

Aumento de la calidad fisiológica de la semilla de maíz (*Zea mays* L.) con el uso de bioproductos agrícolas

Michelle Leiva Arbolaes¹, Marcos Tulio García González², Marcia María Rodríguez Jauregui³ & Yander Fernández Cancio⁴

¹Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía, Sancti Spíritus, Cuba, ²ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1115-9311>, Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía, Sancti Spíritus, Cuba, ³Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía, Sancti Spíritus, Cuba, ⁴Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, Facultad de Ciencias Agropecuarias Departamento de Agronomía, Sancti Spíritus, Cuba.

Citación: Leiva Arbolaes, M., García González, M. T., Rodríguez Jauregui, M. M., & Fernández Cancio, Y. (2019). Aumento de la calidad fisiológica de la semilla de maíz (*Zea mays* L.) con el uso de bioproductos agrícolas. *Agrisost*, 25(3), 1–6. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8367035>

Recibido: 25 marzo 2019

Aceptado: 19 julio 2019

Publicado: 9 septiembre 2019

Financiamiento: no se declara.

Conflictos de interés: no se declaran conflictos de interés.

Correo electrónico: michelle.leiva@nauta.cu

Resumen

Contexto: Una de las causas de los bajos rendimientos en el maíz es la mala calidad fisiológica de la semilla que no garantiza poblaciones en los parámetros técnicos exigidos. A nivel nacional se emplean bioproductos en la estimulación del proceso de germinación de semillas de diferentes especies.

Objetivo: Determinar el vigor y la conductividad eléctrica de las semillas de maíz utilizando bioproductos después de ser sometidas a condiciones de cámara de envejecimiento acelerado.

Método: El experimento se realizó en el laboratorio III (Bioproductos de Usos Agrícolas) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, en el tiempo comprendido de octubre a diciembre del 2018. Para ello se utilizaron semillas de cuatro variedades de maíz provenientes de la Empresa Provincial de Semillas de Sancti Spíritus: Francisco 28 (Fr-28), la FgH, la MAIG y la P-7928 y se combinaron con tres bioproductos (T. harzianum, FitoMas E y agua destilada). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial 4x3x5.

Resultados: Los bioproductos FitoMas E y la T. harzianum demostraron efectividad en la recuperación de semillas con deterioro fisiológico.

Conclusiones: T. harzianum fue el que brindó las mejores condiciones para la recuperación del vigor con un 20 y 24 % con respecto al FitoMas E y el agua destilada respectivamente. La prueba de la conductividad eléctrica demostró ser muy eficiente como parámetro para determinar el vigor de las semillas.

Palabras clave: maíz, germinación, envejecimiento de semillas, *Zea mays*, Trichoderma.

Rise in the Physiological Quality of Seeds of Maize (*Zea mays* L.) Using Agricultural Bioproducts

Abstract

Context: One of causes of low yields in maize is the poor physiological quality of the seeds, which does not guarantee populations with the required technical parameters. Nationally, seed germination is fostered with the use of bioproducts in different species.

Aim: To determine the vigor and electric conductivity of maize seeds, using bioproducts after putting the seeds under accelerated aging conditions.

Methods: The experiment was done in laboratory III (Bioproducts for Agricultural Use), Faculty of Agricultural Sciences, Jose Marti Perez University of Sancti Spiritus, between October and December 2018. Seeds from four maize varieties provided by the Provincial Seed Company in Sancti Spiritus, were used.

Francisco 28 (Fr-28), FgH, MAIG, and P-7928, and were combined with three bioproducts (*T. harzianum*, FitoMas E, and distilled water). A completely randomized experimental design was used, with factorial arrangement of 4x3x5.

Results: Bioproducts FitoMas E and *T. harzianum* proved to be effective in the recovery of seeds with physiological deterioration.

Conclusions: *T. harzianum* offered the best conditions to recover seed vigor, with 20 and 24% in relation to FitoMas E and the distilled water, respectively. The electric conductivity test proved its efficiency as a parameter to determine the vigor of seeds.

Key words: maize, germination, seed aging, Zea mays, Trichoderma.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) pertenece a la familia de las gramíneas, tribu maideas, y se cree que se originó en los trópicos de América Latina, especialmente los géneros *Zea*, *Tripsacum* y *Euchlaena*, cuya importancia reside en su relación fitogenética con el género *Zea*.

Existen evidencias experimentales que *Trichoderma* spp. estimula la germinación y el crecimiento de plantas, así como actividad antagónica frente al patógeno *Fusarium* spp. (Cubillos, Páez & Mejía, 2011).

Cuba produce y fomenta el uso del FitoMas-E®, producto a base de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos), estas sustancias aumentan y aceleran la germinación de las semillas, ya sean botánicas o agámicas (Viñals Verde et al., 2011).

Los análisis de vigor se han constituido en herramientas rutinarias para la determinación de la calidad fisiológica de lotes de semillas. (Manfrini, 2004).

La prueba de conductividad eléctrica (CE) se propone para proveer estimados de germinación y/o vigor de semillas en 24 horas o menos, permite estimar la integridad de la membrana celular. La pérdida de la misma y la subsecuente pérdida de solutos citoplasmáticos con propiedades electrolíticas son indicativas del rápido deterioro de las semillas.

En la provincia de Sancti Spíritus se dedican aproximadamente 29 355 hectáreas al cultivo del maíz en el sector no cañero, con rendimientos con una media de 2,9 t ha⁻¹ para el sector privado y de 1,6 t ha⁻¹ para el sector estatal y con valores de media nacional de 2,37 t ha⁻¹, distante de la media mundial, con valores alrededor de las 5,6 t ha⁻¹ (ONE, 2017). Entre una de las causas de estos bajos rendimientos está la mala calidad fisiológica de la semilla que no garantiza poblaciones en los parámetros técnicos exigidos.

Por todo lo antes expuesto el objetivo del presente trabajo es evaluar la calidad fisiológica en semillas de maíz de la empresa de semilla de Sancti Spíritus

con el uso de *Trichoderma harzianum* y FitoMas E.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el laboratorio III (Bioproductos de Usos Agrícolas) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez, en el tiempo comprendido de octubre a diciembre del 2018. Para ello se utilizaron semillas botánicas de cuatro variedades de maíz provenientes de la Empresa Provincial de Semillas de Sancti Spíritus: Francisco 28 (Fr-28), la FgH, la MAIG y la P-7928.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con seis tratamientos y cinco repeticiones. Las pruebas germinativas se realizaron en placas Petri con papel de filtro estériles. A una temperatura de 28 °C ± 1 °C en la cámara de germinación con un fotoperiodo de 8 horas luz y 16 de oscuridad.

Los tratamientos son la combinación del factor variedad con cuatro niveles (Francisco-28, FgH, MAIG, y la P-7928) y el factor Bioproductos con 3 niveles (Agua destilada, FitoMas E y *T. harzianum*).

Las semillas fueron previamente desinfectadas con solución de cloro comercial (5,25% hipoclorito de sodio) al 10% por tres minutos y a continuación se le realizaron tres lavados con agua destilada estéril.

El deterioro artificial fue inducido mediante la técnica del envejecimiento acelerado; para tal fin, las semillas seleccionadas por uniformidad de tamaño y por apariencia física, se colocaron sobre una malla metálica para formar una capa instalada en el interior de un desecador con 1L de agua; la separación entre el nivel del agua y la capa de semilla fue de 2 cm para evitar el contacto con el agua, formando así una cámara de envejecimiento, con humedad relativa del 100 %.

El secador fue introducido en una incubadora mantenida a 45 ± 1°C durante 72 horas. Cuando las semillas culminaron el envejecimiento, fueron mantenidas al aire libre dentro del laboratorio hasta recuperar el contenido inicial de humedad (15%).

Las dosis y momento de aplicación fueron:

T. harzianum --- 1,9 x 10⁹ conidios por mililitros/ las semillas se embebieron durante 1 hora.

FitoMas E----- solución al 2%/ las semillas se embebieron durante 1 hora.

Se le determinó las siguientes pruebas de vigor como:

Potencia Germinativa (PG), Esta prueba se realizó a los siete días después de ser colocadas en las placas y según la metodología de Engels & Vissier (2007).

$$P = \frac{N}{NP} * 100$$

Donde

N: número de semillas germinadas a los siete días

NP: número total de semillas

Tiempo Medio de Germinación (TMG). EL TMG se calcula determinando el número de semillas germinadas cada día, considerando el total de semillas germinadas (Tompsett & Pritchard, 1998)

$$TMG = \sum ni \cdot di / N$$

Donde

ni: número de semillas germinadas en el día d

di: número de días desde el inicio del montaje de germinación

N: número total de semillas germinadas al final de experimento

Longitud de la radícula (cm) y del coleóptilo (cm). Para ambos casos se realizó el séptimo día posterior a la germinación con una regla graduada. En el caso de la radícula se tuvieron en cuenta el número de raíces secundarias.

Conductividad Eléctrica, se montó un diseño completamente aleatorizado con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Para cada tratamiento se tomaron 100 semillas, 25 por cada réplica. Después de transcurrido ese tiempo de reposo hasta alcanzar el porcentaje de humedad (15 %) se sumergieron 25 semillas en 50 ml de agua destilada y desionizada estéril por un tiempo de 24 horas, para después se extrajeron las semillas y se realizó las lecturas con un conductímetro portátil.

Los análisis estadísticos de los parámetros potencia germinativa, tiempo medio de germinación, largo de la radícula y del coleóptilo se realizó un ANOVA de dos factores y para la conductividad eléctrica se realizó un ANOVA de un factor, previa comprobación del supuesto de homogeneidad y normalidad por la prueba de Levene y Kolmogórov Smirnov para lo cual se

empleó el paquete estadístico SPSS versión 21 para Windows. Los valores de las medias fueron comparados por la prueba de rango múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$). Los porcentajes de potencia germinativa y tiempo medio de germinación se transformaron por $2 \arcsen \sqrt{p}/100$ para que se ajusten a la curva normal de probabilidad.

Resultados y discusión

El análisis estadístico de la potencia germinativa mostró interacción entre los bioproductos con las variedades utilizadas, así como entre los diferentes bioproductos y entre las cuatro variedades de maíz. La mayor potencia germinativa la alcanzo la variedad FgH con el bioproducto *T. harzianum* con un 82 % (Tabla. 1). Superando en un 44 % al tratamiento de la variedad Fr-28 con agua destilada que fue el de más bajo valor y sin diferencias con FitoMas E de la propia variedad con un 42 %, de igual manera las variedades MAIG y P-7918, ambos con agua destilada no presentaron diferencias con los tratamientos antes señalados.

Tabla 1. Potencia Germinativa

Variedades	Fr-28	FgH	MAIG	P-7928		
Potencia Germinativa (%)						
Bioproductos					Media Bioproductos	Error Típico
Agua destilada	38,0C	62,0B	40,0C	42,0C	45,5b	
<i>T.harzianum</i>	62,0B	82,0A	40,0C	70,0AB	65,0a	3,27
FitoMas E	42,0C	72,0AB	58,0BC	70,0AB	60,0c	
Media de las variedades	47,3c	72,0a	48,0c	60,6b	57,0	
Error Típico	3.78					
CV (%)						29.0

Letras mayúsculas desiguales para las medias de las interacciones difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Letras minúsculas desiguales en la fila para las medias las variedades difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Letras minúsculas desiguales en la columna para las medias de los bioproductos difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Como se puede apreciar en la tabla 1, el bioproducto que alcanzó la mejor potencia germinativa fue el *T. harzianum* con diferencia con el FitoMas E y el agua destilada respectivamente, en este sentido se puede afirmar que la trichoderma elevó la potencia germinativa en el caso de la variedad FR-28 en un 20 y 24 % con respecto a el FitoMas E y al agua respectivamente que fueron los tratamientos con menor potencia.

Los resultados antes expuestos difieren de los obtenidos por González et al. (2014), al evaluar en envejecimiento acelerado en tres variedades de maíz en México, donde los porcentajes de potencia germinativa fueron superiores al 70%, lo que demuestra que la semilla evaluada en este experimento procedente de la empresa de semillas

de Sancti Spíritus presenta un mal estado fisiológico. Durante el ciclo del experimento se pudo observar una alta incidencia de hongos contaminantes, que por las medidas tomas de desinfección se puede inferir que procedían de las semillas.

La variedad que mejor comportamiento tuvo fue la FgH con diferencia con el resto de las variedades utilizadas en este experimento. Aristizábal & Álvarez (2006), señalan que las semillas con una potencia germinativa superior o igual a 80% después del envejecimiento acelerado podrían ser clasificadas como de alto vigor, entre 60-80% como vigor medio, y menores de 60% como de bajo vigor. En tal sentido solo la variedad FgH lo alcanzó con el tratamiento de *T. harzianum*.

En el tiempo medio de germinación se puede apreciar que existió interacción entre los bioproductos y las variedades utilizadas, de igual manera hubo interacción entre las variedades, pero no así entre los bioproductos (Tabla 2). En este parámetro no existieron diferencias estadísticas entre las variedades FgH y P-7928 con ninguno de los bioproductos utilizados. Por su parte el tratamiento con mayor tiempo medio de germinación fue el de la variedad MAIG con agua destilada, superando en 1,88 veces al tratamiento de la variedad FgH con *T. harzianum* que fue el de menor tiempo medio de germinación. Estos resultados corroboran los criterios de Olmedo y Casas (2014), al decir que *Trichoderma* spp. estimula el crecimiento y desarrollo de la planta por medio de la producción de moléculas de promoción de crecimiento de las plantas.

Al igual que en el acápite anterior la variedad de mejor comportamiento fue la FgH, aunque sin diferencias con la P-7928. Por su parte la Fr-28 y la MAIG resultaron las que alcanzaron los mayores valores y sin diferencias entre ellas. Esto pone de manifiesto que las semillas de la variedad Fr-28 no presentan un buen estado fisiológico.

Tabla 2. Tiempo Medio de Germinación

Variedades	Fr-28	FgH	MAIG	P-7928		
Tiempo Medio de Germinación						
Bioproductos					Media	Error
					Bioproductos	Típico
Agua destilada	2,62ABC	2,34CDEF	3,35A	1,97EF	2,57a	
<i>T.harzianum</i>	2,87ABC	1,86F	2,66ABC	1,76F	2,29a	0,11
FitoMas E	2,51ABC	2,02CDEF	3,03AB	2,03CDEF	2,39a	
Media de las variedades	2,66b	2,07a	3,01b	1,92a	2,41	
Error Típico	0,19					
CV (%)						25,0

Letras mayúsculas desiguales para las medias de las interacciones difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Letras minúsculas desiguales en la fila para las medias las variedades difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Letras minúsculas desiguales en la columna para las medias de los bioproductos difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Artola (2015), en su estudio sobre la utilización de diferentes biopreparados de Microorganismos Eficientes obtuvo tiempos medios de germinación de 2,19 que, aunque superior a los tratamientos de las variedades FgH y P-2978 con *T. harzianum* y FitoMas E respectivamente, si logro un mejor resultado que las variedades Fr-28 y MAIG con los mismo bioproductos utilizados. Es válido aclarar que todas las variedades empleadas en este estudio con el agua destilada obtuvieron valores superiores, esto demuestra la efectividad de los bioproductos para favorecer la germinación en semillas con mala calidad fisiológica.

El largo de la radícula mostró interacción entre los bioproductos con las variedades utilizadas, así como entre los diferentes bioproductos y entre las cuatro variedades de maíz (Tabla 3). La variedad con los resultados más bajos y con diferencia con el resto de las utilizadas fue la Fr-28, evidenciándose de igual manera que los parámetros anteriores como la variedad con menor calidad fisiológica. Por su parte el bioproducto FitoMas E, fue el que logró los mejores resultados con diferencia con el resto de los bioproductos, donde el agua destilada fue la que menor largo alcanzó la radícula en todas las variedades utilizadas, eso demuestra la efectividad del FitoMas E y la *T. harzianum* como estimulantes de crecimiento.

Tabla 3. Largo de la radícula

Variedades	Fr-28	<u>FgH</u>	MAIG	P-7928		
Largo de la Radícula (cm)						
<u>Bioproductos</u>					Media	Error
					<u>Bioproductos</u>	<u>Típico</u>
Agua destilada	4,10E	7,98BCD	7,68CD	8,10BCD	6,96b	
<u>T.harzianum</u>	6,74D	9,0ABC	7,50CD	9,96AB	7,96b	0.32
<u>FitoMas E</u>	8,16BCD	10,78A	9,96AB	10,68A	9,89a	
Media de las variedades	6,33b	9,25a	8,38a	9,12a	8,27	
<u>Error Típico</u>	0.37					
CV (%)						26,3

Letras mayúsculas desiguales para las medias de las interacciones difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Letras minúsculas desiguales en la fila para las medias las variedades difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Letras minúsculas desiguales en la columna para las medias de los bioproductos difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Resultados similares de estimulación en el largo de la radícula lo obtuvieron Santana et al. (2016) en

su estudio con estos mismos bioproductos pero en el cultivo del tomate, esto autores exponen los beneficios sobre las diferentes variables morfológicas evaluadas.

Al igual que en acápite anterior el largo del coleóptilo mostró interacción entre los bioproductos con las variedades utilizadas, así como entre los diferentes las cuatro variedades de maíz, pero no entre los bioproductos utilizados (Tabla 4).

Tabla 4. Largo del coleóptilo

Variedades	Fr-28	FgH	MAIG	P-7928		
Largo del coleóptilo (cm)						
Bioproductos					Media Bioproductos	Error Típico
Agua destilada	5,40B	9,49AB	7,80B	8,0AB	7,49ab	
<i>T. harzianum</i>	5,70B	9,836AB	6,40B	7,20B	7,29ab	0,48
FitoMas E	6,40B	12,10A	8,90AB	7,80AB	8,80a	
Media de las variedades	5,83c	10,48a	7,46b	7,66b	7,86	
Error Típico		0,56				
CV (%)						34,0

Letras mayúsculas desiguales para las medias de las interacciones difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Letras minúsculas desiguales en la fila para las medias las variedades difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Letras minúsculas desiguales en la columna para las medias de los bioproductos difieren para $p \leq 0,05$ según prueba de rangos múltiples de Tukey.

Los tratamientos con mayor largo fueron la combinación del FitoMas E con las variedades FgH, MAIG y P-7928 sin diferencias entre ellos y con diferencias estadística con el resto de los tratamientos evaluados. La mejor variedad empleada y con diferencias significativas con la demás fue la FgH, superando en 1,79 veces a la variedad Fr-28 que la de menor valor y con diferencias estadísticas con las demás utilizadas.

Santana et al. (2016), mostraron un mayor crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate con el uso de esto bioproductos frente a un testigo, a diferencias de este estudio los autores antes mencionados obtuvieron los mejores resultados en la combinación del FitoMas E con la *T. harzianum*, por lo que esto pudiera tenerse en cuenta para futuras investigaciones.

En la figura 1, se muestran los valores de conductividad eléctrica obtenidos de lo exudados de las semillas después de ser sometidas a un proceso artificial de envejecimiento, la variedad FgH fue la que alcanzo el menor valor con diferencias estadísticas con el resto de las variedades evaluadas, le sigue la variedad P-7928, también con diferencias con el resto.

Las variedades que en este parámetro obtuvieron los valores más bajos son precisamente las que mejor potencia germinativa lograron, así como un mayor largo de la radícula y el coleóptilo con un menor tiempo de germinación, esto demuestra que fueron las que mejores condiciones fisiológicas tenían para soportar el proceso de envejecimiento, a su vez una mejor respuesta a los bioproductos utilizados.

Conductividad eléctrica

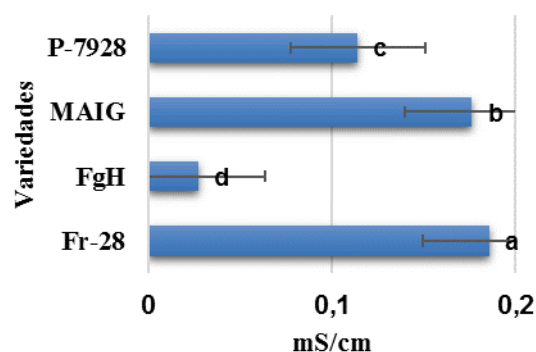


Figura 1. Conductividad eléctrica

El autor de la presente investigación está de acuerdo con lo expresado Hilmig & Méndez (2007), que por la prueba de conductividad eléctrica permite estimar la integridad de la membrana celular. La pérdida de la misma y la subsecuente pérdida de solutos citoplasmáticos con propiedades electrolíticas son indicativas del rápido deterioro de las semillas. Por lo tanto, la evaluación de la conductividad eléctrica del exudado de las semillas debería ser una medida de su deterioro y, en consecuencia, de la calidad de las semillas.

Conclusiones

1. Los bioproductos FitoMas E y la *T. harzianum* demuestran efectividad en la recuperación de semillas con deterioro fisiológico.
2. El bioproducto *T. harzianum* fue el que brindo las mejores condiciones para la recuperación del vigor con un 20 y 24 % con respecto al FitoMas E y el agua destilada respectivamente.
3. La prueba de la conductividad eléctrica demostró ser eficiente como parámetro para determinar el vigor de las semillas.

Contribución de los autores

Michell Leiva arbolaes: ejecución de toda la parte práctica de la investigación, revisión bibliográfica o historia del arte

Marcos T. García González: Planeación, orientación y control de la investigación, análisis de resultados, redacción del artículo, revisión final.

Marcia M. Rodríguez Jáuregui: Orientación, asesoramiento y control de la parte de laboratorio de la investigación.

Yander Fernández Cancio: Ejecución análisis estadístico y colaborador en la parte Práctica de la investigación.

Conflictos de interés

No existe conflicto de interés.

Referencias

- Aristizábal, M., & Álvarez, L. P. (2006). Efectos del deterioro de la semilla sobre el vigor, crecimiento y producción del maíz (*Zea mays*). *Agronomía*, 14(1), 17-24. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de: https://www.researchgate.net/profile/Manuel_Aristizabal_Loaiza/publication/221930198_Efectos_del_deterioro_de_la_semilla_sobre_el_vigor_crecimiento_y_produccion_del_maiz_Zea_mays/links/02faf4f6c9399ed411000000.pdf
- Artola Zulueta, G.R. (2015). *Utilización de diferentes biopreparados de microorganismos nativos multipropósitos en la germinación de semillas de maíz, frijol y arroz. Sancti Spíritus*. (Tesis de grado no publicada). Universidad de Sancti Spíritus José Martí, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Cubillos Hinojosa, J.G., Páez Redondo, A., & Mejía Doria, L. (2011). Evaluación de la Capacidad Biocontroladora de *Trichoderma harzianum* Rifai, contra *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. Asociado al Complejo "Secadera" en Maracuyá, Bajo Condiciones de Invernadero. *Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín*, 64(1), 5821-5830. Recuperado el 15 de marzo de 2019, de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/download/26386/26737>
- Engels, M.M.J., & Visser, L. (eds.). (2007). *Manuales de Bioversity para Bancos de Germoplasma No. 6. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma*. Roma, Italia: Bioversity International. Recuperado el 19 de mayo de 2018, de: https://www.bioversityinternational.org/fileadmin/migrated/uploads/tx_news/Gu%C3%A1_da_para_el_manejo_eficaz_de_un_banco_de_germoplasma_1280.pdf
- González Rodríguez, F., León Gómez, D., Borges Gómez, L., Pinzón López, L., Magaña Magaña, M., Sangines García, R., & Urrestarazu Gavilán, M. (29 mayo-junio de 2014). Envejecimiento acelerado sobre la calidad de semillas de maíz para producir germinados para forrajes alternativos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (8), 1487-1493, doi: <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i8.1107>
- Hilmig, V., & Méndez Natera, J.R. (octubre de 2007). Relación de la calidad fisiológica de semillas de maíz con pH y conductividad eléctrica. *FCA UNCuyo*, 39(2), 91-100. Recuperado el 4 de febrero de 2019, de: http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/1643/vitoriaagrarias39-2.pdf
- Manfrini, D. (septiembre, 2004). Aspectos a tener en cuenta. Análisis del vigor en semillas. *Revista del Plan Agropecuario*, 56-58. Recuperado el 4 de febrero de 2019, de: https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R111/R111_56.pdf
- ONE. Oficina Nacional de Estadística e Información de la República de Cuba. (2017). *Anuario Estadístico 2017 de Cuba*. Ciudad Habana, Cuba: Consejo de Ministros. Recuperado el 6 de enero de 2019, de: <http://www.one.cu/aec2017.htm>
- Santana Baños, Y., Busto Concepción, A. del, González Fuente, Y., Aguiar González, I. Pedro Páez Fernández, L., & Díaz Lugo, G. (julio-septiembre de 2016). Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E® como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate *Centro Agrícola*, 43(3), 5-12. Recuperado el 6 de enero de 2019, de: http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V4_3-Numero_3/cag01316.pdf
- Tompsett, P. B., & Pritchard, H. W. (1998). The Effect of Chilling and Moisture Status on the Germination, Desiccation Tolerance and Longevity of *Aesculus hippocastanum* L. Seed. *Annals of Botany*, 82, 249-261, doi: <https://doi.org/10.1006/anbo.1998.0676>
- Viñals Verde, M., García García, A., Montano Martínez, R. L., Villar Delgado, J. C., García Martínez, T., & Ramil Mesa, M. (septiembre-diciembre de 2011). Estimulante de crecimiento agrícola FITOMAS®; resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. *ICIDCA. Sobre derivados de la caña de azúcar*, 45(3):15-23.