

EFFECTO DE LA VINCULACIÓN DE BIOPRODUCTOS Y FERTILIZANTES MINERALES EN EL CULTIVO DE LA PAPA

Alberto Espinosa Cuellar, Osvaldo Triana Martínez

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, Santo Domingo, Villa Clara, Cuba. CP: 53 000.

Autor para la correspondencia: fitofer@inivit.cu

Recibido: 16 de mayo de 2024; Aceptado: 12 de junio de 2024

RESUMEN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es uno de los cultivos más importantes para la alimentación humana. La producción de este cultivo en Cuba es altamente costosa. Debido a que se importa principalmente de Canadá y Holanda. El objetivo de este trabajo es definir el efecto de diferentes bioproductos en el desarrollo y rendimiento de dos variedades de papa. Se emplearon tubérculos de los cultivares 'Memphis' y 'Rashida' ambas semillas importadas sobre un suelo Pardo mullido Carbonatado en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales. Los bioproductos utilizados fueron FENOL (EPP3), lixiviado de humus de lombriz y Ecomic®. Los que se utilizaron solos y combinados con el 50 % del fertilizante mineral recomendado. Se realizaron tres aplicaciones después de los 15 días de plantado. En cuanto al número de tallos por planta el tratamiento donde se vincularon todos los bioproductos resultó ser el mejor. Para el diámetro del tallo los mayores valores se alcanzaron en los tratamientos donde se utilizó el lixiviado de humus de lombriz y aquellos donde se inoculó con Ecomic®. La altura de la planta mostró los mayores valores en los tratamientos 100% NPK, Lixiviado + FENOL+ *Glomus cubense* + 50 % NPK y *Glomus cubense* INCAM-4 + 75 %, para el rendimiento los mayores fueron de 19,26 y 19,06 t ha⁻¹ alcanzados por los tratamientos 100 % NPK y *Glomus cubense* INCAM-4 + 75 % NPK. Es posible utilizar los bioproductos solos y combinados con dosis medias de fertilización mineral en el cultivo de la papa.

Palabras clave: Diámetro, Tallos, Rendimiento

EFFECT OF LINKAGE OF BIOPRODUCTS AND BIOPRODUCTS AND MINERAL FERTILIZERS IN POTATO CULTIVATION

ABSTRACT

Potato is one of the most important crops for human consumption. The production of this crops in Cuba is highly expensive as it is imported mainly from Canada and the Netherlands. The objective of this work is to define the effect of different bioproducts on the development and yield of two potato varieties. Tubers of the cultivars 'Memphis' and 'Rashida', both imported seeds, were used on a Carbonate soft Brown soil at the Tropical Crops Research Institute. The bioproducts used were PHENOL (EPP3), worm humus leachate and Ecomic®. Those that were used alone and combined with 50 % recommended mineral fertilizer. Three applications were made after 15 days after planting. In terms of the stems per plant, the treatment in which all bioproducts were combined was the best. For then stem diameter, the highest values were achieved in the treatments where the worm humus leachate was used and those where Ecomic®. Plant height

showed the highest values in the 100 % NPK, leachate +FENOL+ FENOL+ *Glomus cubense* + 50 % NPK and *Glomus cubense* INCAM-4 + 75 %, the highest yields were 19,26 and 19,06 t ha⁻¹ achieved by the following treatments 100 % NPK y *Glomus cubense* INCAM-4 + 75 % NPK. It's possible to use bioproducts alone and in combination with médium doses of mineral fertilization in potato cultivation.

Keywords: Diameter, Stems, Yield

INTRODUCCION

El cultivo de la papa demanda gran cantidad de insumos, fertilizantes y pesticidas que elevan los costos, provocan contaminación en el aire y en el suelo. En aras de disminuirlos se requiere el empleo de alternativas de manejo agronómico que disminuyan la incidencia de enfermedades, mejoren el estado fisiológico de la plantación y propicien un incremento de los rendimientos mediante productos amigables con el ambiente y que no eleven los costos (Alvarado *et al.*, 2015).

La producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cuba es altamente costosa. La compra de material de propagación como semilla representa cerca del 40% de los costos ya que se importa principalmente de Canadá y Holanda. Por ello, se trabaja en la búsqueda de alternativas para la producción de semilla resistente a enfermedades y adaptada a las condiciones climáticas del país (Agramonte *et al.*, 2010; Salomón *et al.*, 2014).

El uso de microorganismos y bioproductos que contribuyan a la nutrición de la planta, el control de patógenos y permitan disminuir el uso de productos químicos ha cobrado gran importancia. En este sentido, algunos autores han referido resultados satisfactorios. Un ejemplo de ellos es Hernández (2001) quien informó buenos resultados en la producción sostenible de tubérculos-semilla de papa por semilla sexual con el empleo de un manejo agronómico integral de sustratos, diferentes métodos de siembra y biofertilización (bacterias nitrificadoras, fosfosolubilizadoras y hongos micorrizógenos).

El manejo agroecológico de la papa ha demostrado ser una opción promisorio para contribuir con la producción nacional, en contraste con su manejo agronómico convencional; que exige de un paquete tecnológico costoso (Martín *et al.*, 2020).

Los antecedentes de estudios en este campo se trasladan al año 1999 e incluyeron variantes nutricionales minerales combinadas con micorrizas; sin embargo, los mismos no tuvieron continuidad. La novedad de este trabajo consiste en que no es muy común encontrar investigaciones en este cultivo con el uso de alternativas de fertilización, debido a que en todas las regiones donde se planta están todos los insumos necesarios para alcanzar altos rendimientos por el alto costo que el infiere en un ciclo de crecimiento y desarrollo corto. Aunque los bioproductos se utilizan en una extensa gama de cultivos con excelentes resultados El trabajo tiene como objetivo definir el efecto de diferentes bioproductos en el desarrollo y rendimiento de dos variedades de papa.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se desarrolló en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT), ubicado a 22 35' N, 80 18' W y 40 m s.n.m. en el municipio Santo Domingo, provincia Villa Clara entre los meses de noviembre del 2022 a marzo del 2023. Los experimentos se desarrollaron en un suelo Pardo mullido carbonatado, según Hernández *et al.* (2015), catalogado como *Phaeozems haplic calcaric*, en correspondencia con la *World Reference Base* (WRB, 2014). El suelo presentó una reacción entre neutra y ligeramente

alcalina y el contenido de materia orgánica fue bajo al igual que los contenidos de fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O) disponibles.

Se emplearon tubérculos de papa de los cultivares 'Memphis' y 'Rashida' ambas semillas importadas. Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones con una distancia entre parcelas de 1,5 m, distancia entre bloques de 2,5 m. Se plantaron 20 tubérculos por surco a una distancia de 0,90 x 0,25 m (22,5 m² por parcela). En el ensayo se incluyeron tres bioproductos y se evaluaron ocho tratamientos. Las labores agrotécnicas y la dosis de fertilización se desarrollaron según los aspectos incluidos en el Instructivo Técnico de la Papa (MINAGRI, 2012).

Las dosis de los bioproductos fueron FENOL (EPP3) (1 cc litro de agua⁻¹), lixiviado de humus de lombriz (125 ml por litro de H₂O), Ecomic® a partir de la cepa *Glomus cubense* /INCAM-4. La inoculación con micorrizas se realizó a partir de una mezcla de 0,8 kg de inoculante por cada 4000 ml de H₂O (250 semillas calibre C) (142 kg de inóculo por hectárea) 24 horas antes de la plantación. Los demás bioproductos se aplicaron semanalmente a partir de los 15 días después de la germinación de la planta hasta llegar a tres aplicaciones.

Durante los meses de crecimiento y desarrollo de las plantas los valores de temperatura y humedad relativa medios fueron de 23,5 °C y 80 %, respectivamente. El riego se efectuó por aniego con una norma de 250 a 300 m³ ha⁻¹ y frecuencia cada cinco días con ajustes según precipitaciones y humedad del suelo. La eliminación de malezas se realizó de forma manual.

Los tratamientos fueron:

- 1- 100 % NPK (1,5 t ha⁻¹ de Formula completa (9-13'17)
- 2 -Lixiviado humus +50 % NPK
- 3 -Fenol (EPP3) +50 % NPK
- 4 -Lixiviado humus + FENOL (EPP3) +50 % NPK
- 5 -Lixiviado humus + *Glomus cubense* INCAM-4 + 50 % NPK
- 6 -FENOL(EPP3) + *Glomus cubense* INCAM-4 + 50 % NPK
- 7 -Lixiviado humus + FENOL(EPP3) + *Glomus cubense* INCAM-4 + 50 % NPK
- 8 -*Glomus cubense* INCAM-4 + 75 % NPK (Ruiz ,2001)

Se evaluó número de tallos por planta, diámetro de los tallos (15 cm del suelo), altura de la planta (desde la base del tallo hasta el ápice terminal) a los 30 días después de plantado, y las variables de rendimiento, así como el rendimiento por hectárea.

Se verificaron en cada caso los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza por las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene. Se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS versión 11.5 (SPSS, 2012). Se realizaron los ANOVA de acuerdo con el diseño utilizado y siempre que las interacciones fueron significativas los datos se presentaron en base a estas. Siempre que los ANOVA fueron significativos, la comparación entre las medias se realizó por la Prueba de Tukey a $P \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 ilustra el efecto de los diferentes tratamientos sobre variables de crecimiento y el rendimiento del cultivar de papa 'Memphis'. En cuanto al número de tallos por planta variable que puede estar vinculada en algún momento al rendimiento esperado, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, el tratamiento cinco (Lixiviado de humus + *Glomus cubense* + 50 % NPK) obtuvo los menores valores.

El diámetro del tallo es una característica agronómica que puede mostrar la respuesta o no de la planta a las aplicaciones realizadas, los tratamientos uno, dos y ocho (100 % NPK, Lixiviado humus +50 % NPK, *Glomus cubense* INCAM-4 + 75 % NPK) tuvieron mejores respuestas con los valores más altos numéricamente sin diferencias entre ellos y con diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

Tabla 1. Efecto de diferentes bioproductos solos y combinados en el número y diámetro de los tallos y la altura de la planta de la variedad de papa 'Memphis.'

Tratamiento	Número de tallos por planta	Diámetro del tallo (cm)	Altura de la planta (cm)
100 % NPK	1,81 ab	0,95 a	44,87
Lixiviado humus +50 % NPK	2,06 ab	0,92 a	44,75
Fenol (EPP3) +50 % NPK	2,18 a	0,79 b	47,12
Lixiviado + FENOL 50 % NPK	1,81 ab	0,60 c	49,81
Lixiviado + <i>Glomus cubense</i> + 50 % NPK	1,62 b	0,78 b	46,31
FENOL + <i>Glomus cubense</i> + 50 % NPK	2,00 ab	0,78 b	46,93
Lixiviado+FENOL+ <i>Glomus cubense</i> + 50 % NPK	2,18 a	0,83 b	48,81
<i>Glomus cubense</i> INCAM-4 + 75 % NPK	1,81 ab	0,94 a	46,31
ES $\bar{x}$	0,14*	0,02*	2,00 NS

*Medias con letras desiguales en columnas, difieren según Tukey para $p \leq 0,05$.

Resultados similares fueron indicados anteriormente trabajando con otra variedad de papa Jerez *et al.*(2012; 2018), aunque se ha señalado que el efecto de esta variable por plantón es importante en el crecimiento y el rendimiento que alcancen las plantas de papa (Torres *et al.*,2012; Rojas y Seminario, 2015); por otro lado, el número de tallos, en caso de no haberse empleado algún agente estimulante para aumentar la brotación, estará en dependencia del tamaño que tenga el tubérculo semilla que se plante (Almeida y Arzuaga, 2016), así como también son importantes las diferencias que se puedan presentar entre variedades (Jerez y Morales, 2015).

La altura de la planta no mostró diferencias entre los tratamientos.

El rendimiento del cultivo es quizás el aspecto que se mide para exponer si se encontró una respuesta productiva con el uso de los bioproductos. La figura 1 ilustra los rendimientos alcanzados por la variedad Memphis a partir del uso de los bioproductos. Los mayores valores fueron de 17,70 y 17,50 t ha⁻¹ alcanzados por los tratamientos uno y ocho (100 % NPK, *Glomus cubense* INCAM-4 + 75 % NPK) sin diferencias entre ellos y con diferencias significativas con el resto corroborando los resultados obtenidos por Ruiz (2001).

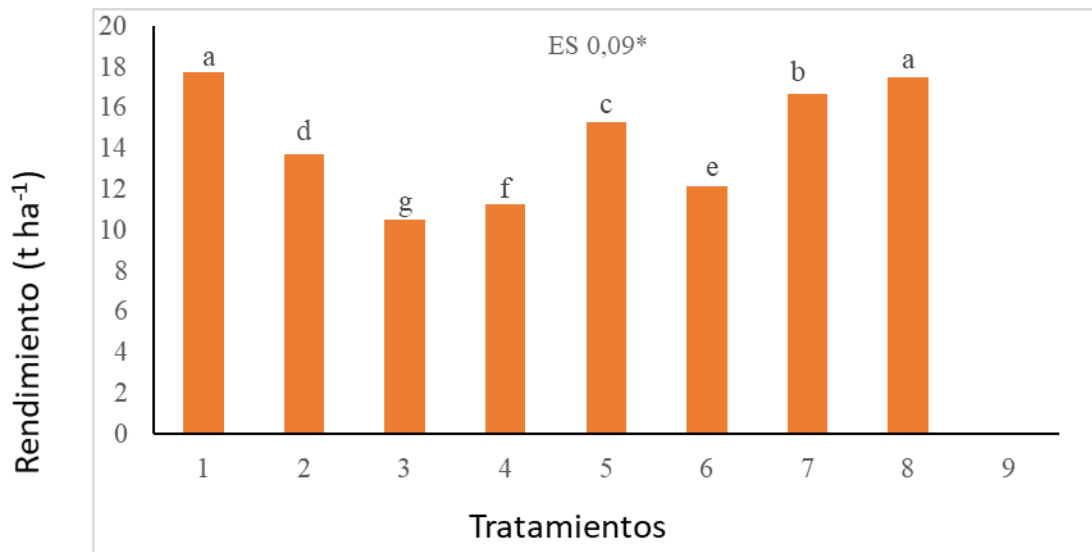


Figura 1. Efecto de los diferentes tratamientos en el rendimiento de la variedad de papa 'Memphis'.

Leyenda: 1-100 % NPK, 2- Lixiviado humus +50 % NPK 3- Fenol (EPP3) +50 % NPK, 4- Fenol (EPP3) +50 % NPK, 5- Lixiviado + *Glomus cubense* + 50 % NPK, 6- FENOL + *Glomus cubense* + 50 % NPK, 7- Lixiviado+FENOL+ *Glomus cubense* + 50 % NPK, 8- *Glomus cubense* INCAM-4 + 75 % NPK.

La Tabla 2 muestra el efecto de los diferentes tratamientos sobre variables de crecimiento y el rendimiento del cultivar de papa 'Rashida'. En cuanto al número de tallos por planta el tratamiento siete de 3,12 tallos por planta resultó ser el mejor con diferencias significativas con el resto de los tratamientos, lo cual puede ser consecuencia del nivel de gelado de la variedad que fue superior a la 'Memphis' en todos los tratamientos.

Tabla 2. Efecto de diferentes bioproductos solos y combinados en el número y diámetro de los tallos y la altura de la planta de la variedad de papa 'Rashida'.

Tratamiento	Número de tallos por planta	Diámetro del tallo (cm)	Altura de la planta (cm)
100 % NPK	2,14 c	0,76 ab	47,95 a
Lixiviado humus +50 % NPK	2,42 bc	0,75 ab	44,75 b
Fenol (EPP3) +50 % NPK	2,50 bc	0,64 d	43,81 b
Lixiviado + FENOL 50 % NPK	2,37 bc	0,66 cd	40,75 c
Lixiviado + <i>Glomus cubense</i> + 50 % NPK	2,81 ab	0,73 bc	37,31 d
FENOL + <i>Glomus cubense</i> + 50 % NPK	2,44 bc	0,76 ab	33,12 e
Lixiviado+FENOL+ <i>Glomus cubense</i> + 50 % NPK	3,12 a	0,79 ab	48,06 a
<i>Glomus cubense</i> INCAM-4 + 75 % NPK	2,14 c	0,81 a	48,32 a
ES $\bar{x}$	0,17*	0,02*	0,78*

*Medias con letras desiguales en columnas, difieren según Tukey para $p \leq 0,05$.

El diámetro del tallo tuvo una respuesta positiva a la aplicación de bioproductos y mostró un comportamiento similar al de la variedad 'Memphis', donde los tratamientos (uno, dos,

seis, siete y ocho) no tuvieron diferencias significativas entre ellos y si con el resto de los tratamientos. Para la altura de la planta los valores (48,32; 48,06 y 47,95) corresponden a los tratamientos ocho, siete y uno respectivamente donde no existieron diferencias entre ellos y si con el resto.

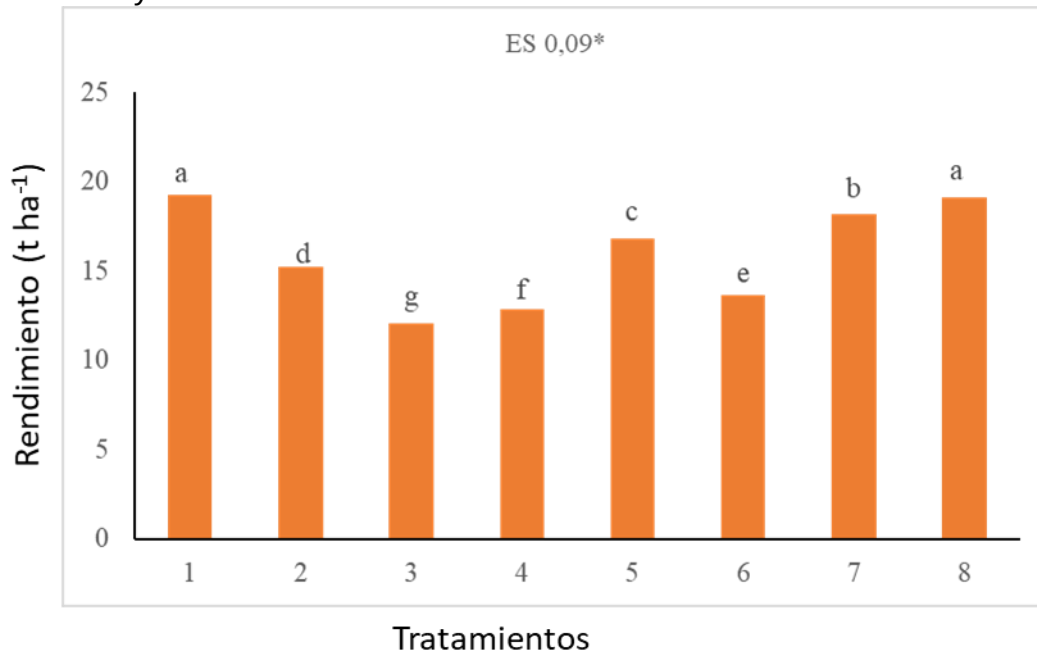


Figura 2. Efecto de los diferentes tratamientos en el rendimiento de la variedad de papa 'Raphida'.

Leyenda: 1-100 % NPK, 2- Lixiviado humus +50 % NPK 3- Fenol (EPP3) +50 % NPK, 4- Fenol (EPP3) +50 % NPK, 5- Lixiviado + *Glomus cubense* + 50 % NPK, 6- FENOL + *Glomus cubense* + 50 % NPK, 7- Lixiviado+FENOL+ *Glomus cubense* + 50 % NPK, 8- *Glomus cubense* INCAM-4 + 75 % NPK.

La figura 2 muestra el efecto de los diferentes tratamientos sobre el rendimiento de la variedad de papa Raphida. Los mayores valores fueron de 19,26 y 19,06 t ha⁻¹ alcanzados por los tratamientos uno y ocho (100 % NPK, *Glomus cubense* INCAM-4 + 75 % NPK) sin diferencias entre ellos y con diferencias significativas con el resto similar a lo sucedido con la variedad 'Memphis'.

El uso de bioproductos es una práctica común en estos tiempos varios autores han conseguido una respuesta positiva por las plantas tratadas con QuitoMax® en su crecimiento y desarrollo, concuerdan con lo informado por Lizárraga *et al.* (2011), al estudiar el efecto de aplicaciones de quitosana en plantas jóvenes de maíz (*Zea mays* L.). Respuestas similares en cuanto al incremento del crecimiento y el rendimiento con la aplicación QuitoMax® se encontró un efecto positivo de la aplicación de este producto de forma foliar en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Morales *et al.* (2016). Por lo que no es de extrañar la respuesta positiva en el crecimiento de la papa con el uso de bioproductos unidos con los hongos micorrízicos arbusculares.

En el cultivo de la papa han existido trabajos que demuestran su respuesta a bioproductos o biopreparados al respecto Reyes (2018) estudió que una causa por la que el abono con biochar podría procurar aumento en la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas

cultivadas, es la cantidad de K que pone a disposición. Ello resultaría en una mayor capacidad de fotosíntesis, aumento de asimilación en el floema y mayor apertura estomática e incremento en C. Como consecuencia se incrementan los rendimientos agrícolas. Esto último ha sido corroborado por Pentón *et al.* (2022) en diferentes cultivos. De acuerdo con Pedraza *et al.* (2010) la introducción de un grupo de microorganismos benéficos en el área de cultivo, mejora las condiciones del suelo y aumenta la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas. Otros autores como Rashid *et al.* (2016) destacan la acción benéfica de los microorganismos en el sistema al acelerar la viabilidad de los nutrientes para las plantas y garantizar un mayor crecimiento y desarrollo. Al respecto Singh *et al.* (2011) indica que la inoculación de consorcios microbianos mejora la condición y salud del suelo, además incrementa el crecimiento de las plantas, así como el rendimiento y calidad de los cultivos.

Algunos investigadores han estudiado el efecto de los bioproductos sobre el diámetro de los bulbos en plantas hortícolas bulbosas como la cebolla y el ajo. García *et al.* (2014) evaluaron la aplicación de Enerplant® y Fitomas-E® sobre el diámetro de los bulbos de ajo cultivar criollo de forma independiente y combinados con diferentes dosis de nitrógeno. Villar *et al.* (2011) también estudiaron diferentes dosis de FitoMas-E® en el cultivo de la cebolla y comprobaron que a medida que se incrementa la dosis se obtienen diámetros de bulbos superiores.

CONCLUSIONES

- 1- Es posible utilizar los bioproductos solos y combinados con dosis medias de fertilización mineral en el cultivo de la papa.
- 2- Existe una respuesta agronómica de los cultivares papa 'Memphis y 'Rashida' a partir del uso de los bioproductos.

RECOMENDACIONES

Utilizar el Lixiviado humus de lombriz con una dosis de dos litros por mochila vinculado con ECOMIC y el 50 % de la dosis de fertilizante mineral en el cultivo de la papa como una alternativa para alcanzar buenos rendimientos.

BIBLIOGRAFIA

- AGRAMONTE D, JIMENEZ F, PÉREZ M, LEIVA M, GONZÁLEZ M, LEÓN M, VEITÍA N. 2010. Estrategia y perspectivas del programa de producción de semilla biotecnológica de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cuba. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Santa Clara.
- ALMEIDA F.M, ARZUAGA S J.2016. Effects of different plant spacings and seed tuber sizes on some morpho-productive characteristics of potato in Huambo, Angola. *Cultivos Tropicales*. 2016; 37(2):88-95. doi:10.13140/rg.2.1.1452.1842.
- ALVARADO-CAPÓ YELENYS, DE FERIA M, VEITÍA NOVEL, ACOSTA-SUÁREZ MAYRA, FREIRE-SEIJO MARISOL, REYES F, MEDINA R, OROPESA KATERINE, DÍAZ A, FONTES LEIDY, RAMÍREZ WENDY, MARTÍN G.2015. Efecto del bioproducto Versaklin® sobre el Tizón temprano en la producción de semilla de papa cv. 'Romano'. *Biotecnología Vegetal* Vol. 15, No. 4: 233-242, octubre-diciembre, 2015 ISSN 2074-8647, RNPS: 2154.

- GARCÍA, A. M.; MONTOYA, R. C. A.; BARROSO, F. C. L.; PÉREZ, D. C. A. y REYES, M. B. 2014. Reducción de la fertilización nitrogenada en el cultivo del ajo. *Hombre, Ciencia y Tecnología*. 18(1): 58-67.
- HERNÁNDEZ A. 2001. Manejo agronómico integral de sustratos, métodos de siembra y biofertilización en la producción sostenible de tubérculos-semilla de papa por semilla sexual. *Cultivos Tropicales* 22 (2):21-27.
- HERNÁNDEZ, J. A.; PÉREZ, J. J. M.; BOSCH, I. D; CASTRO, S. N. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba: 93. ISBN: 978-959-7023-77-7.
- JEREZ M E, MORALES G D, DELL'AMICO R J y FALCÓN R A.2018. El Quitomax® influye en la producción de tubérculos de "semilla" de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Romano. *Cultivos Tropicales*, 2018, vol. 39, no. 3, pp. 80-86.
- JEREZ M.E, MARTÍN M.R, MORALES G.D.2015. Comportamiento de la acumulación y distribución de masa seca en tres variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*. 2015; 36(4):70-6.
- JEREZ M.E, MARTÍN M.R. 2012. Comportamiento del crecimiento y el rendimiento de la variedad de papa (*Solanum tuberosum* L.) Spunta. *Cultivos Tropicales*. 2012;33(4):53-8.
- LIZÁRRAGA-PAULÍN E G, TORRES-PACHECO I, MORENO-MARTÍNEZ E, MIRANDA-CASTRO S P. 2011. Chitosan application in maize (*Zea mays*) to counteract the effects of abiotic stress at seedling level. *African Journal of Biotechnology* [Internet]. 2011;10(34):6439-46. doi:10.4314/ajb.v10i34.
- MARTIN LEANNE, MATHEW. P. HUNT, ANNE, MILES. R, SABINE. P, Jim B.2020. Nature contact, nature connectedness and associations with health, wellbeing and pro-environmental behaviours. *Journal of Environmental Psychology*. Volume 68, April 2020.
- MINAG. 2012. Instructivo técnico para la producción de papa en Cuba. Dirección Nacional de Cultivos varios. INIVIT. Santo Domingo. Villa Clara.
- MORALES GUEVARA D, DELL AMICO RODRÍGUEZ J, JEREZ MOMPIÉ E, HERNÁNDEZ Y D, MARTÍN MARTÍN R. 2016. Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales* [Internet]. 2016; 37(1):142-7. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000100020.
- PEDRAZA, R.; TEIXEIRA, K.; FERNÁNDEZ, A.; DE SALAMONE, I.; BACA, B.; AZCÓN, R.; BALDANV. Y BONILLA, R. 2010. Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y localidad de los suelos. *Corpoica Ciencia y Tecnológica Agropecuaria*. 11(2): 155-164.
- PENTÓN, GERTRUDIS *et al*. 2022. Nuevos abonos órgano minerales para la fertilización y la restauración del suelo. Informe parcial de proyecto. EEPF Indio Hatuey. Programa: Territorial Seguridad Alimentaria (FONCI). Código 32. 40 p.
- RASHID, M. I.; MUJAWAR, L. H.; SHAHZAD, T.; ALMEELBI, T.; ISMAIL, I. M. y OVES, M. 2016. Bacteria and fungi can contribute to nutrients bioavailability and aggregate formation in degraded soils. *Microbiological Research*. 183: 26-41.
- REYES-MORENO, G. 2018. Aprovechamiento de residuos forestales en forma de biochar como alternativa agroecológica para la producción de madera de calidad de *Acacia mangium* Willd. Tesis presentada como requisito parcial para optar el título de: Doctor en Agroecología. Bogotá: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia.
- ROJAS M.L P, SEMINARIO C.J.F. 2015. Productividad de diez cultivares promisorios de papa chaucha (*Solanum tuberosum*, grupo Phureja) de la región Cajamarca. *Scientia Agropecuaria*. 2014;5(4):165-75.

- RUIZ, L. 2001. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en raíces y tubérculos en dos tipos de suelos [Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). 102 p.
- SALOMÓN J, CASTILLO J, ARZUAGA J, TORRES W, CABALLERO A, EDISON R. 2014. Evaluación morfoagronómica de rogenies de semilla botánica de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales* 35(1): 75-84.
- SINGH, J. S.; PANDEY, V. C. Y SINGH, D. P. 2011. Efficient soil microorganisms: A new dimension for sustainable agriculture and environmental development. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 140(3-4): 339-353.
- SPSS. 2012. Statistical Package for the Social Sciences. Versión 2.1. Manual del usuario del sistema básico de IBM. [En línea]. Consultado: abril de 2024. Disponible en: <http://www-01.ibm.com/software/es/stats21/>.
- TORRES G.S, CABRERA M.J.L, HERNÁNDEZ A.M, PORTELA D.Y, GARCÍA F.E. 2012. El número de tallos por plantón afecta el crecimiento y rendimiento de la papa variedad Cal White. *Centro Agrícola*. 2012; 39(1):11-6.
- VILLAR, D. J.; MONTANO, M. R.; GARCÍA, M. T.; GARCÍA, G. D. y ZUAZNÁBAR, Z. R. 2011. Efectos del bionutriente FITOMAS-E con y sin fertilización convencional. ICIDCA. *Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 45(3): 24-29.
- WRB 2014. (World Reference Base for Soil Resources). International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Reports no. 106. FAO, Roma, 81 p. ISBN: 978-92-5-108369-7. ISSN: 0532-0488.