




Artículo Original

Evaluación de extractos vegetales en la germinación de semillas de arroz (*oryzasativa*), cultivar Ip-5 en Yara, provincia Granma**Evaluation of Vegetable Extracts in the Germination of Rice Seeds (*oryza sativa*), Cultivar Ip-5 in Yara, Granma Province**

Ing. Ángel Chávez Núñez. Empresa Agroindustrial de Granos Fernando Echenique. Granma. Cuba. ueb010@caife.co.cu. 

Sergio Rodríguez Rodríguez. Profesor Titular. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Granma. Cuba. srodriguezr@udg.co.cu 

Lic. Daniuvis Miranda Hidalgo. Estación Territorial de Investigaciones de Granos. Jucarito, Río Cauto. Granma. Cuba. daniuvis.miranda@nauta.cu. 

Recibido: 12 de enero 2021 | **Aceptado:** 13 de abril 2021

Resumen

Es creciente el empleo de extractos vegetales como bioestimulantes en la producción agrícola actual por los efectos contaminantes y elevados costos de los insumos agrícolas químicos producidos industrialmente. El objetivo de esta investigación fue evaluar tres extractos vegetales en la germinación de semillas de arroz (*Oryzasativa*), cultivar LP-5. El experimento se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base Antonio Maceo, municipio Yara, provincia de Granma, perteneciente a la Empresa Agroindustrial de Granos Fernando Echenique, en septiembre de 2020. Los tratamientos consistieron en la preparación de tres extractos vegetales acuosos: morera (*Morus alba*), sauce (*Salix babylonica*), y una mezcla proporcionada de extracto de morera y sauce, y un cuarto tratamiento con solo agua como control. En cada uno de los cuatro recipientes con los tratamientos antes mencionados, sembraron 100 semillas por un tiempo de 48 horas, con tres réplicas por cada tratamiento. Se contabilizaron las semillas germinadas por día, de forma no acumulativa, con la finalidad de calcular el porcentaje de germinación en los seis días. Se procesó estadísticamente a través de un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones, con el empleo de la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados arrojaron que con el extracto foliar de sauce, se alcanzó el 96,0 % de semillas germinadas en solo seis días, el resto de los tratamientos solo alcanzó el 84,0 %.

Palabras clave: arroz; semillas; extractos vegetales.

Abstract

*The use of plant extracts as biostimulants in current agricultural production is increasing due to the polluting effects and high costs of industrially produced chemical agricultural inputs. The objective of this research is to evaluate four plant extracts in the rice seeds germination (*Oryza sativa*), cultivar LP-5. The experiment was developed in the Antonio Maceo Base Business Unit, Yara municipality, Granma province, belonging to the Fernando Echenique Agroindustrial Grain Company in September 2020. The treatments consisted of the preparation of three aqueous vegetable extracts of mulberry (*Morus alba*), willow (*Salix babylonica*), and a proportionate mixture of mulberry and willow extract, and a fourth treatment with only water as a control. In each of the four containers with the aforementioned treatments, 100 seeds were soaked for 48 hours, with three repetitions for each treatment. In each of the five containers with the aforementioned treatments, 100 seeds were soaked for a time of 48 hours, with three replications for each treatment. The germinated seeds per day were counted non-cumulatively, in order to calculate the germination percentage in the six days. It was statistically processed through a completely randomized design with three repetitions using the Kruskal-Wallis test. The results showed that with the willow leaf extract, 96.0% of germinated seeds were reached in only six days, the rest of the treatments only reached 84.0%.*

Key words: rice; seeds; vegetable extracts.

Introducción

El incremento sostenido de la población en el mundo está ocasionando como fenómeno paralelo, un incremento en las demandas del consumo de arroz. Por otra parte, los rendimientos por área se mantienen y en algunos lugares tienden a disminuir por los efectos del cambio climático y la tendencia al incremento de los costos de producción por aumento en los precios de los principales insumos, pero como refieren Suárez *et al* (2020), con el auxilio de la ciencia y la técnica, la humanidad debe producir con mayor sostenibilidad, eficiencia y cuidado del medio ambiente. Cuba tiene la necesidad de producir el alimento más importante en la dieta diaria de la población (el arroz), con una mayor eficiencia y ello puede lograrse únicamente con el empleo de los avances de la ciencia y la tecnología.

El arroz se cultiva en todos los continentes, pero es Asia el que alcanza la mayor producción, con unas 633 millones de toneladas (90 % del total mundial), seguida por América, con una producción de unas 37 millones de toneladas (5 % del total global), lo que explica la enorme

Germinación de semillas de arroz

importancia estratégica de la producción de arroz para muchos países de nuestro continente. Cuba ha decidido reanimar la producción de arroz mediante un programa de desarrollo que permita, de manera paulatina, alcanzar el autoabastecimiento nacional (Suárez *et al.*, 2020).

El arroz se cultiva en Cuba desde la época colonial pero, a partir de 1967, con el establecimiento del Programa Arrocero se liberaron nuevas variedades, tecnologías e infraestructura para dar respuesta al crecimiento de la producción (Suárez *et al.*, 2020). Dicho cereal es extremadamente importante en la dieta diaria del cubano, cuyo estimado es de unos 68 kg por persona en el período de un año (ONEI, 2018).

El arroz (*Oryza sativa*) es un cultivo en el que las siembras comerciales se realizan con el empleo de la semilla botánica, y por los efectos benéficos se establece metodológicamente que las siembras de esta semilla se realicen con previa pregerminación en agua, la cual consta (Suárez *et al.*, 2020) de dos fases: una en que se sumerge la semilla totalmente en el agua y la otra de reposo y escurrimiento; las cuales deben alternarse hasta que se aprecie el brote.

El tratamiento pregerminativo en agua se conoce mundialmente como hidroacondicionamiento de semillas, considerado el método más antiguo. Existen otros métodos para acondicionar semillas como la aplicación de métodos físicos, a través del empleo de campos magnéticos (De Souza *et al.*, 2006), rayos láser, el uso de productos químicos osmoacondicionadores y la utilización de sustancias hormonales sintéticas o a través de extractos vegetales, entre otros métodos.

Es creciente el empleo en la agricultura de bioestimulantes naturales extraídos de plantas debido a los efectos contaminantes y sus altos costos de los productos químicos que se emplean hoy en la producción agrícola. Los extractos vegetales contienen una amplia variedad de compuestos bioactivos que mejoran la mayoría de los procesos fisiológicos, estimulan el crecimiento y desarrollo e incrementan la producción final de los cultivos (Bulgari *et al.*, 2015).

En tal sentido, la finalidad de esta investigación fue evaluar tres extractos vegetales en la germinación de semillas de arroz cultivar LP-5 en Yara, provincia Granma.

Población y muestra

El experimento se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base Antonio Maceo, municipio Yara, provincia de Granma, perteneciente a la Empresa Agroindustrial de Granos Fernando Echenique, en septiembre de 2020.

El cultivar de arroz utilizado fue la LP-5, con las características descritas por Suárez *et al* (2020), descritas en la tabla 1.

característica	valor
Altura de la planta	90,3 cm
Ciclo (seca/lluvia)	128/110 días
Hábito de crecimiento	Erecto
Capacidad de ahijamiento	Intermedia (10-14)
Rendimiento promedio (seca/lluvia)	8.2/5.7 t ha ⁻¹
Relación largo/ancho de la semilla	3,6
Peso de 1 000 granos secos	28,5 g
Período de Latencia de la semilla	24 días
Longitud de la panícula	23 cm
Densidad de la panícula	Compacta
Grano blanco entero (%)	57-62 %
Cristalinidad (%)	90,0 %
Humedad óptima de cosecha	20-24 %
Otras características	
- Resistente al acame	
- Recomendaciones: Ecosistema de aniego	

Tabla 1. Características del cultivar de arroz LP-5.

Materiales y métodos

Para la preparación de los extractos vegetales acuosos, se pesaron 50 g de brotes foliares de sauce y morera, se cortaron en pedazos lo más pequeños posible y se colocaron por espacio de 24 horas en un litro de agua, a la sombra. Al cabo de este tiempo, se filtro el líquido y se le agregó cinco litros de agua, constituyendo la dilución final.

La imbibición de las semillas en los extractos vegetales de morera y sauce, se realizó en cinco recipientes y se colocó suficiente cantidad de la dilución final de los siguientes tratamientos:

- a. Extracto acuoso vegetal de morera (*Morus alba*).
- b. Extracto acuoso vegetal de sauce (*Salix babylonica*)
- c. Mezcla proporcionada a partes iguales, de extracto de morera y sauce.

Germinación de semillas de arroz

d. Agua.

En cada uno de los cuatro recipientes con los tratamientos antes mencionados, se imbibieron 100 semillas del cultivar de arroz LP-5 por un tiempo de 48 horas, con tres réplicas por cada tratamiento. Al cabo de las 48 horas, se les extrajo la solución y se secaron a la sombra por 48 horas. Inmediatamente después, se colocaron de forma separada en un recipiente. Hasta el día seis, se contabilizaron las semillas germinadas por día, de forma no acumulativa. Con estos datos primarios se determinó el porcentaje de germinación.

a. Porcentaje de germinación (%). Se determinó para cada uno de los días y al final del sexto día (último día en que se produjeron germinaciones), con el empleo de la fórmula:

$$PG (\%) = (NSG/NTS) \times 100$$

NSG: número de semillas germinadas.

NTS: número total de semillas colocadas.

Para el procesamiento estadístico se consideraron las tres réplicas de cada tratamiento como un diseño completamente aleatorizado. Se realizaron las pruebas estadísticas correspondientes a las premisas del análisis de varianza, la prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los datos, y la prueba de Levene para la homogeneidad de las varianzas. Cumplieron las premisas del análisis de varianza, las variables semillas germinadas en el día uno, semillas germinadas en el día dos, semillas germinadas en el día tres, por lo que se procesaron estadísticamente a través del análisis de varianza paramétrico, con la finalidad de diferenciar la variabilidad entre los tratamientos con Tukey como prueba de comparación múltiple de medias para $p < 0,05$.

Las variables que no cumplieron al menos una premisa del análisis de varianza aun después de emplear varias ecuaciones de transformación de datos resultaron porcentaje de germinación total. Las semillas germinadas totales, las semillas germinadas en el día cuatro, semillas germinadas en el día cinco y las semillas germinadas en el día seis, cuyos procesamientos estadísticos con la finalidad de diferenciar la variabilidad entre los tratamientos, se realizó por métodos no paramétricos a través de la prueba de Kruskal-Wallis y Conover (1999) como prueba de comparación múltiple de medias para $p < 0,05$, cuyas comparaciones entre tratamientos se realizan a través de las diferencias entre las medias de los rangos y no entre las medias de los tratamientos. El procesamiento estadístico de los datos se realizó a través de los paquetes estadísticos Minitab (2017) e Infostat 2019 (Di Rienzo *et al.*, 2019).

Resultados y discusión

No existieron diferencias significativas entre los cuatro tratamientos analizados para la variable cantidad promedio de semillas germinadas totales (Gráfico. 1), con un valor promedio de cerca de 15 semillas germinadas por día, que evidencia que este indicador no brinda una información que pueda servir para hacer una discriminación de los tratamientos empleados. Una situación diferente se encontró al analizar el porcentaje final de germinación, parámetro de la germinación en el cual se encontraron diferencias significativas con el empleo de la prueba de Kruskal-Wallis.

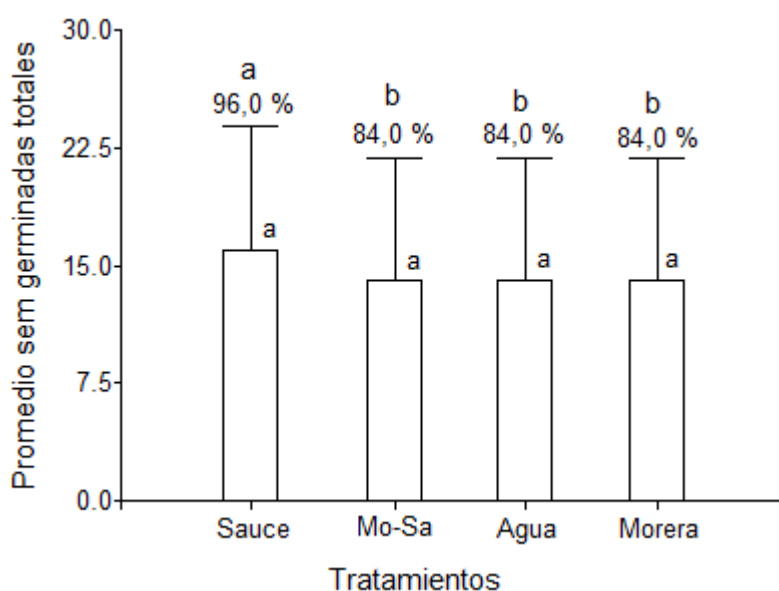


Gráfico 1. Cantidad promedio de semillas germinadas totales durante los seis días evaluados en los tratamientos con sauce, morera, la combinación de los dos y el agua como control.

En cada tratamiento se representa el porcentaje final de germinación. Letras diferentes indican diferencias significativas con el empleo de la prueba de Conover para $p < 0,05$.

El mayor porcentaje de germinación al cabo de los seis días correspondió a las semillas que se imbibieron en el extracto acuoso de sauce con un 96,0 % de germinación, valor que se considera alto, único tratamiento que sobrepasó el 90,0 %, superando estadísticamente a los tratamientos de morera, la combinación de sauce y morera y al agua como control. El porcentaje de germinación que se alcanzó con el resto de los tratamientos, incluido el control, solo alcanzó el 84,0 %.

Germinación de semillas de arroz

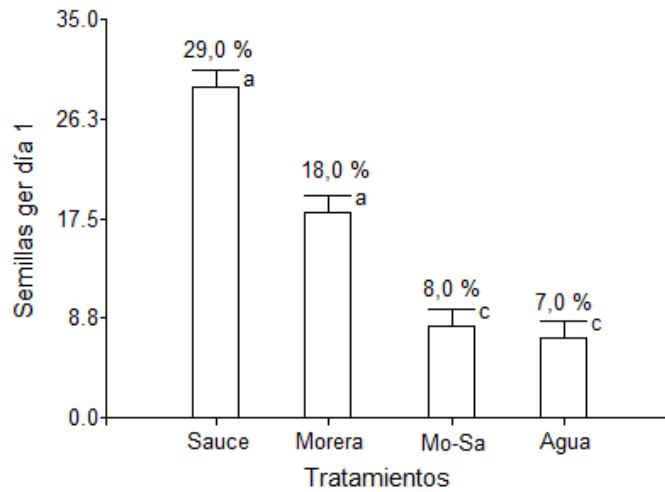


Gráfico 2. Cantidad promedio de semillas germinadas el primer día después de sembradas y evaluadas en los tratamientos con sauce, morera, la combinación de los dos y el agua como control.

En cada tratamiento se representa el porcentaje de germinación. Letras diferentes indican diferencias significativas con el empleo de la prueba de Tukey para $p < 0,05$.

Al primer día después de sembradas las semillas (Gráfico 2), la cantidad de semillas germinadas se comportó con diferencias significativas. En este, coincide la cantidad de semillas que germinó ese primer día con el porcentaje de germinación. En el tratamiento con sauce, el 29,0 % de las semillas de arroz germinaron y en la morera, el 18,0 %, ambos tratamientos generaron los porcentajes de semillas germinadas más elevados para ese día, superando significativamente al resto. En orden descendente, germinaron el 8,0 y 7,0 % respectivamente en los tratamientos combinados sauce-morera y con el agua.

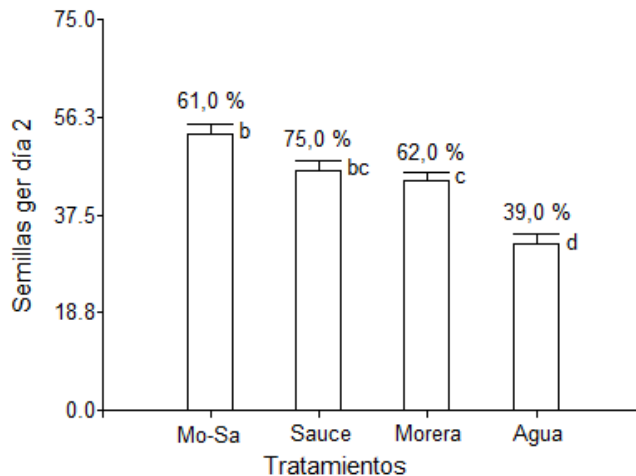


Gráfico 3. Cantidad promedio de semillas germinadas acumuladas al segundo día después de sembradas y evaluadas en los tratamientos con sauce, morera, la combinación de los dos y el agua como control.

En cada tratamiento se representa el porcentaje de germinación. Letras diferentes indican diferencias significativas con el empleo de la prueba de Tukey para $p < 0,05$.

Al segundo día de la siembra (Gráfico 3) existieron diferencias significativas entre los tratamientos. El sauce llegó al 75,0 %; la morera, al 62,0 % y la combinación, al 61,0 %, mientras que el control a base de agua al segundo día, solo alcanzaba el 39,0 %.

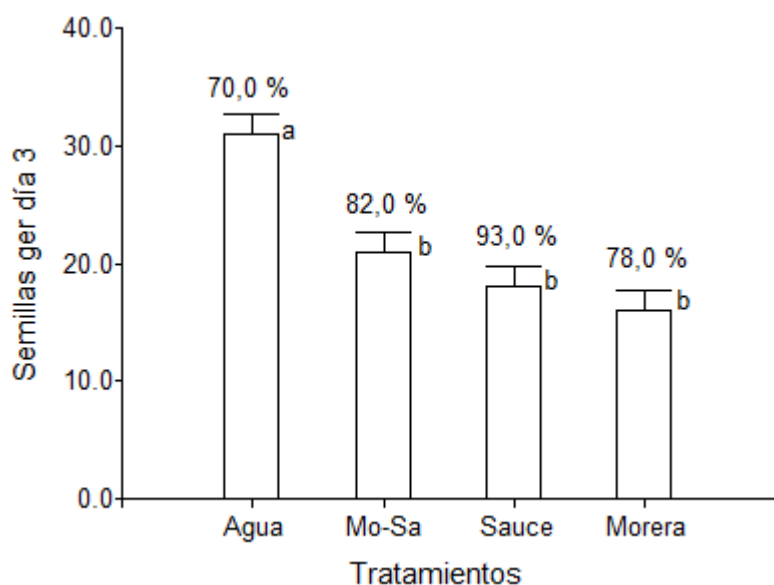


Gráfico 4. Cantidad promedio de semillas germinadas acumuladas al tercer día después de sembradas y evaluadas en los tratamientos con sauce, morera, la combinación de los dos y el agua como control.

En cada tratamiento se representa el porcentaje de germinación. Letras diferentes indican diferencias significativas con el empleo de la prueba de Tukey para $p < 0,05$.

Al tercer día de sembradas las semillas de arroz del cultivar LP-5 (Gráfico 4), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos; el tratamiento con agua supera significativamente al resto de los tratamientos, pero es una germinación más retrasada en el tiempo en relación con los tratamientos con sauce. El tratamiento con sauce ya al tercer día, alcanzaba el 93,0% de semillas germinadas; la combinación, el 82,0 %; la morera, el 78,0 % y el agua solo alcanzaba el 70,0 %.

Germinación de semillas de arroz

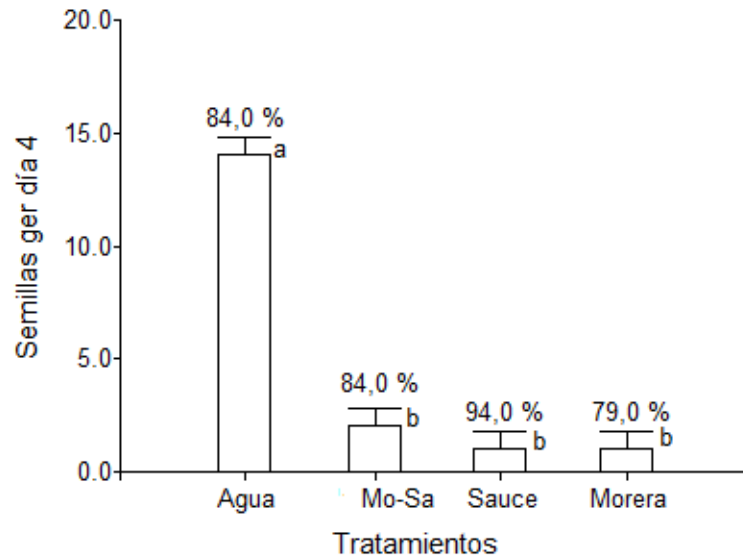


Gráfico 5. Cantidad promedio de semillas germinadas acumuladas al cuarto día después de sembradas y evaluadas en los tratamientos con sauce, morera, la combinación de los dos y el agua como control.

En cada tratamiento se representa el porcentaje de germinación. Letras diferentes indican diferencias significativas con el empleo de la prueba de Conover para $p < 0,05$.

Al cuarto día de sembradas las semillas, germinaron muy pocas de los tratamientos con morera, sauce y la combinación con un rango entre una y cinco semillas. El tratamiento con agua, al cuarto día, continuó superando estadísticamente al resto de los tratamientos en relación con la cantidad de 15 semillas germinadas ese día, reafirmando una germinación más retrasada en el tiempo. Para la germinación acumulada al cuarto día, el sauce ya alcanzaba el 94,0 % de germinación y , en orden decreciente, el agua y la combinación, con el 84,0 %, y la morera con el 79,0 %.

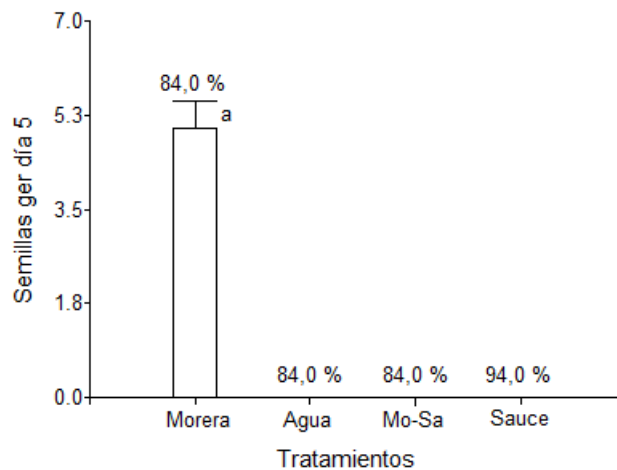


Gráfico 6. Cantidad promedio de semillas germinadas acumuladas al quinto día después de sembradas y evaluadas en los tratamientos con sauce, morera, la combinación de los dos y el agua como control.

En cada tratamiento se representa el porcentaje de germinación. Letras diferentes indican diferencias significativas con el empleo de la prueba de Conover para $p < 0,05$.

En el quinto día después de sembradas las semillas, no germinaron ese día en los tratamientos con agua, la combinación y el sauce. Solo germinaron semillas en el tratamiento con morera, con más de cuatro germinadas en la morera, demostrativo de que, en el tratamiento con morera, hay evidencias de un efecto en la germinación tardía. Al quinto día, el sauce mantenía el 94,0 % de germinabilidad (alcanzado al cuarto día), y el 84,0 % para el resto de los tratamientos.

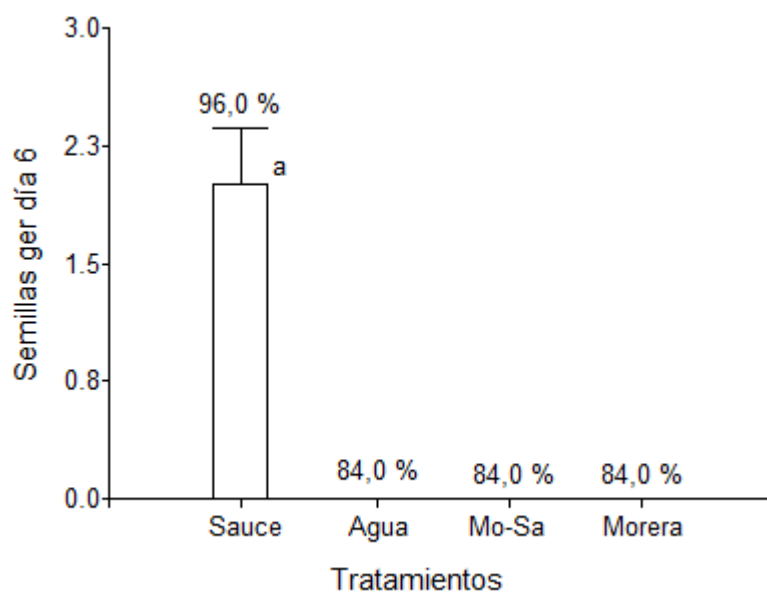


Gráfico 7. Cantidad promedio de semillas germinadas acumuladas al sexto y último día después de sembradas y evaluadas en los tratamientos con sauce, morera, la combinación de los dos y el agua como control .

En cada tratamiento se representa el porcentaje de germinación. Letras diferentes indican diferencias significativas con el empleo de la prueba de Conover para $p < 0,05$.

Al sexto día de puestas a germinar las semillas de arroz, no ocurrió germinación en los tratamientos donde estuvo presente el agua, la morera y la combinación. Entre una y dos semillas germinaron ese día en el tratamiento con sauce. El sauce, a los seis días, ya alcanzaba el 96,0 % de germinación, y en el resto de los tratamientos, el 84,0 %. Con esos porcentajes de germinación a los seis días quedó el experimento, debido a que a partir de ese día, ya no germinaron más semillas.

El incremento en los porcentajes de germinación que se encontraron en las semillas de arroz, al ser acondicionadas con extractos vegetales de sauce, puede estar relacionado con que, en las hojas del sauce, existe el ácido salicílico, considerado un regulador endógeno del crecimiento de naturaleza fenólica, que tiene influencia positiva en varios procesos fisiológicos como la germinación de las semillas (Cutt y Klessing, 1992) y en la permeabilidad iónica de las

Germinación de semillas de arroz

membranas celulares, aspecto este muy relacionado con la respuesta a la germinación (Barkosky y Einhelling, 1993) y el vigor de las semillas de arroz (Anwar *et al.*, 2013).

La germinación es uno de los atributos que caracterizan la calidad fisiológica de la semilla, relacionado con su metabolismo y puede ser definida como la emergencia y el desarrollo de las estructuras esenciales del embrión, donde se manifiesta su capacidad para dar origen a una plántula normal, bajo condiciones ambientales favorables (Velásquez, 2008), constituyendo el porcentaje de germinación el parámetro más empelado a nivel mundial en cualquier cultivo.

Los resultados alcanzados con el empleo de extractos vegetales están relacionados con el efecto promotor de los procesos bioquímicos y fisiológicos de la germinación, debido a la presencia de aminoácidos esenciales, macronutrientes, micronutrientes, fitohormonas y metabolitos secundarios (Iqbal *et al.*, 2015) presentes en estos extractos vegetales de las plantas que fueron utilizadas para este estudio.

Conclusiones

1. Con el extracto foliar de sauce se alcanzó el 96,0 % de semillas germinadas en sólo seis días.
2. Con los extractos foliares de morera, la combinación de los extractos de morera y sauce, y el agua como control, se alcanzó el 84,0 % de semillas germinadas.

Referencias bibliográficas

- Anwar, S.; Iqbal, M.; Hammad, S., & Iqbal, N. (2013). Efficacy of seed preconditioning with salicylic and ascorbic acid in increasing vigor of rice (*Oryza sativa* L.) seedling. *Pak. J. Bot.*, 45(1): 157-162.
- Barkosky, R. R., & Einhellig, F. A. (1993). Effects of salicylic acid on plant water relationship. *J. Chem. Eco.*, 19: 237-247.
- Bulgari R, Cocetta G, Trivellini A, Vernieri P, & Ferrante A. (2015). Biostimulants and crop responses: a review. *Biol Agric Hort.* 31:1–17.
- Conover, W. J. (1999). Practical Nonparametric Statistics. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Cutt, J. R. & Klessing, D. F. (1992). Salicylic acid in plants. A changing perspective. *J. Pharm. Sci. Tech.*, 16: 25-34.

- De Souza, A., Garci, D., Sueiro, L., Gilart, F., Porras, E. & Licea, L. (2006). Pre-sowing magnetic treatments of tomato seeds increase the growth and yield of plants . *Bioelectromagnetics*, 27(4): 247-257.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., & Robledo C.W. (2019). InfoStat versión 2019. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Iqbal, M. A., Manan Saleem A, & Ahmad B. (2015). Effect of seed invigoration techniques on germination and seedling growth of chinese sweet sorghum. *Zenodo*, 2(2):1–4. doi:10.5281/zenodo.999917
- Minitab, Inc. (2014). Minitab Statistical Software, Versión 17 para Windows, State College, Pennsylvania. www.minitab.com
- ONEI. (2018). Oficina Nacional de Estadística e Información. Anuario estadístico. República de Cuba.
- Suárez, E., Alfonso, R. & Cabañas, M. (2020). Variedades y producción de semillas. Capítulo 5. En: Instructivo técnico del cultivo del arroz. Eds: Alfonso, R.; Rivero, L.; Suárez, E.; Martínez, J.; Riverón, A.; Cabañas, M.; González, T.; Alemán, L.; Adelfa, A. y Contreras, Y. Instituto de Investigaciones de Granos. Artemisa. 142 p.
- Velásquez, J. (2008). Semillas, Tecnología de Producción y Conservación. disponible en URL: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Semilla1-1.pdf> [consulta 5 de abril de 2020].