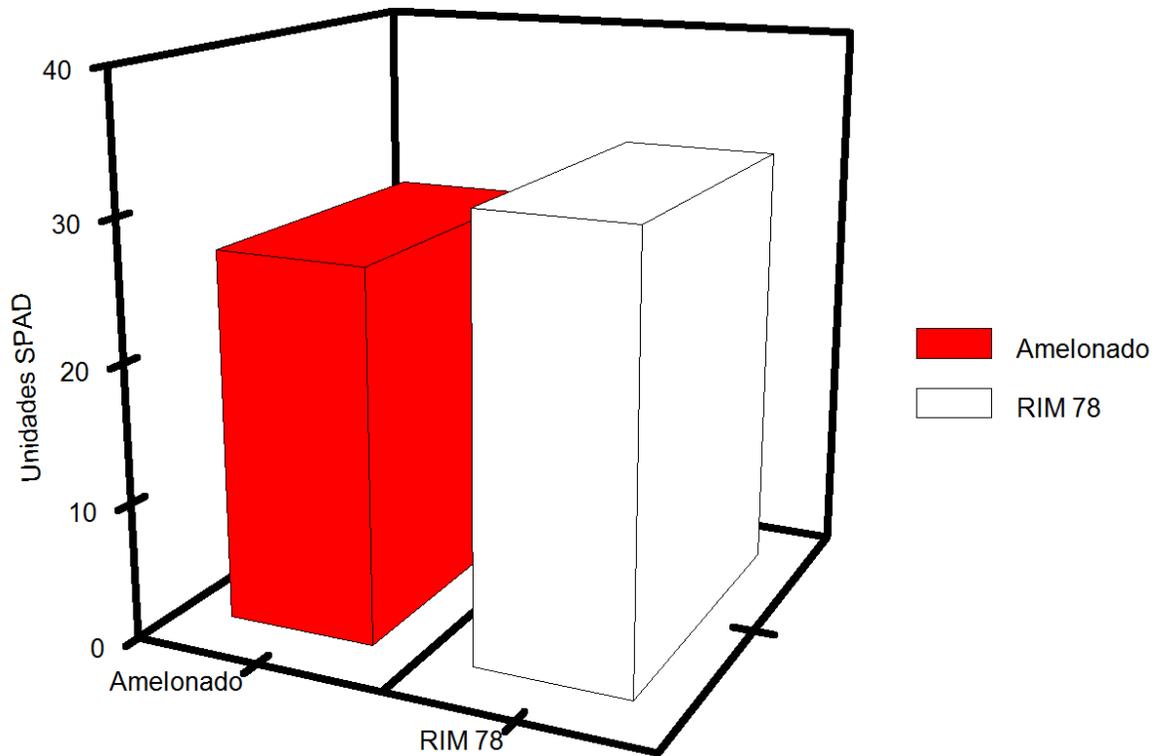


Figura 13. Valores SPAD en hojas expandidas en plantas de cacao ‘Amelonado’ y ‘RIM 78’ a los 72 días de emergidas, creciendo en vivero. Mayagüez, Puerto Rico, 2015. Barras de colores distintos representan valores significativamente diferentes.

En otros estudios, bioestimulantes como los extractos de alga marina, los péptidos y los aminoácidos han aumentado la concentración de clorofila en hojas expandidas de mango y aguacate (Morales-Payan, 2013; Olivera y Morales-Payán, 2011). Es posible que los efectos de los bioestimulantes sobre la concentración de clorofila de las hojas dependan de factores como la especie, el clon, y las condiciones de luz y nutrientes disponibles para las plantas, factores todos que han sido asociados a concentración de clorofila en plantas (Minotta & Pinzauti, 1996; Neves et al., 2013).

6.6 Concentración de nitrato en la savia. Los resultados fueron sometidos a la prueba no paramétrica de Kruskal & Wallis. No hubo efecto significativo de clon ni de bioestimulantes en

la concentración de nitrato en la savia de las hojas expandidas a los 154 días de emerger las plantas (Apéndice C-6). En promedio, la concentración de nitrato en savia en esas hojas fue de 39.2 partes por millón. En plantas adultas (más de 4 años en el predio) ya en edad de producir frutos, Cantarutti et al. (2007) establecieron que concentraciones de 19 a 23g de nitrógeno por kilogramo de hoja expandidas secas era suficiente para una buena producción de frutos, lo cual correspondió a valores SPAD de entre 45 y 55. En la literatura disponible no encontramos valores de referencia de concentración de nitrógeno en materia seca de hojas de plantas de cacao en vivero (que es parte de la etapa juvenil en la que la planta no produce frutos). Así como en este experimento se encontraron diferencias en respuesta a bioestimulantes, en otros estudios se encontraron diferencias entre variedades en la respuesta a nitrógeno en vivero (Ribeiro, M. A., da Silva, J. O., Aitken, W. M., Machado, R. C. & Baligar, V. C.).

6.7 Tiempo necesario para alcanzar diámetro de tallo para injerto. Los resultados de tiempo necesario para alcanzar diámetro de tallo para injerto no tuvieron distribución normal, pero si homocedasticidad de varianzas. La prueba de Kruskal & Wallis mostró que había diferencias significativas atribuibles a los tratamientos de bioestimulantes y a los clones de cacao (Apéndice C-7).

Los efectos de los bioestimulantes fueron diferentes en los dos clones. En cacao ‘Amelonado’, las plantas tratadas con las formulaciones bioestimulantes a base de ácido fúlvico y del extracto de alga marina Stimplex® llegaron a tener suficiente diámetro de tallo para injerto de parche significativamente antes que las plantas control. Los demás tratamientos no fueron significativamente diferentes al control (Figura 14). En cambio, el ‘RIM78’ las plantas alcanzaron el diámetro para injerto más rápidamente que el control cuando fueron tratadas con el bioestimulante a base de ácido húmico y silicio (Figura 15).

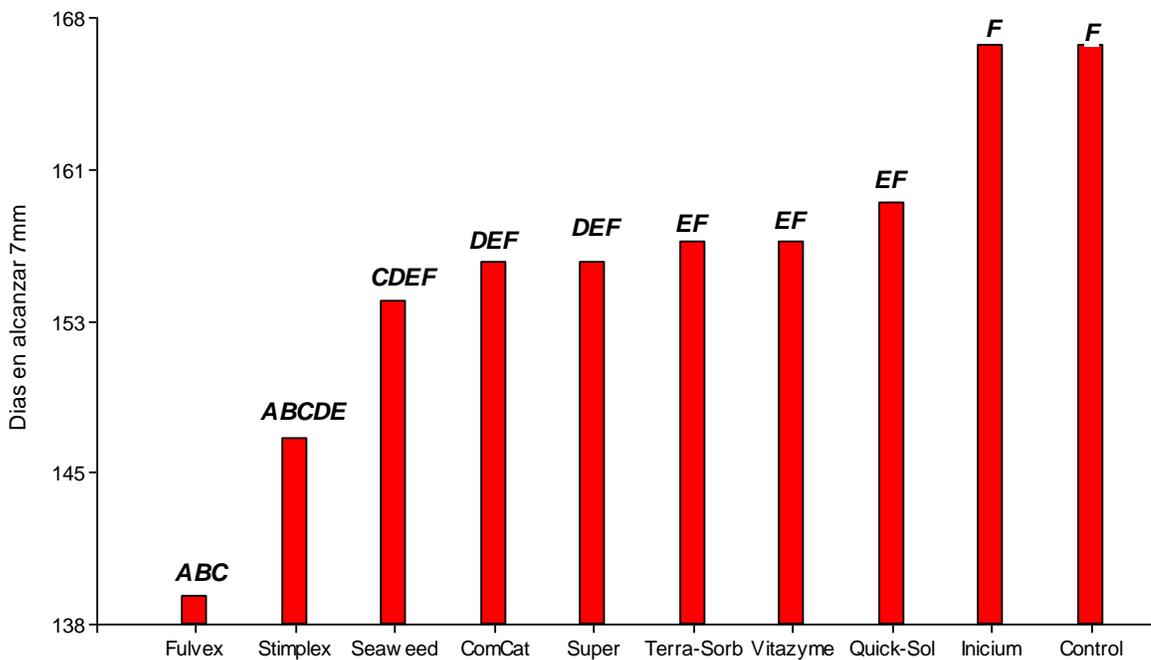


Figura 14. Tiempo para que los tallos llegaran a tener 7 mm de diámetro en el área de la cicatriz de los cotiledones en plantas de cacao ‘Amelonado’ tratadas con bioestimulantes. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

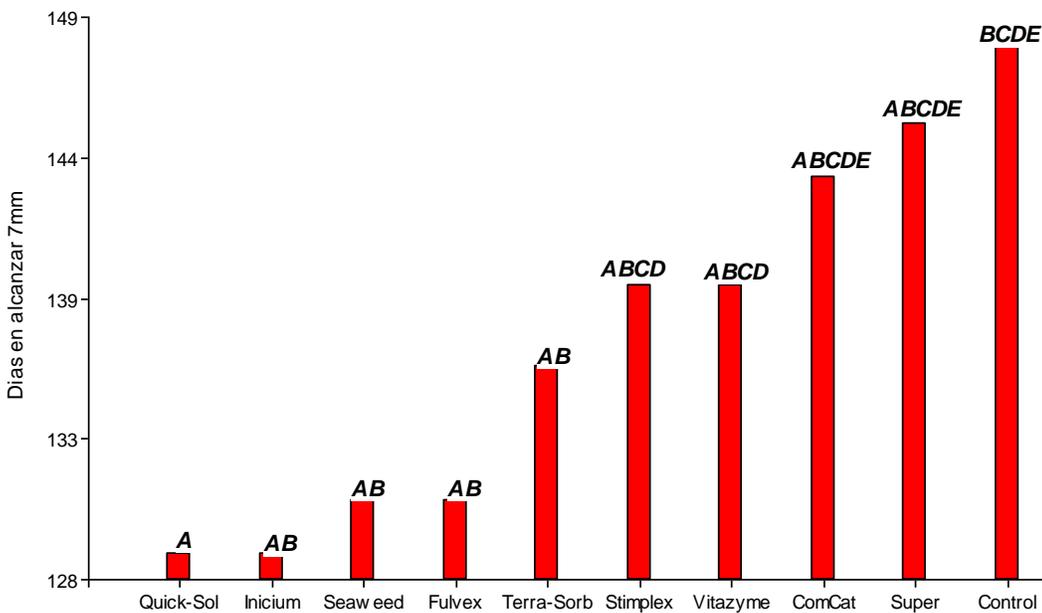


Figura 15. Tiempo para que los tallos llegaran a tener 7 mm de diámetro en el área de la cicatriz de los cotiledones en plantas de cacao ‘RIM 78’ tratadas con bioestimulantes. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

Las diferencias de respuesta de los dos clones son notables, y dado que las plantas de ambos clones emergieron al mismo tiempo, crecieron en el mismo lugar y fueron manejadas de la misma manera, debe atribuirse la diferencia de respuesta a los bioestimulantes a una diferente sensibilidad o capacidad de reacción de los genotipos a las formulaciones evaluadas. Más aun, en los experimentos descritos en los Capítulos 3 y 4 de esta tesis, conducidos entre julio 2014 y enero 2015 (empezando en un mes de temperatura más alta y terminando en meses más frescos) ‘Amelonado’ creció más rápido cuando fue tratado con el extracto de alga marina, y ‘RIM78’ creció más rápidamente cuando se trató con bioestimulantes nitrogenados (aminoácidos y péptidos). Esas respuestas fueron diferentes a las obtenidas en este experimento que empezó en diciembre 2014 (mes de temperatura más fresca) y terminó en junio 2015 (mes de temperatura más alta que diciembre). Debe considerarse la posibilidad de que la respuesta de las plantas de cacao no solamente dependa del clon, sino también de la temperatura y/o de otros factores ambientales.

6.8 Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces. El día final del experimento (168 días después de emerger), las plantas de ‘RIM 78’ tuvieron mayor cantidad de materia fresca en las hojas que las plantas de ‘Amelonado’. Se encontraron diferencias significativas en los efectos de bioestimulantes, resultando con mayor cantidad de materia fresca en hojas las plantas tratadas con la mezcla de vitaminas y auxinas (Super Thrive®), con la formulación de vitaminas + enzimas + triacontanol + brasinoesteroides naturales de origen vegetal (Organic Vitazyme®), y con la formulación de ácido fúlvico (Fulvex®) (Apéndice C-8). En ‘Amelonado’, esos bioestimulantes duplicaron la materia fresca de hojas con respecto al control, mientras que en ‘RIM 78’ el aumento fue de aproximadamente 15% sobre el control (Figura 16).

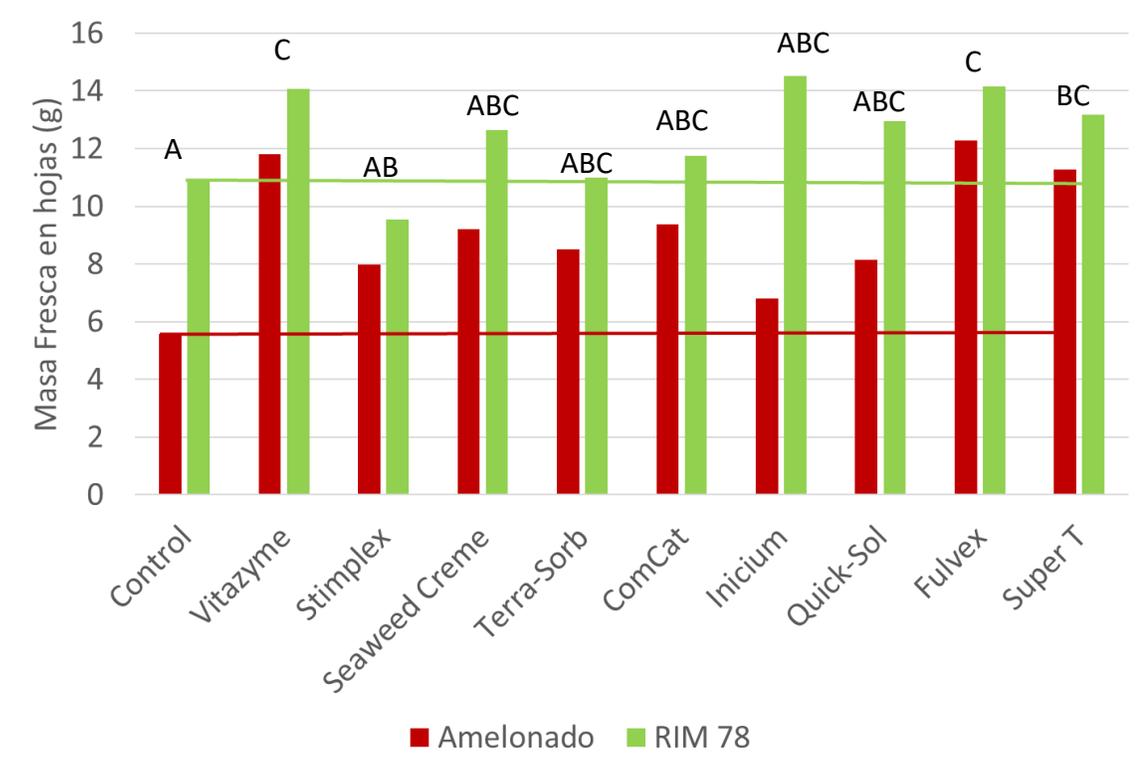


Figura 16. Efecto de bioestimulantes en la materia fresca de hojas de plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

No se encontraron diferencias significativas de masa fresca de raíz, independientemente del clon y los bioestimulantes aplicados (Apéndice C-8). En cambio, la prueba de Kruskal & Wallis reveló que hubo mayor peso fresco en el tallo de plantas tratadas con Super Thrive®, Seaweed Creme®, Organic Vitazyme® y Fulvex®, independientemente del clon. (Apéndice C-8). El aumento de peso fresco de tallo con esos bioestimulantes fue de entre 50 y 80% con respecto al control (Figura 17).

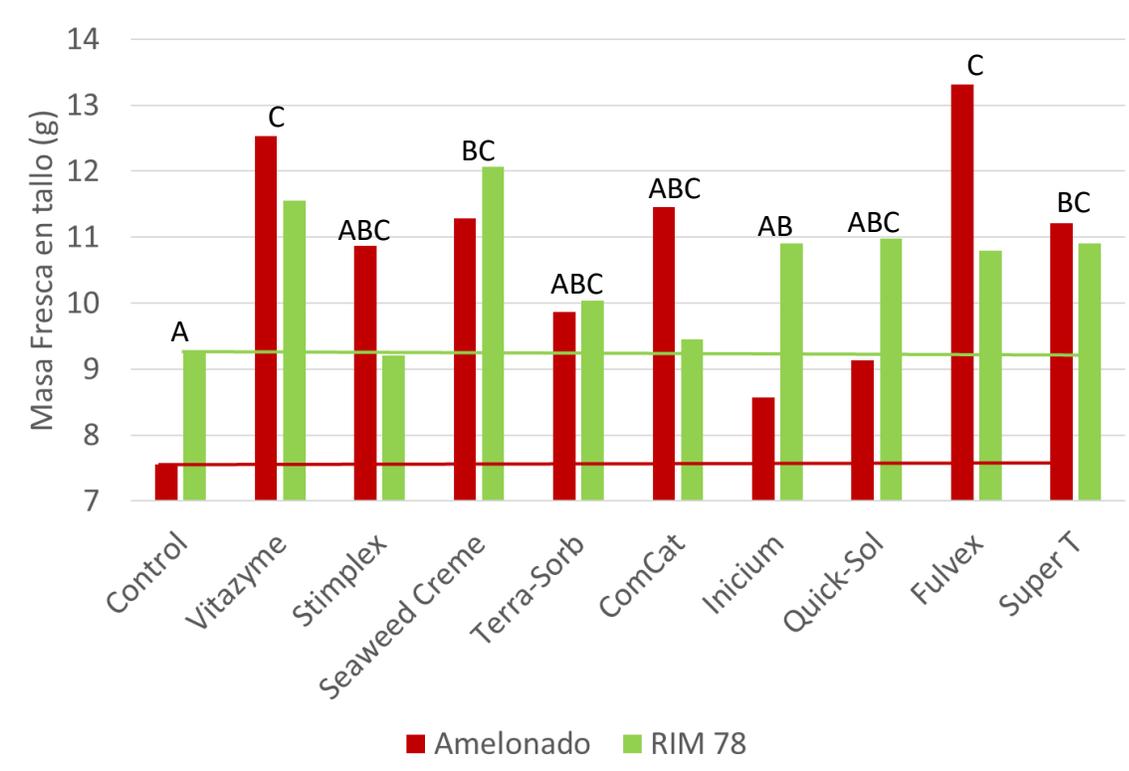


Figura 17. Efecto de bioestimulantes en la materia fresca de tallos de plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

Los resultados de materia seca de hojas cumplieron con los supuestos del análisis de varianza. No se encontraron diferencias significativas de materia seca de hojas en las plantas sometidas a los diferentes bioestimulantes, pero las plantas de ‘RIM 78’ tuvieron más materia seca de hojas que las plantas de ‘Amelonado’ (Apéndice C-8). Las plantas de ‘Amelonado’ acumularon 2.4 g de materia seca de hojas, mientras que las de ‘RIM 78’ acumularon 4.1 g en el mismo tiempo (Figura 18).

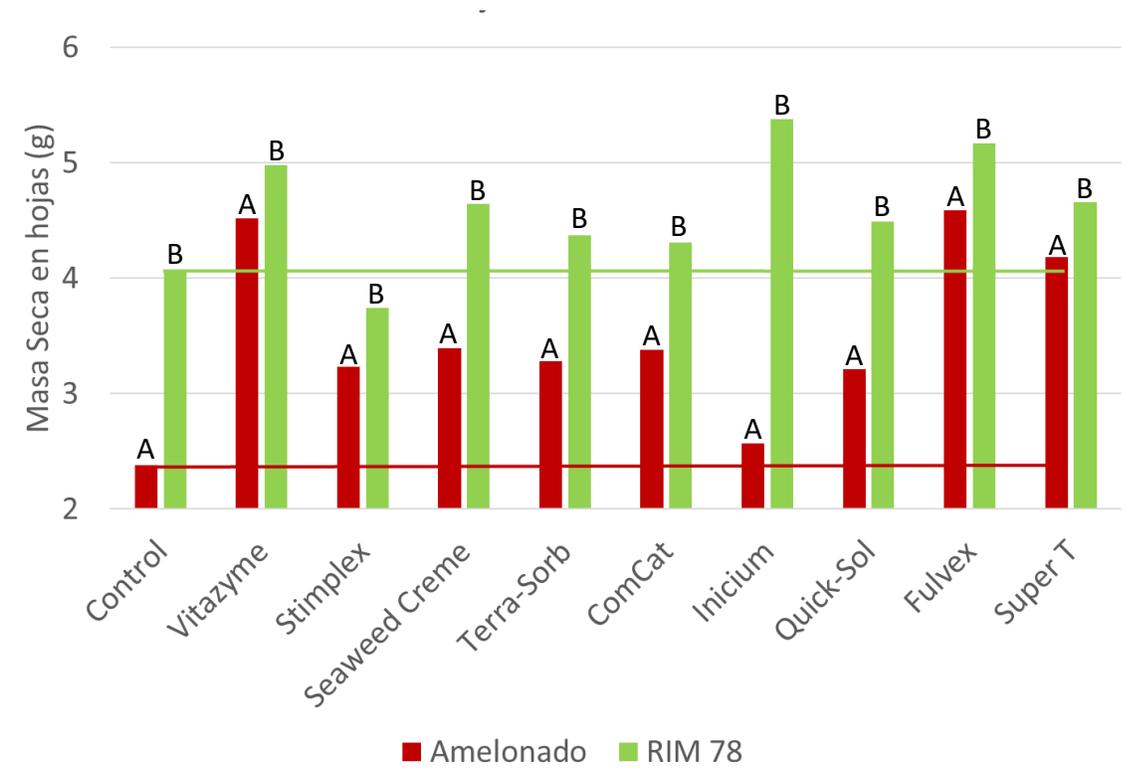


Figura 18. Efecto de bioestimulantes en la materia seca en hojas de plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’. Barras con las mismas letras no son significativamente diferentes. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

Los resultados de materia seca de tallo y raíz cumplieron con los supuestos de análisis de varianza. No se encontraron diferencias significativas de materia seca de tallo entre los tratamientos (Apéndice C-8). Los bioestimulantes no afectaron significativamente la cantidad de materia seca acumulada en las raíces, pero las plantas de ‘RIM 78’ tuvieron mayores valores de materia seca de raíz que las plantas de ‘Amelonado’ (Apéndice C-8). Mientras plantas de ‘Amelonado’ acumularon en promedio 1.9 g de materia seca en sus raíces, plantas de ‘RIM 78’ acumularon 2.3 g de materia seca, cerca de 21% más que las de ‘Amelonado’ (Figura 19).

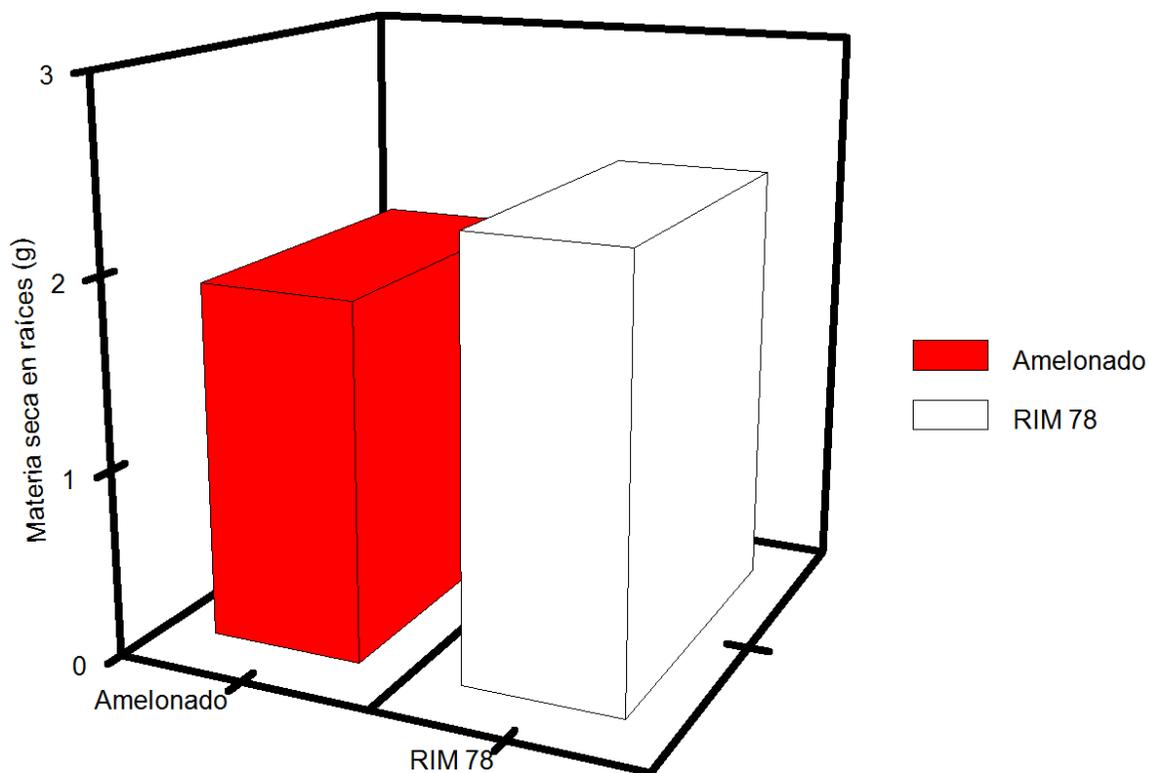


Figura 19. Efecto de bioestimulantes en la materia seca en las raíces de plantas de cacao ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’. Barras con colores distintos son significativamente diferentes. Mayagüez, Puerto Rico, 2015.

Estos resultados muestran que en las condiciones en que se efectuó este experimento, en general ‘RIM 78’ creció más que ‘Amelonado’. Los resultados también indican que estos clones de cacao respondieron diferentemente a los bioestimulantes evaluados, al menos en las dosis, frecuencia y forma de aplicación en que fueron utilizados en el experimento. En este experimento en particular, las diferencias en respuesta a los bioestimulantes deben atribuirse a diferencias genóticas, pues los factores ambientales durante el experimento fueron esencialmente los mismos para los dos clones. Sin embargo, las respuestas de los dos clones, cuando crecieron por separado (Capítulos 3 y 4 de esta tesis), no fueron las mismas que se observaron en el experimento en que crecieron simultáneamente en el mismo vivero (Capítulo 5

de esta tesis). Es posible que las respuestas de cada clon estén influenciadas por las condiciones de temperatura, luz y otros factores ambientales, además de los bioestimulantes. Investigaciones futuras pudieran concentrarse en estudiar esas posibilidades para poder elaborar recomendaciones más precisas sobre el uso de bioestimulantes en viveros de cacao para producción de patrones.

Cuadro 2. Análisis químico de la mezcla de aluvión utilizada en los tres experimentos

Contenido	Cantidad
pH	8.36
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	713
Materia orgánica (%)	3.72
Fósforo (mg P-PO ₄ /Kg)	11
Potasio (mg K/Kg)	107
Calcio (mg Ca/Kg)	5682
Magnesio (mg Mg/Kg)	703
Azufre (mg S-SO ₄ /Kg)	20
Hierro (mg Fe/Kg)	14
Manganeso (mg Mn/Kg)	8
Cinc (mg Zn/Kg)	8
Cobre (mg Cu/Kg)	1

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de esta investigación indican que el clon de cacao ‘RIM 78’ tuvo en general mayor crecimiento sobre el suelo que el clon ‘Amelonado’, pero no se encontraron diferencias significativas entre ellas en el sistema de raíces. Los resultados indican también que algunos bioestimulantes pueden ser útiles para acelerar el crecimiento de plantas de cacao de los clones ‘RIM 78’ y ‘Amelonado’ en condiciones de vivero.

Sin embargo, cuales bioestimulantes fueron eficaces acelerando el crecimiento de cacao, sobre todo en el área de injerto (límite entre el hipocotilo y el epicotilo, o zona del tallo donde aparecen las cicatrices de los cotiledones) dependió del clon y del tiempo del año en que se hizo cada experimento. Esos resultados sugieren que tanto el genotipo (clon) como las condiciones ambientales tienen influencia marcada en las respuestas de crecimiento a la aplicación de bioestimulantes. Así, en el cacao ‘Amelonado’, todos los bioestimulantes fueron eficaces para acelerar el aumento de diámetro en la zona de injerto cuando la planta empezó su crecimiento en un mes cálido con fotoperiodo largo (julio) pero los bioestimulantes más eficaces para lograr ese efecto fueron una formulación de ácido fúlvico y un extracto de alga marina cuando la planta de cacao empezó a crecer en un mes fresco y con fotoperiodo más corto (diciembre). En ‘RIM 78’, cuando la planta empezó a crecer en un mes cálido y con fotoperiodo más largo (julio) el mejor efecto fue obtenido al aplicar aminoácidos o péptidos, mientras que si el crecimiento iniciaba en un mes más fresco y con fotoperiodo más largo el mejor efecto fue logrado con una formulación de ácido húmico con silicio.

Antes de que se puedan hacer recomendaciones generales sobre el uso de bioestimulantes en vivero de cacao, en estos dos clones de cacao recomendados para patrón; se deberían hacer otros experimentos, repetidos en diferentes épocas de año, para evaluar el efecto de condiciones

ambientales, con variaciones de las dosis y frecuencias de biostimulantes. Esa investigación ayudaría a esclarecer los efectos dependientes de ambiente y genotipo y a desarrollar recomendaciones adecuadas para cada patrón y ajustadas a las condiciones ambientales para obtener el mejor resultado posible del uso de bioestimulantes exógenos.

Suponiendo que un agricultor solo tuviese disponible un clon de ‘Amelonado’ para sembrarlo el segundo semestre del año, pero tiene pensado comprar un bioestimulante y necesita saber cuál bioestimulante se le recomienda basado en estos resultados, pues se le puede sugerir que si el extracto de algas no está disponible, mejor no utilice ninguno o trate con otro de los que no se usó en estos experimentos. Por otra parte, si ese mismo agricultor pregunta para un segundo semestre, se le debe recomendar el ácido fúlvico y/o el extracto de algas.

Si el agricultor que vimos anteriormente solo tuviese disponible un clon de ‘RIM 78’ para sembrarlo el segundo semestre del año, pero tiene pensado comprar un bioestimulante y necesita saber cuál bioestimulante se le recomienda basado en estos resultados, pues se le puede sugerir que si el aminoácido o el péptido no está disponible, mejor no utilice ninguno o trate con otro de los que no se usó en estos experimentos. Por otra parte, si ese mismo agricultor pregunta para un segundo semestre, se le debe recomendar el ácido fúlvico.

Aunque los niveles de nitrato en los pasados experimentos no presentaron diferencias significativas en ninguno de los casos, sería recomendable compararlos con lo que sería el nivel óptimo de nitrato en la savia del cacao. Hasta este estudio no se ha encontrado ninguna publicación que refleje cual sería ese nivel óptimo de nitrato para plantas de cacao en vivero perfectamente saludables.

8. LITERATURA CITADA

- Abdel-Mawgoud, A., A. Tantaway, M. M., Hafez. & H. A. Habib. 2010. Seaweed extract improves growth, yield and quality of different watermelon hybrids. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 6:161-168.
- Angulo Rodríguez, F. R. 2009. Evaluación de cuatro bioestimulantes comerciales en el desarrollo de plantas injertadas de cacao (*Theobroma cacao* L.) Cultivar Nacional. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Escuela Politécnica Superior de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 99 páginas.
- Batista, L. 2009. El cultivo del cacao. Guía Técnica. Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal. Santo Domingo, República Dominicana. 232 páginas.
- BioIbérica. 2016. AminoQuelant-K Low pH. <https://www.bioiberica.com/salud-vegetal/soluciones-para-el-estres-vegetal/>. Revisado octubre 26, 2016.
- Cantarutti, R. B., de Barros, N. F., Martinez, H. E., Novais, R. F. 2007. Avaliação da Fertilidade do Solo e Recomendação de Fertilizantes. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. P. 769-872.
- Calvo, P., L. Nelson, & J. W. Kloepper. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil* 383:3-41.
- Davière, J. & P. Achard. 2013. Gibberellin signaling in plants. *Development* 140:1147-1151.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. Balzanari, L. González, M. Tablada, & C. W. Robledo. 2016. INFOSTAT, Software Estadístico. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Dubon, A. & J. Sánchez. 2011. Manual de producción de cacao. La Lima, HN, FITIA.
- FAO. 2016. Statistics for cocoa production in 2013. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Revisado octubre 11, 2016.
- Fraser, G. A., & C. G. Percival. 2003. The influence of biostimulants on growth and vitality of three urban tree species following transplanting. *Arboricultural Journal* 27:43-57.
- Gutiérrez, M., R. Gómez, & N. F. Rodríguez. 2011. Comportamiento del crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero, sembradas en diferentes volúmenes de sustrato. *CORPOICA Ciencias y Tecnología Agropecuaria* 12:33-42.
- Graziani de Fariñas, L., Ortiz de Bertorelli, L., Angulo, Johanna, & Parra, P. (2002). Características físicas del fruto de cacaos tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de Cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 52(3), 343-362. Recuperado en 10 de diciembre de 2016

- Khan, W, U. Rayirath, S. Subramanian, M. N. Jithesh, P. Rayorath, D. M. Hodges, A. T. Critchley, J. S. Craigie, J. Norrie, & B. Prithiviraj. 2009. Seaweed Extracts as Biostimulants of Plant Growth and Development. *Journal of Plant Growth Regulation* 28:386-399.
- Kubota, A., T. L. Thompson, T. A. Doerge, & R. E. Godin. 1996. A petiole sap nitrate test for cauliflower. *HortScience*, 31:934-937
- Kunicki, E., A. Grabowska, A. Sękara & R. Wojciechowska. 2010. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Horticulturae* 22/2: 9-13.
- Leite, J. & A. Martins, A. 2007. Efeito do ácido indol butírico, época de coleta no enraizamento de estacas semilenhosas do cacauero. *Revista Brasileira Fruticultura* 29:204-208.
- López Andrade, P. 2011. Paquete tecnológico de cacao: Producción de planta. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Huimanguillo, Tabasco, México. 10 paginas.
- Luna, K. 2003. Utilización de tres dosis de ácido indolbutírico en el enraizamiento de clones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Pucallpa. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Ucayali, Perú. 51 páginas.
- Maini, P. 2006. The experience of the first biostimulant, based on amino acids and peptides: a short retrospective review on the laboratory researches and the practical results. *Fertilitas Agrorum* 1:29-43.
- Melkamu, M., T. Seyoum & K. Woldetsadik. 2008. Effects of pre- and postharvest treatments on changes in sugar content of tomato. *African Journal of Biotechnology* 8:860-872.
- Minotta, G., & S. Pinzauti. 1996. Effects of light and soil fertility on growth, leaf chlorophyll content and nutrient use efficiency of beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings. *Forest Ecology and Management* 86:61-71.
- Morales-Payan, J. P., N. Toro & J. Norrie. 2010. Influence of a commercially available extract of the brown algae *Ascophyllum nodosum* on coffee plants in the nursery stage and in the reproductive stage. *Proc. Plant Growth Regulation Society of America Annual Meeting* 37:154-156.
- Morales-Payan, J. P. & J. Norrie. 2010. Effects of foliar applications of an extract of the growth alga *Ascophyllum nodosum* on avocado (*Persea americana*) transplant growth and thrips infestation. *Proc. Plant Growth Regulation Soc. of America Annual Meeting* 37:122-125.
- Morales-Payan, J. P. 2009a. Growth acceleration of quenepa (*Melicoccus bijugatus*) rootstock with an amino acid blend and a kelp extract. *Proc. Caribbean Food Crops Society* 45:211-214.

- Morales-Payan, J. P. 2009b. Using an *Ascophyllum nodosum* extract and an amino acid mixture to hasten the growth in nursery of recently budded Tahiti lime (*Citrus latifolia* Tanaka). Proc. Plant Growth Regulation Society of America Annual Meeting 36:145-149.
- Morales-Payan, J. P. & W. M. Stall. 2005. Papaya transplant growth as affected by 5-aminolevulinic acid and nitrogen fertilization. Proc. Florida State Horticulture Society 118:263-265.
- Morales-Payan, J. P. & W. Stall. 2004. Passion fruit (*Passiflora edulis*) transplant production is affected by selected biostimulant. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 117: 224-227.
- Morales-Payan, J. P. 2008. Using a Commercial Mixture of Amino Acids and a Commercial Extract of *Ascophyllum* Kelp to Reduce the Time in Nursery of ‘Duncan’ and ‘Marsh’ Grapefruits (*Citrus paradisi* Macf.) in Puerto Rico. Proceedings of the Caribbean Food Crops Society 44:416-419.
- Morales-Payan, J. P. 2013. Effects of an agricultural extract of the brown alga, *Ascophyllum nodosum* (Phaeophyceae), on mango, *Mangifera indica* (Anacardiaceae) grown for transplants in nursery. Life: The Excitement of Biology 1(2):111-117.
- Morales-Payan, J. P. 2010. Enhancing growth of mango in nursery using selected bioregulators. Proceedings of the Caribbean Food Crops Society 46:189-191.
- Morales-Payan, J. P. & W. Stall. 2003. Papaya (*Carica papaya*) response to foliar treatments with organic complexes of peptides and amino acids. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 116: 30-32.
- Morante Burgos, J. L. 2014. Efecto del activador de microorganismo Biorootz, sobre el comportamiento agronómico de plántulas en semilleros de cacao en la zona de Caracol, Los Ríos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador. 52 páginas.
- Neves, J. A., J. A. Silva, D. R. Barbosa, T. Sedyama, R. C. Teixeira, R. S. & Rocha. 2013. Agronomic performance of soybean genotypes in low latitude in Teresina-PI, Brazil. Journal of Agricultural Science 5:243-253.
- Okali, D.U.U., Owusu, J.K. 1975. Growth analysis and photosynthetic rates of cocoa (*Theobroma cacao* L.) seedlings in relation to varying shade and nutrient regimes. Ghana Journal of Agricultural Science (Ghana). v. 8(1) p. 51-67.
- Olivera Olivera, V. & J. P. Morales-Payan. 2010. Efecto de dos bioestimulantes en el crecimiento de plantas en vivero recién injertadas de aguacate ‘Wilson Popenoe’. Jornadas Científicas Subgraduadas del Colegio de Ciencias Agrícolas de la UPR (Dec. 6, 2010) 6:4.

- Olivera, V. & J. P. Morales-Payan. 2011. Effects of photosynthetically active radiation and soil application of an organic biostimulant on grafted avocado seedlings grown for transplants. Abstr. Society for Agricultural Sciences of Puerto Rico (SOPCA) 37:49.
- Ott, R. L. & M. Longnecker. 2010. An Introduction to Statistical Methods and Data Analysis, Sixth Edition. Brooks/Cole, California, USA. Page 417.
- Puentes-Páramo, Y. J., J. C. Menjivar-Flores, & F. Aranzazu-Hernández, 2016. Concentración de nutrientes en hojas, una herramienta para el diagnóstico nutricional en cacao. *Agronomía Mesoamericana*, 27:329-336.
- Ramírez, C. L. 2006. Manual Técnico: Cacao, producción de clones de calidad. CORPOICA. El Espinal. Colombia.
- Ramos, Y. M., A. T. Rivas García, & L. B. Villalta Cartagena. 2015. Evaluación de diferentes técnicas de injerto en cacao (*Theobroma cacao* L.) y su incidencia en el prendimiento en fase de vivero. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de El Salvador.
- Reyes-Hernández, E & A. M. Nuñez, 2004. Frecuencia de riego y niveles de fertilización en el desarrollo de plántulas de cacao en vivero. Páginas 23-33. En: Cacao, Resultados de Investigación. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales, Santo Domingo, República Dominicana. 73 páginas.
- Ribeiro, M. A., da Silva, J. O., Aitken, W. M., Machado, R. C. & Baligar, V. C. 2008. Nitrogen Use Efficiency in Cacao Genotypes. *Journal of Plant Nutrition*. Volume 31, 2008 - Issue 2.
- Richardson, A. D., S. P. Duigan, & G. P. Berlyn. 2002. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. *New Phytologist* 153:185-194.
- Santana Dastas, P. A., J. O. De Souza Jr., F. Pinto Gomez, & D. Oneiras Ribeiro. 2012. Estimativa não destrutiva do teor foliar de nitrogênio em cacauzeiro utilizando clorofilômetro. *Rev. Brasileira Fruticultura* 34:669-677.
- Santana, L. M., R. Gabriel, J. P. Morales-Payan, C. H. Puello, J. Mancebo, & F. Rondon. 2006. Effects of biostimulants on nursery growth of orange budded on volkamer lemon and 'Swingle' citrumelo. *Proc. Plant Growth Regulation Society of America Annual Meeting* 33:210-212.
- Sarojnee, D. Y., B. Navindra & S. Chandrabose. 2009. Effect of naturally occurring amino acid stimulants on the growth and yield of hot peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Animal & Plant Sciences* 5:414 - 424.
- Spann, T. M., & H. A. Little. 2011. Applications of a commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* increases drought tolerance in container-grown 'Hamlin' sweet orange nursery trees. *HortScience* 46:577-582.

- Sun, T., & F. Gluber. 2004. Molecular mechanism of gibberellin signaling in plants. *Annual Review of Plant Biology* 55:197-223.
- TARS (United States Department of Agriculture-Tropical Agriculture Research Station). 2014. Clones de cacao recomendados para Puerto Rico. <http://www.ars-grin.gov/may/documents/cacaowkshp/Catalogo.pdf>. Revisado noviembre 10, 2014.
- Vallejo Castillo, J. 1990. Evaluación del comportamiento de cuatro técnicas de injertación en diferentes híbridos de cacao (*Theobroma cacao* L.). Tesis de ingeniero agrónomo, Departamento de Agronomía Instituto Tecnológico de Costa Rica en San Carlos.
- Westerveld, S.M., McKeown, A.W., Scott-Dupree, C.D., McDonald, M.R. 2003. Chlorophyll and nitrate meters as nitrogen monitoring tools for selected vegetables in Southern Ontario. *Acta Hort.* 627:259–266.

9. APÉNDICES

Apéndice A. Análisis de varianzas del primer experimento con el clon Amelonado.

Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete InfoStat (Di Rienzo et al., 2016)

A-1 Altura de la planta

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad el último día (169)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Altura (cm)	100	0.00	5.43	0.99	0.9055

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad el último día (169)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Altura (cm)	100	0.09	6.8E-04	76.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	98.80	9	10.98	1.01	0.4402
Tratamientos	98.80	9	10.98	1.01	0.4402
Error	980.67	90	10.90		
Total	1079.46	99			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza del último día (169)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm)	100	0.11	0.02	16.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	366.35	9	40.71	1.25	0.2728
Tratamientos	366.35	9	40.71	1.25	0.2728
Error	2920.22	90	32.45		
Total	3286.57	99			

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la altura de las plantas

A-2 Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad el último día (169)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Altura hipocotilo (cm..	100	0.00	0.76	0.96	0.0207

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad el último día (169)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Altura hipocotilo (cm..	100	0.09	0.00	88.14

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.21	9	0.25	0.97	0.4717
Tratamiento	2.21	9	0.25	0.97	0.4717
Error	22.83	90	0.25		
Total	25.04	99			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Altura hipocotilo (cm)	ComCat	10	6.79	0.62	6.80	7.17	0.6164
Altura hipocotilo (cm)	Control	10	6.49	1.19	6.75		
Altura hipocotilo (cm)	Fulvex	10	6.76	0.98	7.00		
Altura hipocotilo (cm)	Inicium	10	7.27	0.49	7.20		
Altura hipocotilo (cm)	Quick-Sol	10	6.97	0.68	7.05		
Altura hipocotilo (cm)	Seaweed	10	6.82	0.77	7.10		
Altura hipocotilo (cm)	Stimplex	10	6.70	0.74	6.90		
Altura hipocotilo (cm)	Super	10	7.04	0.71	6.75		
Altura hipocotilo (cm)	Terra-Sorb	10	7.17	0.75	7.15		
Altura hipocotilo (cm)	Vitazyme	10	6.66	0.86	6.50		

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la altura del hipocotilo

A-3 Diámetro del tallo

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad el último día (169)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ Diametro (mm)	100	0.00	0.13	0.97	0.0966

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad el último día (169)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RAIZ Diametro (mm)	100	0.22	0.14	69.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.13	9	0.01	2.82	0.0058
Tratamiento	0.13	9	0.01	2.82	0.0058
Error	0.46	90	0.01		
Total	0.59	99			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p < \alpha$ (0.05) comprueba no que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Diametro (mm)	ComCat	10	7.30	0.44	7.45	9.94	0.3531
Diametro (mm)	Control	10	7.59	0.88	7.40		
Diametro (mm)	Fulvex	10	7.34	1.06	7.20		
Diametro (mm)	Inicium	10	7.36	0.92	7.25		
Diametro (mm)	Quick-Sol	10	7.49	0.57	7.30		
Diametro (mm)	Seaweed	10	7.31	0.76	7.05		
Diametro (mm)	Stimplex	10	7.96	0.51	7.90		
Diametro (mm)	Super	10	7.28	0.36	7.30		
Diametro (mm)	Terra-Sorb	10	7.48	0.87	7.55		
Diametro (mm)	Vitazyme	10	7.11	0.71	6.90		

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto al diámetro del tallo

A-4 Número de hojas expandidas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad el último día (169)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO # de Hojas	100	0.00	2.32	0.98	0.4122

H_o : residuos tienen distribución normal
 H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad el último día (169)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS # de Hojas	100	0.16	0.07	76.02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	32.18	9	3.58	1.88	0.0650
Tratamiento	32.18	9	3.58	1.88	0.0650
Error	171.16	90	1.90		
Total	203.34	99			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas
 H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza del último día (169)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# de Hojas	100	0.03	0.00	30.87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18.16	9	2.02	0.34	0.9587
Tratamiento	18.16	9	2.02	0.34	0.9587
Error	532.40	90	5.92		
Total	550.56	99			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$
 H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto al # de hojas

A-5 Concentración de clorofila en hojas expandidas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad el día 113

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO [Clorofila]	113	100	0.00	3.48	0.97
					0.1916

H_o : residuos tienen distribución normal
 H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad el día 113

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS [Clorofila]	113	100	0.06	0.00 70.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24.53	9	2.73	0.67	0.7303
Tratamiento	24.53	9	2.73	0.67	0.7303
Error	363.83	90	4.04		
Total	388.36	99			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza del día 113

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
[Clorofila]	113	100	0.13	0.04 10.48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	172.52	9	19.17	1.44	0.1825
Tratamiento	172.52	9	19.17	1.44	0.1825
Error	1196.85	90	13.30		
Total	1369.37	99			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia significativa de tratamientos con respecto a la clorofila de las hojas expandidas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad el día 139

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO [Clorofila]	139	100	0.00 4.93	0.97	0.0948

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad el día 139

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS [Clorofila]	139	100	0.08	0.00 82.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	80.30	9	8.92	0.90	0.5258
Tratamiento	80.30	9	8.92	0.90	0.5258
Error	888.73	90	9.87		
Total	969.02	99			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza del día 139

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
[Clorofila]	139	100	0.07	0.00 14.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	187.25	9	20.81	0.78	0.6369
Tratamiento	187.25	9	20.81	0.78	0.6369
Error	2406.50	90	26.74		
Total	2593.74	99			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia significativa de tratamientos con respecto a la clorofila de las hojas expandidas

A-6 Concentración de nitrato en la savia de hojas expandidas**Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO NO3 [ppm]	100	0.00	21.94	0.91	<0.0001

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS NO3 [ppm]	100	0.15	0.06	69.10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2184.63	9	242.74	1.60	0.1285
Tratamiento	2184.63	9	242.74	1.60	0.1285

Error	12113.14	80	151.41
Total	14297.77	89	

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
NO3 [ppm]	ComCat	10	28.33	17.94	19.00	6.22	0.7168
NO3 [ppm]	Control	10	35.11	22.87	31.00		
NO3 [ppm]	Fulvex	10	40.33	27.53	29.00		
NO3 [ppm]	Inicium	10	48.22	23.39	55.00		
NO3 [ppm]	Quick-Sol	10	34.67	19.84	32.00		
NO3 [ppm]	Seaweed	10	42.11	32.99	28.00		
NO3 [ppm]	Stimplex	10	31.22	26.66	24.00		
NO3 [ppm]	Super	10	33.33	23.45	25.00		
NO3 [ppm]	Terra-Sorb	10	27.67	16.30	22.00		
NO3 [ppm]	Vitazyme	10	26.56	14.01	23.00		

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto al NO₃

A-7 Tiempo necesario para alcanzar 7 mm de diámetro en el tallo

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Dias en alcanzar 7mm	100	0.00	17.68	0.91	<0.0001

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Dias en alcanzar 7mm	100	0.12	0.01	53.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	645.00	9	71.67	1.05	0.4132
Tratamiento	645.00	9	71.67	1.05	0.4132
Error	4795.49	70	68.51		
Total	5440.49	79			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	p
Dias en alcanzar 7mm	ComCat	10	160.00	20.15	0.0070
Dias en alcanzar 7mm	Control	10	151.25	19.71	
Dias en alcanzar 7mm	Fulvex	10	166.13	22.27	
Dias en alcanzar 7mm	Inicium	10	163.50	21.17	
Dias en alcanzar 7mm	Quick-Sol	10	154.75	17.85	
Dias en alcanzar 7mm	Seaweed	10	167.00	20.83	
Dias en alcanzar 7mm	Stimplex	10	128.50	10.58	
Dias en alcanzar 7mm	Super	10	156.50	16.73	
Dias en alcanzar 7mm	Terra-Sorb	10	162.63	18.31	
Dias en alcanzar 7mm	Vitazyme	10	170.50	17.55	

Trat.	Ranks
Stimplex	10.19 A
Quick-Sol	33.81 B
Control	33.81 B
Super	37.88 B
ComCat	42.81 B
Terra-Sorb	45.75 B
Inicium	46.56 B
Fulvex	49.38 B
Seaweed	50.69 B
Vitazyme	54.13 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamientos con respecto al tiempo en llegar a 7mm. Stimplex tardó menos tiempo en llegar a 7mm de diámetro a la altura del hipocotilo.

A-8 Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces al terminar el experimento de vivero

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Fresca en hojas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ Mf hojas (g)	100	0.00	0.48	0.97	0.2509

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Fresca en hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RAIZ Mf hojas (g)	100	0.14	0.05	68.85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.07	9	0.12	1.63	0.1172
Tratamiento	1.07	9	0.12	1.63	0.1172
Error	6.52	90	0.07		
Total	7.58	99			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la Materia Fresca en hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ Mf hojas (g)	100	0.11	0.02	22.55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.77	9	0.31	1.21	0.2970
Tratamiento	2.77	9	0.31	1.21	0.2970
Error	22.85	90	0.25		
Total	25.62	99			

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la Materia Fresca en hojas expandidas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Fresca en tallo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Mf tallo (g)	100	0.00	2.26	0.96	0.0600

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Fresca en tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
----------	---	----------------	-------------------	----

RABS LOG10 Mf tallo (g) 100 0.20 0.11 71.03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.09	9	0.01	2.43	0.0162
Tratamiento	0.09	9	0.01	2.43	0.0162
Error	0.39	90	4.3E-03		
Total	0.49	99			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Mf tallo (g)	ComCat	10	8.50	1.43	9.00	9.32	0.3932
Mf tallo (g)	Control	10	9.00	3.50	8.00		
Mf tallo (g)	Fulvex	10	8.80	2.70	8.50		
Mf tallo (g)	Inicium	10	8.60	2.37	8.00		
Mf tallo (g)	Quick-Sol	10	8.60	2.27	9.00		
Mf tallo (g)	Seaweed	10	8.70	2.95	9.00		
Mf tallo (g)	Stimplex	10	9.90	1.85	10.00		
Mf tallo (g)	Super	10	7.50	1.27	7.00		
Mf tallo (g)	Terra-Sorb	10	7.50	2.92	6.50		
Mf tallo (g)	Vitazyme	10	7.90	1.20	8.00		

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la materia fresca en tallo

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Fresca en la raíz

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Mf raíces (g)	100	0.00	1.77	0.98	0.4138

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Fresca en la raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS LOG10 Mf raíces (g)	100	0.19	0.11	69.91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.11	9	0.01	2.33	0.0208
Tratamiento	0.11	9	0.01	2.33	0.0208
Error	0.48	90	0.01		
Total	0.60	99			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias D.E.	Medianas	H	p
Mf raíces (g)	ComCat	10	6.20 1.48	6.00	9.48	0.3711
Mf raíces (g)	Control	10	6.80 2.15	6.50		
Mf raíces (g)	Fulvex	10	6.50 2.22	5.50		
Mf raíces (g)	Inicium	10	5.60 1.35	6.00		
Mf raíces (g)	Quick-Sol	10	6.70 1.89	6.50		
Mf raíces (g)	Seaweed	10	6.50 2.95	7.00		
Mf raíces (g)	Stimplex	10	7.30 1.25	7.00		
Mf raíces (g)	Super	10	5.50 1.18	5.50		
Mf raíces (g)	Terra-Sorb	10	5.70 1.64	6.00		
Mf raíces (g)	Vitazyme	10	5.60 1.71	6.00		

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la materia fresca en raíz

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Seca en las hojas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LOG10 Ms hojas (g)	100	0.00	0.17	0.93	<0.0001

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Seca en las hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Ms hojas (g)	100	0.19	0.11	92.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.55	9	0.62	2.39	0.0178

Tratamiento	5.55	9	0.62	2.39	0.0178
Error	23.20	90	0.26		
Total	28.75	99			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias D.E.	Medianas	H	p
Ms hojas (g) ComCat		10	2.10 0.74	2.00	5.48	0.6763
Ms hojas (g) Control		10	2.10 1.10	2.00		
Ms hojas (g) Fulvex		10	2.00 0.82	2.00		
Ms hojas (g) Inicium		10	2.00 1.05	2.00		
Ms hojas (g) Quick-Sol		10	1.90 0.32	2.00		
Ms hojas (g) Seaweed		10	2.00 0.94	2.00		
Ms hojas (g) Stimplex		10	2.30 0.48	2.00		
Ms hojas (g) Super		10	2.00 0.47	2.00		
Ms hojas (g) Terra-Sorb		10	1.70 0.95	1.50		
Ms hojas (g) Vitazyme		10	1.70 0.82	1.50		

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la materia seca en hojas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Seca en el tallo

Variable	n	Media D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ Ms tallo (g)	100	0.00 0.21	0.95	0.0092

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Seca en el tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RAIZ Ms tallo (g)	100	0.16	0.08	86.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.33	9	0.04	1.95	0.0553
Tratamiento	0.33	9	0.04	1.95	0.0553
Error	1.68	90	0.02		
Total	2.00	99			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Ms tallo (g)	ComCat	10	2.10	0.57	2.00	8.68	0.2164
Ms tallo (g)	Control	10	2.40	0.84	2.00		
Ms tallo (g)	Fulvex	10	2.60	0.84	2.00		
Ms tallo (g)	Inicium	10	2.30	0.48	2.00		
Ms tallo (g)	Quick-Sol	10	2.30	0.67	2.00		
Ms tallo (g)	Seaweed	10	2.20	0.92	2.00		
Ms tallo (g)	Stimplex	10	2.70	0.67	3.00		
Ms tallo (g)	Super	10	2.00	0.47	2.00		
Ms tallo (g)	Terra-Sorb	10	1.90	0.74	2.00		
Ms tallo (g)	Vitazyme	10	2.10	0.32	2.00		

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la materia seca en tallo

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Seca en las raíces

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ Ms raíces (g)	100	0.00	0.24	0.93	<0.0001

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Seca en la raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RAIZ Ms raíces (g)	100	0.09	3.4E-03	86.94

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.23	9	0.03	1.04	0.4172
Tratamiento	0.23	9	0.03	1.04	0.4172
Error	2.19	90	0.02		
Total	2.42	99			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias D.E.	Medianas	H	p
Ms raíces (g)	ComCat	10	2.10 0.57	2.00	5.64	0.6131
Ms raíces (g)	Control	10	2.20 0.79	2.00		
Ms raíces (g)	Fulvex	10	2.10 0.99	2.00		
Ms raíces (g)	Inicium	10	1.80 0.63	2.00		
Ms raíces (g)	Quick-Sol	10	2.20 0.63	2.00		
Ms raíces (g)	Seaweed	10	2.10 0.99	2.00		
Ms raíces (g)	Stimplex	10	2.30 0.48	2.00		
Ms raíces (g)	Super	10	1.80 0.42	2.00		
Ms raíces (g)	Terra-Sorb	10	1.90 0.74	2.00		
Ms raíces (g)	Vitazyme	10	1.80 0.42	2.00		

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la materia seca en raíces

Apéndice B. Análisis de varianza del segundo experimento con el clon RIM 78

Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete InfoStat (Di Rienzo et al., 2016)

B-1 Altura de la planta al final del experimento de vivero

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la altura de plantas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Altura (cm)	80	0.00	8.88	0.96	0.1525

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la altura de plantas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Altura (cm)	80	0.10	0.00	74.68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	217.01	9	24.11	0.86	0.5677

Tratamientos	217.01	9	24.11	0.86	0.5677
Error	1970.80	70	28.15		
Total	2187.81	79			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la altura de plantas el día 163

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm)	80	0.23	0.13	22.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1865.81	9	207.31	2.33	0.0233
Tratamientos	1865.81	9	207.31	2.33	0.0233
Error	6225.94	70	88.94		
Total	8091.75	79			

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=9.40467

Error: 88.9420 gl: 70

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Super	35.81	8	3.33	A
Stimplex	39.44	8	3.33	A
Quick-Sol	40.00	8	3.33	A
Control	41.13	8	3.33	A
Seaweed	42.19	8	3.33	A
Terra-Sorb	43.06	8	3.33	A
ComCat	43.56	8	3.33	A
Fulvex	44.06	8	3.33	A
Vitazyme	44.13	8	3.33	A
Inicium	55.38	8	3.33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamientos con respecto a la altura de las plantas. La prueba LSD Fisher demuestra que el tratamiento Inicium resultó ser significativamente mayor que todos incluyendo el control.

B-2 Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la altura del hipocotilo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Altura hipocotilo (cm..)	80	0.00	1.38	0.99	0.9938

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la altura del hipocotilo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Altura hipocotilo (cm..	80	0.20	0.10	79.06

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.34	9	1.37	1.97	0.0557
Tratamiento	12.34	9	1.37	1.97	0.0557
Error	48.67	70	0.70		
Total	61.01	79			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la altura del hipocotilo el día 163

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura hipocotilo (cm)	80	0.19	0.09	21.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	35.99	9	4.00	1.87	0.0715
Tratamiento	35.99	9	4.00	1.87	0.0715
Error	150.00	70	2.14		
Total	185.99	79			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la altura del hipocotilo

B-3 Diámetro del tallo en la zona de los cotiledones

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad del diámetro del tallo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Diámetro (mm)	80	0.00	0.94	0.98	0.6995

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad del diámetro del tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Diámetro (mm)	80	0.11	0.00	73.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.75	9	0.31	0.98	0.4652
Tratamiento	2.75	9	0.31	0.98	0.4652
Error	21.88	70	0.31		
Total	24.63	79			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza del diámetro del tallo el día 163

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (mm)	80	0.15	0.04	13.17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.34	9	1.37	1.36	0.2216
Tratamiento	12.34	9	1.37	1.36	0.2216
Error	70.38	70	1.01		
Total	82.72	79			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia entre tratamientos con respecto al diámetro del tallo

B-4 Número de hojas expandidas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad el último día (163)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO # de hojas	80	0.00	3.32	0.97	0.4812

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad el último día (163)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS # de hojas	80	0.11	1.2E-03	75.52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	36.16	9	4.02	1.01	0.4404
Tratamiento	36.16	9	4.02	1.01	0.4404
Error	278.38	70	3.98		
Total	314.54	79			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza del número de hojas en el último día (163)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# de hojas	80	0.19	0.09	23.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	206.01	9	22.89	1.84	0.0767
Tratamiento	206.01	9	22.89	1.84	0.0767
Error	872.38	70	12.46		
Total	1078.39	79			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia entre tratamientos con respecto al número de hojas expandidas

B-5 Concentración de clorofila en hojas expandidas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad el día 100

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO [Clorofila]	100	80	0.00	4.22	0.97

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad el día 100

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS [Clorofila]	100	80	0.12	0.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	65.84	9	7.32	1.11	0.3684
Tratamiento	65.84	9	7.32	1.11	0.3684
Error	461.94	70	6.60		
Total	527.78	79			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la concentración de clorofila el día 100

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
[Clorofila]	100	80	0.40	0.33 16.92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	952.94	9	105.88	5.28	<0.0001
Tratamiento	952.94	9	105.88	5.28	<0.0001
Error	1404.76	70	20.07		
Total	2357.70	79			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=4.46727

Error: 20.0680 gl: 70

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Super	23.34	8	1.58	A
Seaweed	23.36	8	1.58	A
Fulvex	24.39	8	1.58	A
Quick-Sol	24.41	8	1.58	A
Stimplex	24.83	8	1.58	A
ComCat	25.04	8	1.58	A
Vitazyme	26.73	8	1.58	A
Control	26.79	8	1.58	A
Inicium	31.74	8	1.58	B
Terra-Sorb	34.11	8	1.58	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamientos con respecto a la concentración de clorofila el día 100 luego de la emergencia. La prueba LSD Fisher demuestra que los tratamientos Inicium y Terra-Sorb resultaron ser significativamente mayor que todos incluyendo el control.

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad el día 128

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO [Clorofila]	128	80	0.00 6.63	0.94	0.0031

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ [Clorofila]	128	80	0.00 0.63	0.91	<0.0001

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LOG10 [Clorofila]	128..	80	0.00 0.11	0.88	<0.0001

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad el día 128

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS [Clorofila]	128	80	0.05	0.00 85.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	69.41	9	7.71	0.41	0.9264
Tratamiento	69.41	9	7.71	0.41	0.9264
Error	1321.17	70	18.87		
Total	1390.58	79			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
[Clorofila]	128	ComCat	8	32.56 4.90	32.20	6.80	0.6578
[Clorofila]	128	Control	8	30.90 8.30	31.45		
[Clorofila]	128	Fulvex	8	29.56 7.96	33.05		
[Clorofila]	128	Inicium	8	30.90 7.56	31.25		
[Clorofila]	128	Quick-Sol	8	34.01 8.62	36.70		
[Clorofila]	128	Seaweed	8	32.65 6.21	35.30		
[Clorofila]	128	Stimplex	8	36.38 5.35	35.90		
[Clorofila]	128	Super	8	30.36 8.37	30.05		
[Clorofila]	128	Terra-Sorb	8	31.79 5.73	33.65		
[Clorofila]	128	Vitazyme	8	30.88 6.19	32.10		

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la concentración de clorofila

B-6 Concentración de nitrato en la savia de hojas expandidas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad en el NO₃

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ NO3 [ppm]	69	0.00	1.74	0.96	0.1290

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad en el NO₃

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RAIZ NO3 [ppm]	69	0.32	0.22	66.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23.97	9	2.66	3.11	0.0040
Tratamiento	23.97	9	2.66	3.11	0.0040
Error	50.51	59	0.86		
Total	74.49	68			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
NO3 [ppm]	ComCat	7	33.29	23.75	25.00	7.40	0.5951
NO3 [ppm]	Control	7	31.86	17.28	27.00		
NO3 [ppm]	Fulvex	7	46.00	39.09	27.00		
NO3 [ppm]	Inicium	7	34.29	14.58	37.00		
NO3 [ppm]	Quick-Sol	6	56.00	15.47	61.50		
NO3 [ppm]	Seaweed	7	40.43	8.83	40.00		
NO3 [ppm]	Stimplex	7	48.14	28.63	52.00		
NO3 [ppm]	Super	7	43.71	25.88	40.00		
NO3 [ppm]	Terra-Sorb	7	32.29	13.59	31.00		
NO3 [ppm]	Vitazyme	7	41.71	28.98	37.00		

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la concentración de NO₃

B-7 Tiempo necesario para alcanzar 7 mm de diámetro en el tallo

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO INV Dias en llegar a ..	80	0.00	2.2E-03	0.71	<0.0001

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS INV Dias en llegar a ..	80	0.03	0.00	129.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.3E-06	9	7.0E-07	0.22	0.9907
Tratamiento	6.3E-06	9	7.0E-07	0.22	0.9907
Error	2.2E-04	70	3.2E-06		
Total	2.3E-04	79			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	p
INV_Dias en llegar a 7mm	ComCat	8	0.01	2.6E-03	0.0239
INV_Dias en llegar a 7mm	Control	8	0.01	2.1E-03	
INV_Dias en llegar a 7mm	Fulvex	8	0.01	2.4E-03	
INV_Dias en llegar a 7mm	Inicium	8	0.01	3.0E-03	
INV_Dias en llegar a 7mm	Quick-Sol	8	0.01	2.1E-03	
INV_Dias en llegar a 7mm	Seaweed	8	0.01	2.7E-03	
INV_Dias en llegar a 7mm	Stimplex	8	0.01	2.3E-03	
INV_Dias en llegar a 7mm	Super	8	0.01	2.1E-03	
INV_Dias en llegar a 7mm	Terra-Sorb	8	0.01	8.9E-04	
INV_Dias en llegar a 7mm	Vitazyme	8	0.01	2.3E-03	

Trat.	Ranks
Control	28.00 A
Quick-Sol	28.88 A
Super	30.50 A
Stimplex	33.88 A
Fulvex	36.44 A B
Vitazyme	36.94 A B
Seaweed	43.06 A B C
ComCat	48.50 A B C
Terra-Sorb	58.00 B C
Inicium	60.81 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamientos con respecto a el tiempo en llegar a 7mm de diámetro

B-8 Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces al terminar el experimento de vivero

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Fresca en hojas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Mf hojas (g)	80	0.00	5.88	0.96	0.0812

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Fresca en hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Mf hojas (g)	80	0.13	0.02	64.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	104.34	9	11.59	1.16	0.3313
Tratamiento	104.34	9	11.59	1.16	0.3313
Error	697.08	70	9.96		
Total	801.42	79			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la masa fresca en las hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mf hojas (g)	80	0.33	0.25	47.42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1371.76	9	152.42	3.91	0.0005
Tratamiento	1371.76	9	152.42	3.91	0.0005
Error	2727.13	70	38.96		
Total	4098.89	79			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=6.22435

Error: 38.9589 gl: 70

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Super	9.13	8	2.21	A	
Stimplex	9.75	8	2.21	A	B
Quick-Sol	10.88	8	2.21	A	B
Terra-Sorb	11.25	8	2.21	A	B
Control	11.25	8	2.21	A	B
Seaweed	11.50	8	2.21	A	B
ComCat	13.00	8	2.21	A	B
Fulvex	15.00	8	2.21	A	B
Vitazyme	15.88	8	2.21		B
Inicium	24.00	8	2.21		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamientos con respecto a la Materia Fresca en hojas. La prueba LSD Fisher demuestra que el tratamiento Inicium resultó ser significativamente mayor que todos incluyendo el control.

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Fresca en tallo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Mf tallo (g)	80	0.00	4.77	0.97	0.2167

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Fresca en tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Mf tallo (g)	80	0.21	0.11	58.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	106.01	9	11.78	2.09	0.0415
Tratamiento	106.01	9	11.78	2.09	0.0415
Error	393.80	70	5.63		
Total	499.81	79			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Mf tallo (g)	ComCat	8	12.13	3.52	11.50	19.92	0.0178
Mf tallo (g)	Control	8	10.50	4.38	9.50		
Mf tallo (g)	Fulvex	8	11.63	5.63	10.50		
Mf tallo (g)	Inicium	8	20.13	7.88	19.50		
Mf tallo (g)	Quick-Sol	8	9.00	4.14	8.50		
Mf tallo (g)	Seaweed	8	10.25	4.56	10.00		
Mf tallo (g)	Stimplex	8	8.50	4.21	7.00		
Mf tallo (g)	Super	8	8.13	3.31	7.50		
Mf tallo (g)	Terra-Sorb	8	12.50	4.78	12.50		
Mf tallo (g)	Vitazyme	8	14.38	6.48	14.50		

Trat.	Ranks
Super	25.19 A
Stimplex	26.75 A
Quick-Sol	30.63 A B
Seaweed	35.75 A B
Control	37.00 A B
Fulvex	41.63 A B
ComCat	45.56 A B C
Terra-Sorb	46.19 A B C
Vitazyme	50.88 B C
Inicium	65.44 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamientos con respecto a la Materia Fresca en tallo. La prueba de comparación de medias demuestra que los tratamientos Inicium, Vitazyme, Terra-Sorb y ComCat resultaron ser significativamente mayor que todos incluyendo el control.

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Fresca en raíces

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Mf raíces (g)	80	0.00	2.44	0.98	0.6683

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Fresca en raíces

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS LOG10 Mf raíces (g)	80	0.24	0.14	73.46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.31	9	0.03	2.40	0.0199
Tratamiento	0.31	9	0.03	2.40	0.0199
Error	1.01	70	0.01		
Total	1.32	79			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias D.E.	Medianas	H	p
Mf raíces (g)	ComCat	8	6.00 2.78	6.50	7.50	0.5738
Mf raíces (g)	Control	8	5.50 1.69	5.00		
Mf raíces (g)	Fulvex	8	5.38 2.33	6.50		
Mf raíces (g)	Inicium	8	7.75 3.28	7.00		
Mf raíces (g)	Quick-Sol	8	4.25 1.91	4.00		
Mf raíces (g)	Seaweed	8	5.13 1.46	5.00		
Mf raíces (g)	Stimplex	8	5.00 2.67	5.00		
Mf raíces (g)	Super	8	5.25 1.67	5.00		
Mf raíces (g)	Terra-Sorb	8	5.88 2.70	5.50		
Mf raíces (g)	Vitazyme	8	6.50 4.17	6.50		

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la Materia Fresca en raíces

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Seca en hojas

Variable	n	Media D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Ms hojas (g)	80	0.00 2.08	0.98	0.5775

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Seca en hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Ms hojas (g)	80	0.17	0.07	69.44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19.90	9	2.21	1.62	0.1275
Tratamiento	19.90	9	2.21	1.62	0.1275
Error	95.76	70	1.37		

Total	115.66	79
-------	--------	----

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la masa seca en las hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ms hojas (g)	80	0.38	0.31	46.45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	213.86	9	23.76	4.85	<0.0001
Tratamiento	213.86	9	23.76	4.85	<0.0001
Error	342.63	70	4.89		
Total	556.49	79			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.20623

Error: 4.8946 gl: 70

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Super	3.38	8	0.78	A	
Stimplex	3.63	8	0.78	A	B
Control	3.88	8	0.78	A	B
Quick-Sol	3.88	8	0.78	A	B
Seaweed	4.13	8	0.78	A	B
Terra-Sorb	4.25	8	0.78	A	B
ComCat	4.38	8	0.78	A	B
Fulvex	5.25	8	0.78	A	B
Vitazyme	5.63	8	0.78		B
Inicium	9.25	8	0.78		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamientos con respecto a la materia seca en hojas. La prueba LSD Fisher demuestra que el tratamiento Inicium resultó ser significativamente mayor que todos incluyendo el control.

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Seca en tallo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Ms tallo (g)	80	0.00	1.36	0.97	0.5256

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Seca en tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS LOG10 Ms tallo (g)	80	0.21	0.11	76.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.28	9	0.03	2.06	0.0448
Tratamiento	0.28	9	0.03	2.06	0.0448
Error	1.07	70	0.02		
Total	1.35	79			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias D.E.	Medianas	H	p
Ms tallo (g)	ComCat	8	2.88 0.64	3.00	18.89	0.0177
Ms tallo (g)	Control	8	2.63 1.30	2.00		
Ms tallo (g)	Fulvex	8	2.75 1.39	2.00		
Ms tallo (g)	Inicium	8	5.50 2.73	5.50		
Ms tallo (g)	Quick-Sol	8	2.00 0.76	2.00		
Ms tallo (g)	Seaweed	8	2.63 1.06	2.50		
Ms tallo (g)	Stimplex	8	2.13 1.13	2.00		
Ms tallo (g)	Super	8	2.00 0.53	2.00		
Ms tallo (g)	Terra-Sorb	8	3.63 1.41	3.50		
Ms tallo (g)	Vitazyme	8	3.63 2.07	4.00		

Trat.	Ranks
Super	26.75 A
Quick-Sol	27.00 A
Stimplex	28.94 A
Control	36.69 A B
Seaweed	38.38 A B
Fulvex	38.38 A B
ComCat	44.69 A B C
Vitazyme	48.25 A B C
Terra-Sorb	52.56 B C
Inicium	63.38 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

H_0 : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamientos con respecto a la Materia Seca en tallo. La prueba de comparación de medias demuestra que el tratamiento Inicium resultó ser significativamente mayor que todos incluyendo el control.

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la Materia Seca en raíz

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ Ms raíces (g)	80	0.00	0.28	0.96	0.1552

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la Materia Seca en raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RAIZ Ms raíces (g)	80	0.14	0.03	63.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.26	9	0.03	1.31	0.2500
Tratamiento	0.26	9	0.03	1.31	0.2500
Error	1.53	70	0.02		
Total	1.78	79			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la masa seca en las raíces

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ Ms raíces (g)	80	0.18	0.07	22.23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.33	9	0.15	1.70	0.1057
Tratamiento	1.33	9	0.15	1.70	0.1057
Error	6.08	70	0.09		
Total	7.41	79			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la materia seca en raíces.

Apéndice C. Análisis de varianza del tercer experimento con el clon Amelonado y RIM 78

Los análisis estadísticos fueron realizados con el paquete InfoStat (Di Rienzo et al., 2016)

C-1 Altura final de la planta

Análisis de la varianza de la altura el último día (147)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura (cm)	200	0.13	0.04	19.21

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1307.91	19	68.84	1.39	0.1379
Clon	683.70	1	683.70	13.78	0.0003
Tratamiento	188.80	9	20.98	0.42	0.9217
Clon*Tratamiento	429.30	9	47.70	0.96	0.4737
Error	8832.17	178	49.62		
Total	10140.08	197			

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

En tratamiento; $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la altura

En clon vs tratamiento; $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la altura en ambos clones

En clon $p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia del clon con respecto a la altura

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la altura de plantas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Altura (cm)	200	0.00	6.70	0.98	0.1739

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la altura de plantas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Altura (cm)	200	0.02	0.02	74.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	71.13	1	71.13	4.51	0.0350
Clon	71.13	1	71.13	4.51	0.0350
Error	3093.08	196	15.78		
Total	3164.21	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Clon	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Altura (cm)	Amelonado	100	34.82	6.28	36.00	11.50	0.0007
Altura (cm)	RIM 78	100	38.56	7.56	38.25		

Trat.	Ranks	
Amelonado	85.83	A
RIM 78	113.45	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los clones es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia del clon con respecto a la altura de plantas. La prueba de comparación de medias demuestra que el clon RIM 78 resultó ser significativamente mayor que Amelonado.

C-2 Distancia del sustrato a la cicatriz de cotiledones

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la altura del hipocotilo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Altura hipocotilo (cm..	200	0.00	1.12	0.99	0.7836

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la altura del hipocotilo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Altura hipocotilo (cm..	200	0.14	0.05	84.10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14.58	19	0.77	1.51	0.0879
Tratamiento	3.13	9	0.35	0.68	0.7251
Error	90.70	178	0.51		
Total	105.28	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la altura del hipocotilo del último día (147)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura hipocotilo (cm)	200	0.13	0.03	16.11

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	35.82	19	1.89	1.35	0.1560
Tratamiento	13.31	9	1.48	1.06	0.3937
Clon	2.44	1	2.44	1.75	0.1872
Tratamiento*Clon	20.22	9	2.25	1.61	0.1145
Error	247.94	178	1.39		
Total	283.76	197			

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

En tratamiento; $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la altura del hipocotilo

En clon vs tratamiento; $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la altura del hipocotilo en ambos clones

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon con respecto a la altura del hipocotilo

C-3 Diámetro del tallo en la zona de los cotiledones

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad del diámetro del tallo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Diámetro (mm)	200	0.00	1.06	0.98	0.1462

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad del diámetro del tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Diámetro (mm)	200	0.09	0.04	72.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.87	10	0.69	1.83	0.0578
Tratamiento	6.83	9	0.76	2.02	0.0388
Clon	0.04	1	0.04	0.12	0.7334
Error	70.16	187	0.38		
Total	77.03	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas
 H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En tratamiento $p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias D.E.	Medianas	H	p
Diámetro (mm)	ComCat	19	7.85 1.43	7.90	12.57	0.1822
Diámetro (mm)	Control	20	7.37 0.84	7.50		
Diámetro (mm)	Fulvex	20	8.38 0.80	8.45		
Diámetro (mm)	Inicium	20	7.67 1.30	7.70		
Diámetro (mm)	Quick-Sol	20	7.82 1.25	7.80		
Diámetro (mm)	Seaweed	20	8.02 1.43	8.35		
Diámetro (mm)	Stimplex	19	7.82 1.10	7.90		
Diámetro (mm)	Super	20	7.87 1.00	8.05		
Diámetro (mm)	Terra-Sorb	20	7.87 0.79	8.00		
Diámetro (mm)	Vitazyme	20	8.11 0.86	8.50		

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$
 H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a el diámetro

Análisis de la varianza del clon

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Diámetro (mm)	200	0.09	0.00	14.12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22.12	19	1.16	0.94	0.5327
Clon	1.11	1	1.11	0.90	0.3441
Error	220.12	178	1.24		
Total	242.24	197			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$
 H_a : al menos uno de los clones es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon con respecto a el diámetro

C-4 Número de hojas expandidas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad del número de hojas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO # de hojas	200	0.00	3.23	0.99	0.5145

H_o : residuos tienen distribución normal
 H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad del número de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS # de hojas	200	0.06	4.8E-03	80.70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	44.83	10	4.48	1.10	0.3679
Tratamiento	33.28	9	3.70	0.90	0.5237
Clon	11.77	1	11.77	2.87	0.0917
Error	765.56	187	4.09		
Total	810.39	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas
 H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza del número de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
# de hojas	200	0.31	0.24	25.26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	923.98	19	48.63	4.21	<0.0001
Tratamiento	156.42	9	17.38	1.51	0.1490
Clon	584.04	1	584.04	50.59	<0.0001
Tratamiento*Clon	177.14	9	19.68	1.70	0.0908
Error	2055.01	178	11.55		
Total	2978.99	197			

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.95308

Error: 11.5450 gl: 178

Clon	Medias	n	E.E.
Amelonado	11.74	100	0.34 A
RIM 78	15.18	100	0.34 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$
 H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

En tratamiento; $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto al número de hojas

En clon vs tratamiento; $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto al número de hojas en ambos clones

En clon $p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia del clon con respecto al número de hojas

C-5 Concentración de clorofila en hojas expandidas

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la clorofila día 72

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO [Clorofila]	200	0.00	4.00	0.97	0.0161

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la clorofila día 72

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS [Clorofila]	200	0.06	0.01	80.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	76.71	10	7.67	1.23	0.2731
Tratamiento	20.53	9	2.28	0.37	0.9498
Clon	56.18	1	56.18	9.02	0.0030
Error	1177.19	189	6.23		
Total	1253.90	199			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En clon $p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis día 72

Variable	Clon	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
[Clorofila]	Amelonado	100	26.95	4.86	28.15	44.97	<0.0001
[Clorofila]	RIM 78	100	31.56	3.37	31.45		

Trat.	Ranks
Amelonado	73.06 A
RIM 78	127.95 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los clones es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de los clones con respecto a la concentración de clorofila

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la clorofila día 147

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO [Clorofila]	200	0.00	4.03	0.99	0.9562

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la clorofila día 147

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS [Clorofila]	200	0.10	0.05	77.31

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	124.12	10	12.41	2.10	0.0267
Tratamiento	35.91	9	3.99	0.67	0.7319
Clon	86.94	1	86.94	14.68	0.0002
Error	1107.32	187	5.92		
Total	1231.43	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En clon $p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la clorofila día 147

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
[Clorofila]	200	0.07	0.00	10.73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	241.97	19	12.74	0.71	0.8057
Tratamiento	72.44	9	8.05	0.45	0.9067
Clon	4.08	1	4.08	0.23	0.6342
Tratamiento*Clon	166.37	9	18.49	1.03	0.4175
Error	3193.01	178	17.94		
Total	3434.98	197			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

En tratamiento; $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la concentración de clorofila

En clon vs tratamiento; $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamientos con respecto a la concentración de clorofila en ambos clones

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis día 147

Variable	Clon	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
[Clorofila]	Amelonado	100	39.61	3.26	39.20	0.05	0.8146
[Clorofila]	RIM 78	100	39.31	4.95	39.55		

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los clones es distinto del resto

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon con respecto a la concentración de clorofila

C-6 Concentración de nitrato en la savia

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad de la concentración de NO₃

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ NO3 [ppm]	200	0.00	1.91	0.95	<0.0001

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de la concentración de NO₃

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RAIZ NO3 [ppm]	200	0.06	0.01	61.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.73	10	1.27	1.29	0.2385
Tratamiento	11.94	9	1.33	1.35	0.2163
Clon	0.74	1	0.74	0.75	0.3865
Error	184.44	187	0.99		
Total	197.17	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis para NO₃

Variable	Tratamiento	Clon	N	Medias	D.E.	p
NO3 [ppm]	ComCat	Amelonado	10	32.00	14.94	0.5227
NO3 [ppm]	ComCat	RIM_78	9	34.33	20.96	
NO3 [ppm]	Control	Amelonado	10	48.90	30.80	
NO3 [ppm]	Control	RIM_78	10	20.90	10.29	
NO3 [ppm]	Fulvex	Amelonado	10	26.60	13.93	
NO3 [ppm]	Fulvex	RIM_78	10	34.90	24.81	
NO3 [ppm]	Inicium	Amelonado	10	42.90	28.68	
NO3 [ppm]	Inicium	RIM_78	10	31.60	24.73	
NO3 [ppm]	Quick-Sol	Amelonado	10	33.30	24.79	
NO3 [ppm]	Quick-Sol	RIM_78	10	45.20	31.41	
NO3 [ppm]	Seaweed	Amelonado	10	31.50	18.08	
NO3 [ppm]	Seaweed	RIM_78	10	44.00	26.88	
NO3 [ppm]	Stimplex	Amelonado	10	40.40	29.67	
NO3 [ppm]	Stimplex	RIM_78	9	38.22	28.86	
NO3 [ppm]	Super	Amelonado	10	41.60	27.03	
NO3 [ppm]	Super	RIM_78	10	41.50	27.44	
NO3 [ppm]	Terra-Sorb	Amelonado	10	38.30	19.45	
NO3 [ppm]	Terra-Sorb	RIM_78	10	56.90	30.77	
NO3 [ppm]	Vitazyme	Amelonado	10	49.40	30.93	
NO3 [ppm]	Vitazyme	RIM_78	10	51.60	31.81	

$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de clones ni tratamiento con respecto a la concentración de clorofila

C-7 Tiempo necesario para alcanzar diámetro de tallo para injerto

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Dias en alcanzar 7mm	200	0.00	15.97	0.95	<0.0001

H_0 : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad de días en alcanzar 7mm

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Dias en alcanzar 7mm	200	0.05	0.00	57.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo.	569.17	10	56.92	0.89	0.5449
Tratamiento	524.07	9	58.23	0.91	0.5184
Clon	47.92	1	47.92	0.75	0.3882
Error	11977.84	187	64.05		
Total	12547.00	197			

H_0 : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis para días en alcanzar 7mm

Variable	Tratamiento	Clon	N	Medias	D.E.	p
Dias en alcanzar 7mm	ComCat	Amelonado	9	155.89	13.61	<0.0001
Dias en alcanzar 7mm	ComCat	RIM_78	9	143.44	17.77	
Dias en alcanzar 7mm	Control	Amelonado	9	166.78	7.38	
Dias en alcanzar 7mm	Control	RIM_78	9	148.11	13.61	
Dias en alcanzar 7mm	Fulvex	Amelonado	9	138.78	10.17	
Dias en alcanzar 7mm	Fulvex	RIM_78	9	131.00	15.65	
Dias en alcanzar 7mm	Inicium	Amelonado	9	166.78	10.17	
Dias en alcanzar 7mm	Inicium	RIM_78	9	129.44	17.77	
Dias en alcanzar 7mm	Quick-Sol	Amelonado	9	159.00	15.65	
Dias en alcanzar 7mm	Quick-Sol	RIM_78	9	129.44	12.99	
Dias en alcanzar 7mm	Seaweed	Amelonado	9	154.33	18.52	
Dias en alcanzar 7mm	Seaweed	RIM_78	9	131.00	15.65	
Dias en alcanzar 7mm	Stimplex	Amelonado	9	146.56	17.77	
Dias en alcanzar 7mm	Stimplex	RIM_78	9	138.78	18.67	
Dias en alcanzar 7mm	Super	Amelonado	9	155.89	16.83	
Dias en alcanzar 7mm	Super	RIM_78	9	145.00	12.12	
Dias en alcanzar 7mm	Terra-Sorb	Amelonado	9	157.44	14.76	
Dias en alcanzar 7mm	Terra-Sorb	RIM_78	9	135.67	15.65	
Dias en alcanzar 7mm	Vitazyme	Amelonado	9	157.44	12.99	
Dias en alcanzar 7mm	Vitazyme	RIM_78	9	138.78	19.94	

Trat.	Ranks						
Quick-Sol:RIM_78	43.83	A					
Seaweed:RIM_78	48.56	A	B				
Fulvex:RIM_78	48.56	A	B				
Inicium:RIM_78	48.67	A	B				
Terra-Sorb:RIM_78	60.28	A	B				
Fulvex:Amelonado	66.67	A	B	C			
Stimplex:RIM_78	69.72	A	B	C	D		
Vitazyme:RIM_78	70.33	A	B	C	D		
ComCat:RIM_78	82.06	A	B	C	D	E	
Super:RIM_78	84.33	A	B	C	D	E	
Stimplex:Amelonado	89.22	A	B	C	D	E	
Control:RIM_78	93.78		B	C	D	E	
Seaweed:Amelonado	112.00			C	D	E	F
ComCat:Amelonado	115.72				D	E	F
Super:Amelonado	116.11				D	E	F
Terra-Sorb:Amelonado	120.22					E	F
Vitazyme:Amelonado	120.44					E	F

Quick-Sol:Amelonado	124.72	E	F
Inicium:Amelonado	147.28		F
Control:Amelonado	147.50		F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamientos con respecto a el tiempo en llegar a 7mm de diámetro

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis para días en alcanzar 7mm

Variable	Clon	N	Medias	D.E.	p
Dias en alcanzar 7mm	Amelonado	100	153.96	16.83	<0.0001
Dias en alcanzar 7mm	RIM 78	100	137.00	17.29	

Trat.	Ranks	
RIM 78	74.44	A
Amelonado	124.06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los clones es distinto del resto

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia del clon con respecto a el tiempo en llegar a 7mm de diámetro

C-8 Materia fresca y seca de hojas, tallo y raíces

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad en masa fresca de hojas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ Mf hojas (g)	200	0.00	0.75	0.99	0.5018

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad en masa fresca de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RAIZ Mf hojas (g)	200	0.07	0.00	77.39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.98	19	0.16	0.73	0.7831
Tratamiento	2.50	9	0.28	1.30	0.2413

Clon	1.8E-03	1	1.8E-03	0.01	0.9279
Tratamiento*Clon	0.50	9	0.06	0.26	0.9846
Error	38.12	178	0.21		
Total	41.10	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de la masa fresca de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RAIZ Mf hojas (g)	200	0.22	0.13	25.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	31.13	19	1.64	2.61	0.0005
Tratamiento	11.49	9	1.28	2.03	0.0384
Clon	14.16	1	14.16	22.52	<0.0001
Tratamiento*Clon	5.25	9	0.58	0.93	0.5025
Error	111.90	178	0.63		
Total	143.04	197			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

En clon $p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia del clon con respecto a la masa fresca de hojas

En tratamiento $p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamiento con respecto a la masa fresca de hojas

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.49739

Error: 0.6287 gl: 178

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
Control	2.77	20	0.18	A		
Stimplex	2.89	19	0.18	A	B	
Terra-Sorb	3.07	20	0.18	A	B	C
ComCat	3.10	19	0.18	A	B	C
Quick-Sol	3.11	20	0.18	A	B	C
Inicium	3.14	20	0.18	A	B	C
Seaweed	3.17	20	0.18	A	B	C
Super	3.38	20	0.18		B	C
Vitazyme	3.53	20	0.18			C
Fulvex	3.56	20	0.18			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con prueba de comparación de medias de tratamientos se refleja que Super T, Vitazyme y Fulvex resultaron tener mayor masa fresca de hojas que todos los demás incluyendo el control.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.22240

Error: 0.6287 gl: 178

Clon	Medias	n	E.E.	
Amelonado	2.90	100	0.08	A
RIM 78	3.44	100	0.08	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con prueba de comparación de medias de los clones se refleja que RIM 78 resultó tener mayor masa fresca de hojas que Amelonado.

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad en masa fresca de tallo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Mf tallo (g)	200	0.00	3.66	0.98	0.0441

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad en masa fresca de tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Mf tallo (g)	200	0.08	0.03	65.05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	61.76	10	6.18	1.57	0.1195
Tratamiento	61.48	9	6.83	1.73	0.0842
Clon	0.36	1	0.36	0.09	0.7613
Error	737.34	187	3.94		
Total	799.10	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis para masa fresca de tallo

Variable	Clon	N	Medias	D.E.	p
Mf tallo (g)	Amelonado	100	10.58	4.04	0.9426
Mf tallo (g)	RIM 78	100	10.54	3.80	

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon con respecto a la masa fresca de tallo

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis para masa fresca de tallo

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	p
Mf tallo (g)	ComCat	19	10.50	4.82	0.0403
Mf tallo (g)	Control	20	8.40	2.66	
Mf tallo (g)	Fulvex	20	12.05	3.51	
Mf tallo (g)	Inicium	20	9.74	4.28	
Mf tallo (g)	Quick-Sol	20	10.06	3.85	
Mf tallo (g)	Seaweed	20	11.68	4.62	
Mf tallo (g)	Stimplex	19	10.08	4.16	
Mf tallo (g)	Super	20	11.06	3.72	
Mf tallo (g)	Terra-Sorb	20	9.96	2.86	
Mf tallo (g)	Vitazyme	20	12.04	3.43	

Trat.	Ranks			
Control	65.98	A		
Inicium	85.48	A	B	
Terra-Sorb	90.83	A	B	C
Stimplex	92.37	A	B	C
Quick-Sol	92.70	A	B	C
ComCat	97.55	A	B	C
Super	109.98		B	C
Seaweed	115.23		B	C
Vitazyme	121.13			C
Fulvex	123.33			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

En tratamiento $p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia de tratamiento con respecto a la masa fresca de tallo. Los tratamientos Super T, Seaweed Creme, Vitazyme y Fulvex resultaron ser mucho mayor que el control.

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad en masa fresca de raíz

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Mf raíces (g)	200	0.00	2.56	0.98	0.3335

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad en masa fresca de raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS RAIZ Mf raíces (g)	200	0.09	0.04	74.99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.77	10	0.18	1.88	0.0498
Tratamiento	1.71	9	0.19	2.02	0.0389
Clon	0.06	1	0.06	0.61	0.4354
Error	17.58	187	0.09		
Total	19.35	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En tratamiento $p < \alpha$ (0.05) comprueba que no existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza del clon

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Mf raíces (g)	200	0.12	0.03	41.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	183.37	19	9.65	1.33	0.1702
Clon	14.84	1	14.84	2.04	0.1547
Tratamiento*Clon	71.56	9	7.95	1.09	0.3689
Error	1292.88	178	7.26		
Total	1476.25	197			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon con respecto a la masa fresca de raíz.

En clon vs tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon y tratamiento con respecto a la masa fresca de raíz.

Prueba de Análisis de la Varianza no paramétrica Kruskal Wallis para masa fresca de raíz

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	p
Mf raíces (g)	ComCat	19	6.19	2.88	0.0777
Mf raíces (g)	Control	20	5.41	1.78	
Mf raíces (g)	Fulvex	20	7.61	2.34	
Mf raíces (g)	Inicium	20	5.66	2.46	
Mf raíces (g)	Quick-Sol	20	6.34	3.67	
Mf raíces (g)	Seaweed	20	6.91	3.24	
Mf raíces (g)	Stimplex	19	6.27	2.72	
Mf raíces (g)	Super	20	6.88	2.81	
Mf raíces (g)	Terra-Sorb	20	6.27	2.36	
Mf raíces (g)	Vitazyme	20	7.61	2.36	

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos es distinto del resto

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamiento con respecto a la masa fresca de raíz

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad en masa seca de hojas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Ms hojas (g)	200	0.00	1.66	0.99	0.5689

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad en masa seca de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Ms hojas (g)	200	0.08	0.03	71.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15.35	10	1.54	1.67	0.0897
Tratamiento	14.07	9	1.56	1.70	0.0907
Clon	1.32	1	1.32	1.44	0.2320
Error	171.61	187	0.92		
Total	186.97	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza en masa seca de hojas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ms hojas (g)	200	0.20	0.11	43.24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	134.04	19	7.05	2.33	0.0022
Tratamiento	48.60	9	5.40	1.78	0.0748
Clon	60.77	1	60.77	20.04	<0.0001
Tratamiento*Clon	23.71	9	2.63	0.87	0.5545
Error	539.89	178	3.03		
Total	673.93	197			

H_o : $\mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamiento con respecto a la masa seca de hojas.

En clon $p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia del clon con respecto a la masa seca de hojas.

En clon vs tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon y tratamiento con respecto a la masa seca de hojas.

Test: LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.48851

Error: 3.0331 gl: 178

Clon	Medias	n	E.E.	
Amelonado	3.47	100	0.17	A
RIM 78	4.58	100	0.18	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con prueba de comparación de medias de tratamientos se refleja que RIM 78 resultó tener mayor masa seca de hojas que Amelonado.

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad en masa seca de tallo

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Ms tallo (g)	200	0.00	1.02	0.99	0.5057

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad en masa seca de tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Ms tallo (g)	200	0.06	0.01	68.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.07	10	0.41	1.23	0.2755
Tratamiento	4.05	9	0.45	1.36	0.2093
Clon	0.01	1	0.01	0.03	0.8598
Error	61.97	187	0.33		
Total	66.04	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de masa seca de tallo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ms tallo (g)	200	0.11	0.02	36.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	26.03	19	1.37	1.19	0.2704
Tratamiento	15.39	9	1.71	1.49	0.1563
Clon	2.26	1	2.26	1.97	0.1625
Tratamiento*Clon	8.53	9	0.95	0.82	0.5954
Error	204.88	178	1.15		
Total	230.91	197			

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamiento con respecto a la masa seca de tallo.

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon con respecto a la masa seca de tallo.

En clon vs tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon y tratamiento con respecto a la masa seca de tallo.

Prueba de Shapiro-Wilks para verificar normalidad en masa seca de raíz

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Ms raíces (g)	200	0.00	0.78	0.98	0.3702

H_o : residuos tienen distribución normal

H_a : residuos no tienen distribución normal

$p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe normalidad en los datos obtenidos

Prueba de Levene para verificar homocedasticidad en masa seca de raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS Ms raíces (g)	200	0.07	0.02	72.75

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2.89	10	0.29	1.38	0.1911
Tratamiento	2.89	9	0.32	1.53	0.1383
Clon	2.2E-03	1	2.2E-03	0.01	0.9182
Error	39.08	187	0.21		
Total	41.97	197			

H_o : residuos absolutos tienen homocedasticidad de varianzas

H_a : residuos absolutos no tienen homocedasticidad de varianzas

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

En clon $p > \alpha$ (0.05) comprueba que existe homocedasticidad en los datos obtenidos

Análisis de la varianza de masa seca de raíz

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ms raíces (g)	200	0.16	0.06	39.37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22.05	19	1.16	1.72	0.0366
Tratamiento	9.37	9	1.04	1.54	0.1362
Clon	6.74	1	6.74	9.99	0.0019
Tratamiento*Clon	6.09	9	0.68	1.00	0.4403
Error	120.16	178	0.68		
Total	142.21	197			

$H_o: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_t$

H_a : al menos uno de los tratamientos o clones es distinto del resto

En tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia de tratamiento con respecto a la masa seca de raíz.

En clon $p < \alpha$ (0.05) comprueba que hubo diferencia del clon con respecto a la masa seca de raíz.

En clon vs tratamiento $p > \alpha$ (0.05) comprueba que no hubo diferencia del clon y tratamiento con respecto a la masa seca de tallo.

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.23046

Error: 0.6751 gl: 178

Clon	Medias	n	E.E.
RIM_78	1.90	100	0.08 A
Amelonado	2.27	100	0.08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Con prueba de comparación de medias de tratamientos se refleja que Amelonado resultó tener mayor masa seca de raíz que RIM 78.

Apéndice D. Diseño experimental completamente al azar para Amelonado y RIM 78

D-1 Diseño experimental completamente al azar para Amelonado

TS	Vt	CC	Fx	QS	SC	ST	Sx	Ct	In	Fx	CC	QS	QS	CC	SC	TS	Sx	In	TS
Fx	Sx	SC	QS	ST	ST	CC	Ct	CC	Vt	TS	Ct	SC	Fx	ST	Ct	Vt	In	Ct	Sx
SC	CC	Sx	TS	Vt	Fx	In	QS	In	Sx	SC	ST	Vt	In	Vt	Sx	Fx	QS	Ct	QS
In	QS	Ct	Ct	In	CC	Vt	Fx	SC	TS	TS	Sx	In	Ct	Fx	QS	ST	CC	Vt	CC
ST	Ct	In	Vt	Sx	SC	TS	SC	QS	ST	CC	Fx	TS	Sx	Vt	ST	SC	Fx	TS	ST

Esta imagen muestra como se verían ubicados los tratamientos en el vivero desde arriba.

Ct	=Control		
Vt	=Vitazyme		
Sx	=Stimplex		
SC	=Seaweed Creme		
TS	=Terra-Sorb		
CC	=ComCat		
In	=Inicium		
QS	=Quick-Sol		
Fx	=Fulvex		
ST	=Super T		

D-2 Diseño experimental completamente al azar para RIM-78

Vt	ST	In	SC	Ct	CC	TS	Sx	Fx	QS	SC	ST	Sx	TS	Fx	SC	ST	Ct	CC	Fx
CC	Sx	QS	Vt	TS	ST	Ct	TS	In	Vt	CC	Ct	CC	SC	Ct	Vt	Sx	CC	Ct	TS
Fx	TS	SC	Vt	CC	In	QS	Fx	Sx	CC	Fx	TS	QS	In	QS	Sx	TS	QS	ST	SC
QS	Ct	Sx	ST	Ct	ST	In	SC	Ct	SC	Vt	SC	Fx	Vt	TS	In	ST	Vt	Ct	In
SC	In	QS	Fx	Fx	Sx	Vt	CC	ST	QS	TS	In	ST	Sx	CC	Vt	QS	Sx	In	Fx

Esta imagen muestra como se verían ubicados los tratamientos en el vivero desde arriba.

Ct	=Control		
Vt	=Vitazyme		
Sx	=Stimplex		
SC	=Seaweed Creme		
TS	=Terra-Sorb		
CC	=ComCat		
In	=Inicium		
QS	=Quick-Sol		
Fx	=Fulvex		
ST	=Super T		