



EVALUACIÓN DE SEMILLAS DE DOS VARIEDADES DE *SORGHUM BICOLOR* PROVENIENTES DE DIFERENTES TRATAMIENTOS AGROECOLÓGICOS

Evaluation of Seeds From two Varieties of Sorghum Bicolor with two different Agroecological Treatments

Humberto Pérez Figueredo

MSc. en Agroecología y Desarrollo Endógeno
Universidad Nacional Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora.
Barinas, Venezuela. humbertoperezf@gmail.com

Maritza Gaviria Perafán

MSc. en Agroecología y Desarrollo Endógeno
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA)
Barinas, Venezuela. maritzapoker64@gmail.com

DATOS DEL ARTICULO

Recepción: 29-01-2021

Aprobación: 07-03-2021

Correspondencia a:

humbertoperezf@gmail.com
(Humberto Perez)

Palabras Clave:

Semilla de sorgo, *Sorghum bicolor*,
Variedades de sorgo, Manejo
agroecológico.

RESUMEN

Alcanzar la seguridad y soberanía agroalimentaria, involucra retos y desafíos socio-políticos, técnico-científicos, culturales y económicos, asumiendo procedimientos con un mínimo impacto ambiental. En consecuencia, se hace necesario promover la sustentabilidad de la producción de semillas de sorgo, desarrollando nuevas alternativas de manejo con principios agroecológicos; en este sentido se desarrolló la presente investigación con el objetivo de evaluar variedades de sorgo, con manejo agroecológico para seleccionar las semillas que respondan favorablemente a las condiciones ambientales donde tradicionalmente se cultivan. Para ello se utilizó un diseño completamente aleatorizado bifactorial para 2 variedades, Maracay y Zaraza I, con 2 tratamientos, humus sólido y humus líquido y 4 réplicas, en caso de significación se aplicó la prueba de Tukey ($p \leq 0,01$). Los mejores resultados se obtuvieron cuando el humus fue aplicado de forma foliar en la variedad Zaraza I, superando a la variedad Maracay y al tratamiento con humus sólido. Desde el punto de vista económico todos los tratamientos superan a los ingresos que se obtienen con el promedio nacional de producción de sorgo granífero. Se concluye que la aplicación foliar de humus da mejores resultados en la producción de semillas de sorgo.



ABSTRACT

Achieving food security and sovereignty involves socio-political, technical-scientific, cultural and economic challenges and challenges, which are magnified by assuming procedures and methods with minimal environmental impact aimed at improving the quality. Consequently, it is necessary to promote the sustainability of sorghum seed production, developing new management alternatives with agroecological principles; In this sense, the present research was developed with the objective of evaluating varieties of sorghum, with an agroecological management to select the seeds that respond favorably to the environmental conditions in the areas where sorghum has traditionally been planted in the state of Barinas. For this, a completely randomized two-factor design was used for two varieties, Maracay and Zaraza I, with 2 treatments, solid humus and liquid humus and 4 replicates, in case of significance, the Tukey test was applied ($p \leq 0.01$). The best results were obtained when the humus was applied as a foliar in the Zaraza I variety, surpassing the Maracay variety and the solid humus treatment. From the economic point of view, all the treatments surpass the income obtained with the national average of grain sorghum production. It is concluded that the foliar application of humus gives better results in the production of sorghum seeds.

Keywords:

Sorghum seeds, Sorghum bicolor, Varieties of sorghum, Agroecological management.



1 INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) es el quinto cereal más importante del mundo, tal como lo expresa Wong *et al.*, (2009), después del trigo, el arroz, el maíz y la cebada; y según López *et al.*, (2011), constituye en una alternativa potencial para la fabricación de alimentos dirigidos a la alimentación humana y animal, debido a que resiste zonas agroecológicas caracterizadas por la escasez de precipitaciones y por la sequía, donde es inadecuada la producción de otros cereales. Por esto, Hernández *et al.*, (2011), citado en Vásquez (2017), lo consideran el mejor cereal en términos de resistencia a la sequía y resaltan que esta podría ser la planta del futuro por su uso eficiente del agua, considerando que cada vez es más la escasez de agua para la irrigación.

El sorgo tiene la particularidad de aportar elevadas cantidades de rastrojo que contribuyen a mejorar la cobertura de los suelos, según lo expresado por Carrasco *et al.*, (2011). Además presenta un sistema radical muy desarrollado y profundo que le permite muy buena exploración del perfil del suelo que contribuye a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas. En este sentido López *et al.*, (2011), manifiesta que el sorgo se presenta como una alternativa muy propicia para aquellos sistemas en que se desee mantener las buenas condiciones de fertilidad, como así también es un cultivo ideal para sistemas de producción bajo siembra directa.

Sin embargo, el cultivo del sorgo granífero en el estado Barinas presenta una disminución en su rentabilidad debido a diversos factores como inadecuado manejo de los productos agroquímicos, la ocurrencia de eventos climáticos extremos, períodos prolongados de déficit hídricos y poca disponibilidad de variedades con alto potencial productivo para los productores locales. Por lo que, con un manejo eficiente de variedades de sorgo altamente productivas y adaptadas a las condiciones agroecológicas del municipio Barinas, así como, el empleo de los abonos orgánicos productos de la lumbricultura para el tratamiento de semillas provisorias de este cultivo, se garantiza una alternativa agroecológica y económica que permite elevar los rendimientos con producciones altas y estables en esta localidad.

Por todo lo anterior y tomando como base la importancia del cultivo del sorgo para el desarrollo de la agricultura en el estado Barinas, se planteó como objetivo evaluar variedades de sorgo, con un manejo agroecológico para seleccionar las semillas que respondan favorablemente a las condiciones ambientales en las zonas donde tradicionalmente se ha sembrado el sorgo en el estado Barinas.



2. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la finca Los Abuelitos, ubicada en la localidad de Hato Viejo, municipio Barinas, estado Barinas. Con temperatura promedio de 26,10 °C, precipitación anual de 1724,90 mm y evaporación anual de 1459,10 mm. El clima según Thornthwaite (1948) es cálido, moderadamente húmedo, con deficiencias de agua en verano y concentración de la eficiencia térmica en verano de 47,30%.

Suelo de origen aluvial, plano con pocas depresiones naturales, textura franco arcilloso, serie garza y pertenecen al orden Vertisol, pH 7,4 neutro. Contenido de potasio 24 mg/kg, fósforo 8 mg/kg, calcio 24 mg/kg, materia orgánica 2,79%, y conductividad eléctrica baja. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado con arreglo bifactorial para las dos variedades comerciales Maracay y Zaraza I, con 2 tratamientos y 4 réplicas, en caso de significación se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0,01$).

Se realizaron observaciones de campo (Figura 1) para evaluar las variables número de granos por panoja, Peso de mil granos, días de emergencia de la semilla y rendimiento, tomando valores generados de humus líquido y humus sólido como factores de fertilidad del suelo en repuesta a las variedades evaluadas. Las labores agronómicas fueron similares en las 2 variedades a diferencia de la fertilización donde se aplicó humus líquido y sólido según el tratamiento (Figura 2).

Para el número promedio de granos por panoja se tomaron 10 panojas de cada tratamiento al momento de la cosecha, se desgranaron y se realizó el conteo de granos. Los granos se pesaron tomando mil granos de la muestra de 10 panoja las cuales se mezclaron cuidadosamente tomando una muestra de 20 gramos, utilizando una balanza electrónica analítica marca Clever con capacidad para 5 kg y precisión de 0,0001 g. se contó el número de granos y se aplicó la fórmula $P = 20/n \times 1000$, donde P es la masa de 1000 granos y n es número de granos en 20 gramos.



Imagen 1. Observaciones de campo de las variedades evaluadas, Maracay y Zaraza I, en la finca Los Abuelitos, ubicada en la localidad de Hato Viejo, municipio Barinas, estado Barinas.



Imagen 2. Aplicación de las labores culturales y revisión de las variedades evaluadas, Maracay y Zaraza I, en la finca Los Abuelitos, ubicada en la localidad de Hato Viejo, municipio Barinas, estado Barinas.

El rendimiento de granos en kg/ha, se obtuvo de la muestra de granos de 10 panojas seleccionadas en la parcela experimental, y se ajustó al área útil de cada parcela, luego se calculó rendimientos de granos en kg/ha según la metodología propuesta por Aguirre y Peske (1992), utilizando la expresión;



$$R = Pc \times Fc \times \frac{10000}{A}$$

Dónde:

R = Rendimientos de granos en kg/ha.

Pc = Peso de granos corregido por parcela (kg).

Fc= Factor de Corrección (0,978).

A = Área útil de la parcela en m² (1,62 m²).

Fc se obtiene con la siguiente expresión:

$$Fc = \frac{1}{100 - Hf} \left(\frac{Hi - Hf}{100 - Hf} \right)$$

Dónde:

Hi = Humedad inicial (14%).

Hf = Humedad final (12%).

Se seleccionaron las variedades desarrolladas por el INIA (2007), Variedad Maracay y Variedad Zaraza I, por ser variedades muy rendidoras y tolerantes a plagas y enfermedades. Además, la disponibilidad de semillas y la oportunidad de INIA para su evaluación (Figura 3).

La Variedad Maracay, posee una altura de planta de 1,70 m a 2,00 m, color de grano rojizo a marrón oscuro, panoja tipo semicompacta, días a floración 60 a 66 días, buena cantidad de granos, color de la nervadura blanca, tolerante a plagas, buena adaptabilidad a los ambientes, tolerante a plagas y enfermedades, con rendimientos promedios según investigaciones del INIA es de 2.000 kg/ha (Figura 3A).

La Variedad Zaraza I, se caracteriza por poseer panojas compactas, de granos con coloración blanca del endospermo, ramificaciones erectas, días de siembra a floración media de 70 a 75 días, con altura de las plantas de 1,50 m a 1,70 m, tolerante a las principales plagas del cultivo y resistente al fusarium, helmintosporium y otras enfermedades su rendimientos promedios según investigaciones del INIA es de 2.500 kg/ha (Figura 3B).



Imagen 3. Panoja de sorgo de las variedades evaluadas, Maracay (1) y Zaraza I (2), en la finca Los Abuelitos, ubicada en la localidad de Hato Viejo, municipio Barinas, estado Barinas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se presenta los resultados de las variables número de granos por panoja, peso de mil granos y días a la germinación de la semilla de sorgo una vez sembrada en campo, observándose que no existe diferencia significativa en los promedios estadísticos entre estas variable para con respecto a las variedades Zaraza I y Maracay, aplicados a los factores humus sólidos y humus líquido, sin embargo se evidencia una diferencia significativa en los promedios de las variedades estudiadas, siendo superior la variedad Zaraza I sobre la variedad Maracay.

El número de granos por panoja, según lo establece Mena, (2004), depende del factor genético, es decir del peso potencial, y de la capacidad de la planta para acumular materia seca durante su fase de desarrollo; en conjunto, el número de granos de la panoja esta frecuentemente correlacionado con el rendimiento final y está influenciado por el número de inflorescencia, espiguillas por inflorescencia, florecillas por espiguillas y por la proporción de florecillas que llegan a producir granos.

Se puede inferir que factores como el clima, la fertilidad del suelo y agua disponible influyen en la cantidad de granos por panoja por lo que la medición de las variables climáticas influyentes en la bioregión donde se cultiva el sorgo deben ser tomadas en cuenta para la producción de semilla, así como las condiciones de fertilidad del suelo.



Tabla 1. Comportamiento de las variables evaluadas en semillas de las variedades tratadas de forma agroecológicas al final del experimento.

Tratamiento		Numero Grano por Panoja	Peso Mil Granos	Días a la Germinación	
Variedad	Humus Solido	2.250,10a	20,35a	4,83a	4,69a
Zaraza I	Humus Liquido	2.049,80a	19,71a	4,55a	
Variedad	Humus Solido	1.403,20a	25,31a	3,38a	3,48b
Maracay	Humus Liquido	1.381,48a	21,82b	3,58a	
R²		0,82	0,84	0,91	0,92
CV		28,52	8,52	13,59	18,88
DE		372,28	1,27	0,68	0,49

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p \leq 0,01$)

En cuanto al peso de mil granos de sorgo, es de resaltar que la variedad Maracay mostró el mejor comportamiento con la aplicación del humus sólido, mientras que la variedad Zaraza I a pesar de haber reportado mayor número de granos por panoja (2.250,10), obtuvo menor peso de los mismos. Diferencia que se debe al genotipo de la variedad ya que los granos de la variedad Maracay presentan un mayor tamaño según las investigaciones de los Técnicos del INIA (2007).

Oramas *et al.*, (2003), plantea que el peso de los mil granos de sorgo tiene un amplio margen de variación de 3 a 80 gramos, pero en la mayoría de las variedades va de 25 g a 30 g, referencia que coincide con la presente investigación donde se encontraron valores en la variedad Zaraza I de 20,35 g y en la variedad Maracay de 25,31 g, coincidiendo con los resultados presentados por Cruz (2005).

Respecto a los días a germinación, en la Tabla 1 se observan que los resultados muestran que la variedad Maracay fue más precoz con la aplicación de humus líquido y sólido, reportando 3,38 días y 3,58 días respectivamente; no obstante se evidenció diferencias significativas al evaluar los días transcurridos a la germinación entre las dos variedades Zaraza I reportó 4,69 días y Maracay 3,48 días valores que se interpretan dentro del rango comprendido para la germinación de la semilla de sorgo, de acuerdo a la descripción varietal establecida por INIA, (2007).



Tabla 2. Efecto del tratamiento agroecológico en el rendimiento en sorgo proveniente de semillas de las variedades evaluadas al final del experimento.

Tratamiento		Rango de Rendimiento (kg/ha)		Rendimiento	
		Mínimo	Máximo	Kg/ha	Kg/ha
Variedad	Humus Sólido	2058,79	5105,65	3651,97a	3457,00a
Zaraza I	Humus Líquido	2388,17	4868,04	3262,03a	
Variedad	Humus Sólido	1464,32	3636,99	2617,42a	2535,80b
Maracay	Humus Líquido	1892,66	3885,67	2454,15a	
R²				0,82	0,83
CV				21,16	21,85
DE				458,74	752,60

Medias con una letra común no son significativamente diferentes Tukey ($p \leq 0,01$)

Los resultados sobre los rendimientos obtenidos en sorgo proveniente de las semillas evaluadas, se presentan en la Tabla 2, donde se observa que la variedad Zaraza I presentó rendimientos superiores con las dos métodos de aplicación del humus, siendo relevante el humus sólido con 3,651 kg/ha, mientras que el humus líquido obtuvo 3,262 kg/ha, para un rendimiento promedio de 3,457 kg/ha.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por González *et al.*, (2008) en evaluaciones de híbridos con granos de coloración oscura, sembrados en dos localidades y cuyos rendimientos en la localidad 1, los híbridos Criollo-1, SR-4000, Criollo-26 y Jack-pop fueron 3.345 kg/ha, 2.730 kg/ha, 2.662 kg/ha y 2.499 kg/ha respectivamente; mientras que en la localidad 2, obtuvieron diferencias significativas para las variables estudiadas y observaron mayor rendimiento con 4.393 kg/ha, en el cultivar Criollo-26 y menor rendimiento con 2.315 kg/ha, en el cultivar SR-4001.

En base a sus resultados podemos decir que la variación de rendimiento se debe a las características de adaptación según la localidad y las condiciones edáfico-climáticas existentes en la bioregión donde se cultivan estas variedades de sorgo, sin embargo mostraron mejores rendimientos por área cultivada.



4. CONCLUSIONES

Los mejores resultados se obtuvieron cuando el humus fue aplicado de forma foliar en la variedad Zaraza I, con rendimiento de 3.651,97 kg/ha y una fluctuación entre 2.388,17 kg/ha a 4.868,04 kg/ha, superando a la variedad Maracay que obtuvo un rendimiento 2.535,80 kg/ha y al tratamiento con humus sólido se 3.262,03 kg/ha con fluctuaciones de 1.464,04 kg/ha a 3.636,99 kg/ha.

Desde el punto de vista económico todos los tratamientos superan a los ingresos que se obtienen con el promedio nacional de producción de sorgo granífero, por lo tanto, la aplicación foliar de humus da mejores resultados en la producción de semillas de sorgo tratada con métodos agroecológicos.

Recomendaciones

Se recomienda continuar con la investigación para evaluar la dosificación de humus líquido de lombriz más adecuada para obtener el mejor rendimiento en sorgo uranífero a menor costo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre, A., y Peske, L. (1992). Manual para el beneficio de semillas. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Carrasco, N., Zamora, M., y Melin, A. (2011). Manual de sorgo. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Cruz, B. (2005). Rendimiento de tres cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.), en el pacifico sur de Nicaragua. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.

González, R., Graterol, Y., Ávila, J., Sequera, W., Velásquez, L., y Pieruzzini, N. (2008). Comportamiento de 12 híbridos de sorgo granífero sembrados bajo condiciones de norte-verano en los llanos occidentales. Revista UNELLEZ, Ciencia Tecnología, 26, 71-79.

INIA. (2007). Descriptores para Cultivares de Sorgo (*Sorghum*, spp) Dirección Servicio Nacional de Semillas. Maracay, Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.



López, N., Tique, M., y Pérez, L. (2011). Contribución al estudio del sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para nutrición humana. *Perspect Nutr Humana*, 13, 33-44.

Mena, H. (2004). *Compilaciones de ensayos regionales de sorgo granífero*. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay, Venezuela: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Oramas, G., Torres, G. M., y Sánchez, E. (2003). Evaluación de nuevas variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) de grano para consumo humano y animal. *Cultivos Tropicales*, 24(1), 73-78.

Thornthwaite, C. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *American Geographical Society*, 38(1), 55-94.

Vásquez, J. (2017). *Repuesta de la calidad física y fisiológica de semillas de sorgo producidas a través de la aplicación de Colchicina*. México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Wong, J., Lau, T., Cai, N., Singh, J., Pedersen, J., y Vensel, W. (2009). Digestibility of protein and starch from sorghum (*Sorghum bicolor*) is linked to biochemical and structural features of grain endosperm. *Journal Cereal Sci*, 49, 73-82.