

Respuesta vegetal de vitroplantas de malanga (*Xanthosoma sagitifolium*) a la aplicación de Vigortem®

Plant response of taro (*Xanthosoma sagitifolium*) vitroplants to application of Vigortem®

Autores:

Ing. Leydis Esther Liranza-Gonzalez¹, <https://orcid.org/0009-0008-8261-9283>

Dr C. Alberto Santillan-Fernández², <https://orcid.org/0000-0001-9465-1979>

MSc. Mauricio Antonio Carmona-Arellano², <https://orcid.org/0000-0002-5120-3647>

MSc. Mauricio Iván Andrade-Luna², <https://orcid.org/0009-0000-8032-5339>

MSc. Javier Vera-López², <https://orcid.org/0000-0002-8454-4288>

Organismos: ¹Universidad de Guantánamo-Cuba. Avenida Che Guevara km 1.5 Carretera a Jamaica, CP: 95100-Guantánamo, Cuba. ²Colegio de postgraduados, Campeche. México.

E-mail: leydis@cug.co.cu; asantillan@colpos.mx; mcarmona@colpos.mx; mauricio@colpos.mx; verajavier69@gmail.com

Fecha de recibido: 6 abr. 2023
Fecha de aprobado: 12 jun. 2023

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto del VIGORTEM® se realizaron dos ensayos a vitroplantas de malanga del clon "Viequera". Se trasladaron a la fase de aclimatización, en bandejas contentivas de suelo y materia orgánica, a una temperatura de 25±1°C, y una humedad relativa al 60%, en el periodo de septiembre a diciembre de 2021. Se evaluó la altura, número de hojas, diámetro del pseudotallo y la masa fresca y seca total. A partir de los datos obtenidos se compararon las medias con la prueba de Duncan, empleando el paquete estadístico Statgraphics. Versión. 5.1. Se obtuvo que la dosis de 6 L. ha⁻¹ de VIGORTEM® con tres frecuencias de aplicación es la más eficiente para lograr un adecuado proceso de aclimatización de las vitroplantas de malanga de alta calidad al generar las mayores utilidades 3893,97.

Palabras clave: Vitroplantas de malanga; Proceso de aclimatización; Respuesta vegetal

Abstract

With the objective of evaluating the effect of VIGORTEM®, two tests were carried out on taro plants of the "Viequera" clone. They were moved to the acclimatization phase, in trays containing soil and organic matter, at a temperature of 25±1°C, and a relative humidity of 60%, in the period from September to December 2021. The height, number of leaves, pseudostem diameter and total fresh and dry mass. From the data obtained, the means were compared with the Duncan test, using the Statgraphics statistical package. Version. 5.1. It was found that the dose of 6 L. ha⁻¹ of VIGORTEM® with three application frequencies is the most efficient to achieve an adequate acclimatization process of high-quality taro plants by generating the highest profits 3893.97.

Keywords: Taro vitroplants; Acclimatization process; Plant response

Introducción

La malanga, *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott, es una planta perenne de los trópicos y zonas húmedas, perteneciente a la familia de las Aráceas y consumida por el hombre desde tiempos remotos por el alto valor nutritivo de sus cormos. Comúnmente se reproducen de forma vegetativa y una de las principales limitantes del cultivo es la carencia de semilla de alta calidad (Matehus *et al.*, 2006; Milián-Jiménez, 2018; Guerra *et al.*, 2020).

Las técnicas modernas de producción de variedades mejoradas altamente homogéneas han provocado la reducción de la variabilidad genética de las especies cultivadas, ocasionando una erosión genética, es decir, la pérdida de la plasticidad en la respuesta del genoma frente a las alteraciones ambientales, siendo necesario recurrir a fuentes genéticas originales de la variabilidad que en consecuencia se deben conservar adecuadamente (Folgueras *et al.*, 2020).

Conociendo estas razones existe una alternativa viable, y más satisfactoria que las técnicas tradicionales para especies propagadas vegetativamente, que es la preservación de germoplasma *in vitro*. Esta ofrece nuevas estrategias para el mejoramiento de la productividad y la producción de material de siembra sano de malanga (*Xanthosoma* spp.) (Salazar, 1991; García *et al.*, 1999 y Montaldo *et al.*, 2004; Guerra *et al.*, 2020).

Son numerosas las sustancias que han sido empleadas en los medios de cultivo para reducir el ritmo de crecimiento de las plantas, entre las que pueden citarse el Manitol, Sorbitol, Ácido Salicílico y otras (López-Delgado y Scott, 1998), sin embargo, tanto la sustancia como su concentración, estarán en dependencia de la especie y dentro de éstas, los genotipos a conservar, por lo que resulta de gran importancia probar en cada laboratorio cuál es la sustancia idónea, y qué dosis emplear para lograr los mejores resultados (Castillo *et al.*, 2008).

Entre estos productos elaborados a partir de algas marinas y con sustancias húmicas se encuentra el Vigortem®, el mismo es un producto con alto contenido en fósforo y ácidos húmicos, especialmente diseñado para favorecer el enraizamiento de los cultivos, está especialmente indicado durante las primeras fases de desarrollo de los cultivos (Químicas Meristem. S. L, 2019). Su aplicación, experimentación y extensionismo, deberá hacerles prácticos y sostenibles en los agroecosistemas guatemaltecos.

Evaluar diferentes dosis del bioproducto VIGORTEM® en la fase de aclimatización de la línea de producción de vitroplantas de malanga de alta calidad.

Materiales y métodos

Ubicación

El trabajo se realizó en el laboratorio y aisladores biológicos dedicados a la biotecnología vegetal de la Empresa Agroforestal Cor. "Arturo Lince" en el municipio "El Salvador", a una temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, y una humedad relativa al 60%, en el periodo de septiembre de 2021 a septiembre de 2022.

Superficie experimental

La superficie experimental de donde se extrajo el suelo para el llenado de las bolsas estuvo sobre un suelo pardo sialítico mullido con carbonatos (MINAG, 1999) que se correlacionan con los Cambisoles eútricos según (Hernández *et al.*, 2015).

Obtención de las vitroplantas

Para la obtención de las vitroplantas de malanga del clon "Viequera", el medio de cultivo utilizado fue Murashige y Skoog (1962) (MS), suplementado con mioinositol 100 mg L^{-1} , sacarosa 30 g L^{-1} y solidificado con Agar 8 g L^{-1} . En la fase de multiplicación se suplementó

el medio de cultivo con bencilaminopurina (BAP) 4 mg L⁻¹ y ácido indolacético (AIA) 0.65 mg L⁻¹. En la fase de enraizamiento se suplementó con AIA 1 mg L⁻¹ y AIB 1 mg L⁻¹. El pH del medio de cultivo fue ajustado a 5.7. Los cultivos *in vitro* se mantuvieron en cámaras de crecimiento a temperatura de 25±1°C, humedad relativa 60%, iluminación de 23μmol m⁻²s⁻¹ (flujo de fotones fotosintéticos) con lámparas de luz fría fluorescente, fotoperiodo 16h luz y 8h oscuridad.

Metodología empleada

Luego de obtenidas las vitroplantas de malanga, clon "Viequera" se trasladaron a los aisladores biológicos (Umbráculo con paredes de malla), para la fase de aclimatización con una edad de (120 días aproximadamente) y se plantaron en bolsas de polietileno contentivas de suelo y materia orgánica de estiércol ovino con una proporción de 3:1.

Se aplicó el producto VIGORTEM® a los 15 días de trasplantadas con el empleo de un microaspersor manual y con las dosis indicadas por Químicas Meristem, 2016. El proceso de aclimatización según lo indicado por (Pérez-Ponce, 1998).

Tratamientos y Diseño Experimental

Se utilizaron cuatro tratamientos que se replicaron tres veces sobre un diseño completamente aleatorizado.

- **T1- Testigo (sin aplicación)**
- **T2- Aplicación de 1 frecuencia 6.0 L. ha⁻¹ de VIGORTEM®**
- **T3- Aplicación de 2 frecuencias 6.0 L. ha⁻¹ de VIGORTEM®**
- **T4- Aplicación de 3 frecuencias 6.0 L. ha⁻¹ de VIGORTEM®**

VARIABLES EVALUADAS

Variables de crecimiento: Estas fueron medidas a los 30, 45, 60 días después del trasplante tomando para la selección de los datos un total de 40 plantas por réplica.

- Supervivencia (%): esta variable se midió bajo observación visual y por conteo.
- Altura de la vitroplanta (cm): se midió con una cinta métrica desde la base del tallo a ras de tierra, hasta el extremo de la ramificación principal.
- Número de hojas (U): se contaron las hojas emitidas por las plantas en los diferentes momentos de medición.
- Diámetro del pseudotallo (mm): se midió con un pie de rey a la altura de 1 cm del suelo.
- Masa fresca total (g): se pesaron 20 submuestras de vitroplantas por tratamientos.
- Masa seca total (g): se pesaron 20 submuestras de vitroplantas por tratamientos secadas a 70° C por espacio de una semana.

Resultados y discusión

Análisis de la variable altura de la vitroplanta

En relación con la supervivencia, no hubo diferencias significativas, el 100% de las vitroplantas sobrevivió al proceso de aclimatización siendo favorable a la investigación. En relación con la variable altura de la vitroplanta, en la tabla 1, se muestra cómo el cultivo de vitroplantas en fase aclimatización mostraron diferencias significativas en los tratamientos con la aplicación del producto orgánico VIGORTEM® con respecto al testigo, al evaluar esta variable se pudo observar en el experimento que las plantas que estuvieron expuestas al efecto del VIGORTEM® respondieron positivamente, difiriendo significativamente del resto de los tratamientos el tratamiento (4) que se corresponde con la dosis de aplicación de 6 L.ha⁻¹ de VIGORTEM®.

Tabla 1. Efecto de los tratamientos evaluados para la variable: altura de las vitroplantas de banano.

| Tratamientos | Altura (cm) | | |
|---|----------------------|--------------|--------------|
| | Momentos de medición | | |
| | 30 días | 45 días | 60 días |
| T1- Testigo (sin aplicación) | 9,29b | 11,96c | 15,71c |
| T2- Aplicación de 1 frecuencia 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | 9,25b | 14,29b | 17,96b |
| T3- Aplicación de 2 frecuencias 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | 9,75b | 14,63b | 17,81b |
| T4- Aplicación de 3 frecuencias 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | 13,17a | 18,46a | 21,04a |
| EEx | 0,213 | 0,226 | 0,301 |

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ($p < 0,05$)

En este sentido se debe destacar que el VIGORTEM® está especialmente indicado durante las primeras fases de desarrollo de los cultivos, como es el periodo justo después del trasplante en cultivos herbáceos. En el caso de plantaciones jóvenes de frutales, la aplicación de VIGORTEM® durante los primeros años favorece el desarrollo vegetativo de las plantas. También es ideal, en el caso del cultivo de hortalizas intensivos para la recuperación y reactivación de las plantas después de periodos de elevada producción y de manera general, para la recuperación de todos aquellos cultivos que hayan estado sometidos a condiciones de estrés.

Estos resultados pudieran estar dados por la presencia de sustancias húmicas en el estimulante y su interacción con otras hormonas de las plantas que regulan numerosas funciones específicas de las células, así como la capacidad que tiene este producto de provocar efectos beneficiosos atribuidos a la presencia de hormonas naturales y otros compuestos que influyen en el crecimiento de las plantas.

VIGORTEM® combina un alto contenido de fósforo con ácidos húmicos que mejoran las características físico-químicas del suelo y aumentan la disponibilidad de nutrientes, algas y aminoácidos que estimulan los procesos fisiológicos que tienen lugar en las raíces. Por otra parte, este producto impide que los nutrientes sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo. Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas.

Así mismo, *Scaranari et al.*, 2009 alcanzaron buenos resultados en la aclimatización de plántulas del clon Viequera con empleo de estimulantes vegetales. También *Torre et al.*, 2007 en el clon sobrino empleo variantes de estimulación que favorecieron el crecimiento en altura de las vitroplantas.

El incremento de la altura de vitroplantas mediante la utilización de nuevas sustancias que estimulan el crecimiento ha sido discutido por *González et al.*, (2005); *Izquierdo et al.*, (2009) ambos en plantas de banano del clon FHIA-18, estos autores emplearon oligogalacturonidos y brasinoesteroides y coinciden en conferirle gran importancia a este parámetro de crecimiento. Indicando además que el empleo de estimulantes influye en diferentes procesos

fisiológicos que ocurren en el vegetal, por tanto, hay una mayor ganancia de esqueletos carbonados que pueden ser utilizados para la síntesis de proteínas.

Es que uno de los procesos fisiológicos más tempranamente afectados por el estrés hídrico es el crecimiento celular, que requiere turgencia para su expansión. Es por ello, el lento y pobre crecimiento de los órganos cuando se enfrentan a un periodo de sequía Chacón *et al.*, 2011).

La pérdida de turgencia foliar se origina por la pérdida de turgencia de sus células, incluyendo las estomáticas y con ello, se produce el cierre de sus poros (Pergolini, 2007).

Este es un mecanismo de regulación que posee la planta para evitar la pérdida de agua; el cual, sin embargo, trae aparejado paralelamente la disminución de la entrada del anhídrido carbónico para la fotosíntesis. Recuperada la turgencia y la apertura estomática, la actividad fotosintética normal se alcanza al día siguiente (Sasovsky, 2002).

Análisis de la variable Número de hojas

La respuesta vegetal de las vitroplantas de banano tratadas con VIGORTEM® se muestra en la tabla 3, en donde se aprecia que al analizar la variable número de hojas, los tratamientos a los cuales se les aplicó VIGORTEM®, respondieron positivamente para esta variable y se observa además, que difieren significativamente respecto al tratamiento testigo. En este sentido las mayores medias en todos los momentos de medición corresponden al tratamiento (2) que se corresponde con la dosis de 6,0 L.ha⁻¹ VIGORTEM®.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos evaluados para la variable: Número de hojas de las vitroplantas.

| Número de hojas por planta (U) | | | |
|---|-----------------------------|-------------------|--------------------|
| Tratamientos | Momentos de medición | | |
| | 30 días | 45 días | 60 días |
| T1- Testigo (sin aplicación) | 6,46 ^a | 7,25 ^b | 9,34 ^b |
| T2- Aplicación de 1 frecuencia 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | 6,25 ^a | 7,38 ^b | 9,04 ^b |
| T3- Aplicación de 2 frecuencias 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | 6,13 ^a | 7,50 ^b | 9,50 ^b |
| T4- Aplicación de 3 frecuencias 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | 6,75 ^a | 8,25 ^a | 11,42 ^a |
| EEx | 0, 112 | 0,262 | 0, 233 |

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de ($p < 0.05$)

Al comparar la variable número de hojas en el cultivo fue notable la marcada diferencia de las plantas tratadas con el estimulante VIGORTEM® siendo la dosis que comprende la aplicación de 6 L. ha⁻¹ de VIGORTEM® la dosis de mayor emisión de hojas, aunque las otras dosis mostraron un efecto positivo para esta variable.

Como se viene describiendo, VIGORTEM® es un producto de aplicación radicular con alto contenido en fósforo y ácidos húmicos, especialmente diseñado para favorecer el enraizamiento de los cultivos. La aplicación de ácidos húmicos al suelo mejora las características físico- químicas del terreno, aumentando la disponibilidad de nutrientes

presentes en el suelo o añadidos a través de la fertilización y confiriendo un mejor medio para el desarrollo de la microflora del suelo y del sistema radicular de la planta.

De acuerdo con Marschner (1995) y Azcon y Talón (2000), la condición nutrimental de la planta tiene relación positiva con el tamaño y eficiencia del aparato fotosintético, la cual repercute en el tamaño total de la planta.

Es conocido que las hojas producidas en condiciones in vitro son empleadas como almacén de sustancias carbonadas, las que son utilizadas en el crecimiento y desarrollo de las plántulas, luego de ser transferidas de las condiciones in vitro a ex vitro y mantienen esta función hasta tanto no exista una nueva emisión foliar (Desjardins *et al.*, 1987; Debergh, 1991; Van Huylenbroeck y Debergh, 1992).

En un estudio comparativo entre dos grupos de plantas, se encontró que las hojas producidas in vitro en *Calathea* actúan como almacén de sustancia en los primeros momentos de transferidas a condiciones ex vitro (Van Huylenbroeck *et al.*, 1998) y sólo las nuevas hojas emitidas en condiciones ex vitro son autotróficas, a diferencia de las hojas de *Spathiphyllum*, que en condiciones in vitro son fotosintéticamente competentes, lo que hace suponer que no es una regla común para todas las plantas.

Se sugiere que durante la ontogenia de las hojas en plantas dicotiledóneas (Miller, 1997), se enmarcan dos fases fotosintéticas distintivas: la primera con incrementos de los rangos fotosintéticos, la cual está muy relacionada con la expansión foliar y una segunda fase de senescencia o declinación de los rangos fotosintéticos; entre ambas fases ocurre un máximo de fotosíntesis

Análisis de la variable diámetro del pseudotallo

En el estudio de la respuesta vegetal las algas marinas y sus derivados mejoran el suelo y vigorizan las plantas incrementando los rendimientos y la calidad de las cosechas. Su uso es ya común en muchos países del mundo y, a medida que esta práctica se extienda, irá sustituyendo el uso de los insumos químicos por orgánicos, favoreciendo así la agricultura sustentable (Laetitia *et al.*, 2012).

Tabla 3. Efecto de los tratamientos evaluados para la variable: diámetro del pseudotallo de las vitroplantas de banano.

| Diámetro del tallo (mm) | | | |
|---|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| Tratamientos | Momentos de medición | | |
| | 30 días | 45 días | 60 días |
| T1- Testigo (sin aplicación) | 7,88 ^a | 8,30 ^c | 10,53 ^c |
| T2- Aplicación de 1 frecuencia 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | 7,25 ^a | 9,14 ^b | 11,99 ^b |
| T3- Aplicación de 2 frecuencias 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | 7,25 ^a | 9,20 ^b | 12,04 ^b |
| T4- Aplicación de 3 frecuencias 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | 7,83 ^a | 11,25 ^a | 13,50 ^a |
| EEx | 0,033 | 0,071 | 0,021 |

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de (p<0.05)

VIGORTEM® está especialmente indicado durante las primeras fases de desarrollo de los cultivos, como es el periodo justo después del trasplante en cultivos herbáceos. En el caso de plantaciones jóvenes de frutales, la aplicación de VIGORTEM® durante los primeros años favorece el desarrollo vegetativo de las plantas. También es ideal, en el caso del cultivo de hortícolas intensivos para la recuperación y reactivación de las plantas después de periodos de elevada producción, y de manera general, para la recuperación de todos aquellos cultivos que hayan estado sometidos a condiciones de estrés.

Análisis de la variable Masa fresca total

Al analizar los resultados relacionados con la masa fresca se debe considerar la importancia del agua en las plantas. Como ha sido referido por Turner *et al.*, (2007) dentro del cultivo de las bananeras. El agua es la sustancia más abundante en los tejidos vegetales. Sin embargo, las partes aéreas de las plantas presentan una mala economía de la misma, ya que del total de agua que absorben por la raíz (100 %) retienen una pequeña porción, que la emplean fundamentalmente en la fotosíntesis (1-2 %) y pierden en forma de vapor por la transpiración entre el 98-99 % del total. La cutícula cubre las células epidérmicas, formando un límite entre la planta y su ambiente exterior; representa una barrera primaria, que minimiza la pérdida de agua y de solutos y, protege la planta contra el estrés biótico y abiótico.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos evaluados para la variable: Masa fresca total en el momento del trasplante.

| Masa fresca total (g) | | | | |
|------------------------|-------------------------------|--|---|---|
| Momento del trasplante | Clon "Viequera (Tratamientos) | | | |
| | T1- Testigo (sin aplicación) | T2- Aplicación de 1 frecuencia 6.0 L.ha ⁻¹ de VIGORTEM® | T3- Aplicación de 2 frecuencias 6.0 L.ha ⁻¹ de VIGORTEM® | T4- Aplicación de 3 frecuencias 6.0 L.ha ⁻¹ de VIGORTEM® |
| | Media | Media | Media | Media |
| | 91,33d | 187,25c | 240,95b | 358, 32a |
| EEx | 2, 982 | | | |

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de (p<0.05)

Por lo que los resultados que se muestran en este estudio donde la mayor dosis evidencia la mayor masa fresca con una media de 358, 32 (g), es un indicador de la retención de agua y de lo protegida que se encuentra la planta para defenderse ante situaciones de estrés. Similar a este resultado Jeong, (1996), encontró un incremento en las masas fresca y seca en plántulas de *Mentha rotundifolia* cuando fueron expuestas a prolongadas etapas de fotoperiodo e intensidad lumínica en condiciones in vitro; estas plántulas alcanzaron mayores niveles fotosintéticos y lograron altos porcentajes de supervivencia cuando fueron trasladadas a condiciones de aclimatización.

Durante la fase de aclimatización se pueden establecer dos marcadas etapas: un período de lento crecimiento con baja formación de raíces y números de hojas, en el cual las plántulas

realizan sus funciones a expensas de las reservas adquiridas en la fase in vitro; la otra etapa está caracterizada por un crecimiento rápido, asociado a una nueva emisión del sistema radical y a la formación de hojas con características normales.

Cuando aparecen las nuevas raíces y hojas en las plántulas, no se observan incrementos de estos compuestos, lo que indica que existe una movilización de dichos compuestos durante esta etapa y comienza a declinar la actividad enzimática, según transcurre el tiempo de permanencia de las plántulas en la fase de aclimatización se pueden observar algunas variables de crecimiento y desarrollo de las plántulas evaluadas durante la aclimatización.

Análisis de la variable: Masa seca total

Al analizar la masa seca se evidencia que las plantas que fueron beneficiadas con Vigortem® mostraron un mayor peso. Se infiere que la aplicación del bioestimulante, reflejó los mejores valores, mostrando veracidad en el aumento de estas variables, dando una clara expresión de la diferencia que existe en el desarrollo de este cultivo bajo la incidencia de este producto, lo que mejora la posibilidad de éxito en la fase aclimatización.

Tabla 5. Efecto de los tratamientos evaluados para la variable

| Masa seca total (g) | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|---|---|
| Momento del trasplante | Clon "Viequera (Tratamientos) | | | |
| | T1- Testigo (sin aplicación) | T2- Aplicación de 1 frecuencia 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | T3- Aplicación de 2 frecuencias 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® | T4- Aplicación de 3 frecuencias 6.0 L.ha⁻¹ de VIGORTEM® |
| | Media | Media | Media | Media |
| | 6,53d | 13,20c | 16,25b | 21,43a |
| EEx | 0, 341 | | | |

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de (p<0.05)

Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algínicos, fúlvicos y manitol, así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biocidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Xunzhong *et al.*, 2010).

En relación con el resultado Jones (1983) afirma que la producción de materia seca, particularmente durante la fase vegetativa de crecimiento, es una función lineal de la cantidad de la radiación interceptada, y que los factores como la nutrición y la condición hídrica de la planta tienen gran efecto en el rendimiento al alterar el índice del área foliar y en consecuencia la intercepción de luz.

Por su parte Luna- Ramírez *et al.*, (2010) determinó que los sustratos en general, en la acumulación de peso seco foliar, tallos y raíz no se determinó un efecto significativo de la interacción de las mezclas de sustratos con las fertilizaciones evaluadas

El sustrato usado para la aclimatación de vitroplantas debe tener apropiada densidad aparente, pH, retención de agua y aireación, que generalmente se obtienen con la mezcla de

diversos materiales, y para el abastecimiento de nutrimentos, se agregan soluciones nutritivas (Mohammed y Vidaver, 1988).

Análisis de la Valoración Económica.

En este análisis los mejores resultados son difíciles de discernir, visto de ese modo el tratamiento sin aplicación es inferior en utilidades ya que superan por diferencia los tratamientos de VIGORTEM®, la contabilidad de la producción de vitroplantas establecido para las biofábricas en Cuba por el INIVIT, Fuentes, (2007), indica que para un lote de 10000 vitroplantas eso tiene un costo de \$2959,4 y un precio de \$6103,37, donde no se incluyen en los análisis los gastos en CL que ascienden a 51,6 CL por lote de partida de 10000 vitroplantas.

Tabla. 6 Factibilidad económica de los tratamientos evaluados en la producción de vitroplantas.

| Tratamientos | Lote (U) | Precio (\$·Lote) | Valor Prod. (\$) | Gasto Total (\$) | Utilidades (\$) |
|---------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| T1 | 1 | 6103,37 | 6103,37 | 2959,4 | 3143,97 |
| T2 | 1 | 6103,37 | 6103,37 | 2209,4 | 3893,97 |
| T3 | 1 | 6103,37 | 6103,37 | 2209,4 | 3893,97 |
| T4 | 1 | 6103,37 | 6103,37 | 2209,4 | 3893,97 |

Independientemente de este hecho, lo que sí es conocido es lo costoso de la tecnología, insumos, reactivos, salas climatizadas que demandan energía y técnicas que exigen personal calificado, entre otros. Por su parte, el costo de aplicación del VIGORTEM® es ínfimo, por lo que se considera un producto de bajo costo que el país importa y que subsidia a productores de hortalizas por lo que no hace la diferencia. El verdadero análisis debiera centrarse en la calidad de la vitroplanta para lo cual no hay índices económicos descritos y el porcentaje de adaptación en campo como principales elementos contables. Así como el tiempo en que se disminuyen las operaciones por las características de la vitroplanta.

Cabe destacar que la producción agrícola suficiente y segura es una de las cuestiones mundiales más importantes del siglo XXI. Las exigencias de la seguridad alimentaria y la minimización de impactos ambientales, han favorecido que el manejo de cultivos se esté moviendo rápidamente del convencionalismo hacia las tecnologías sostenibles (Masahiro *et al.*, 2009).

Conclusiones

Se demostró que el producto VIGORTEM® durante los primeros años favorece el desarrollo vegetativo de las plantas.

Su costo de aplicación es ínfimo, en relación con otros tratamientos, por lo que se considera un producto de bajo costo que el país importa y que subsidia a productores de hortalizas y otros.

Es ideal, en el caso del cultivo de hortalizas intensivos para la recuperación y reactivación de las plantas después de periodos de elevada producción y de manera general, para la recuperación de todos aquellos cultivos que hayan estado sometidos a condiciones de estrés.

Bibliografía

- Morales, C, Corbera, J, Paneque, V. M, & Calaña, J. M. (2008). Efecto del sustrato en la aclimatización del cultivo de anturio (*Anthurium andreanum*). *Cultivos Tropicales*, 29(3), 75-79.
- Murashige, T.; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, pp. 473-497.
- Ndegwa, P.M. y Thompson, S.A. (2000). Effects of c-to-n ratio on vermicomposting of biosolids, *bioresource technology*, 75, p.7-12.
- Norrie, J. and Keathley, J. P. 2005. Benefits of *Ascophyllum nodosum* marine- plant extract applications to 'Thompson seedless' grape production. (Proceedings of the In: X the International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production). *Acta Hortic.* 727(1):243-248.
- Nya, E., Okorie, N., Inyang, J. y Uyoh, E. (2022). Caracterización morfológica y molecular de cocoyam (*Colocasia esculentum* y *Xanthosoma sagittifolium*)(L) germoplasma Schott de Nigeria utilizando el marcador Simple Sequence Repeat-SSR. *Revista Global de Investigación Agrícola*.
- Oni, FE, Geudens, N., Omoboye, OO, Bertier, L., Hua, HGK, Adiobo, A., ... & Höfte, M. (2019). Pseudomonas fluorescentes y diversidad de lipopéptidos cíclicos en la rizósfera de cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*). *Microbiología ambiental*, 21 (3), 1019-1034.
- Paco, Gabriel, Loza-Murguía, Manuel, Mamani, Francisco, & Sainz, Humberto. (2011). Efecto de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 2(2), 24-39.
- Pérez-Madruga, Y., López-Padrón, I., & Reyes-Guerrero, Y. (2020). Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. *Cultivos Tropicales*, 41(2).
- Pérez-Ponce, J. N. 1998. Propagación genética de plantas por Biotecnología. Pp-34-41
- Pergolini, S. 2007. Factores que explican las variaciones de rendimiento del cultivo de soja entre los Sectores de Bajo y Loma. Disponible en: <http://www.elsitioagricola.com/articulos/pergolini/20Sectores%20de%20Bajo%20y%20Loma.asp>. Consultado [25-10-08].
- Químicas Meristem S. L. 2019. Catálogo de productos orgánicos elaborados a partir de algas del genero *Ascophyllum*. Disponible en: www.quimicasmeristem.com
- Rodas-Gaitán, Heberto A., Rodríguez -Fuentes, Humberto, Ojeda-Zacarías, Ma. del Carmen, Vidales-Contreras, Juan A., & Luna-Maldonado, Alejandro I. (2012). Curvas de absorción de macronutrientes en calabacita italiana (*Cucurbita pepo* L.). *Revista fitotecnica mexicana*, 35(spe5), 57-60.