
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN INORGÁNICA Y UN BIO-ACTIVADOR FOLIAR EN LA VARIACION DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MAÍZ (*Zea mays L.*)

Cándido Sumoza^{1,2}, Ángel Valera^{1,2*}, María Tovar^{1,2}

¹ Universidad Rómulo Gallegos, Área de Ingeniería Agronómica, San Juan de los Morros, Estado Guárico, Venezuela, e-mail: sumagraz@yahoo.es, mariarosariotovarleon@gmail.com

² Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas, (CIESA-UNERG). San Juan de los Morros, Estado Guárico, Venezuela, e-mail: angelvalera@unerg.edu.ve, <https://orcid.org/0000-0001-5500-1332>

*Autor de correspondencia

Recibido: 14 - 08 - 2023; **Aceptado:** 15 - 10 - 2023; **Publicado:** 15 - 12 - 2023

RESUMEN

En el presente ensayo se llevó a cabo el estudio y monitoreo del comportamiento del cultivo del maíz bajo la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos y la combinación de estos, con la finalidad de evaluar la respuesta del rendimiento del cultivo. Para tal fin se estableció un diseño experimental de bloques al azar de 12 parcelas experimentales con cuatro (4) tratamientos: T0 (sin abonamiento), T1 (fertilización química), T2 (combinación de fertilización química y orgánica foliar) y T3 (fertilización orgánica foliar), con tres repeticiones. El área experimental se dividió en 12 parcelas, cada una con una superficie de 9 m², con 4 hileras y 45 plantas por parcela, equivalentes a una densidad de 50.000 plantas/hectárea. La estimación del rendimiento se realizó tomando en cuenta los valores promedio de las variables que conforman la mazorca en estado inmaduro (jojoto), tales como: el número de hileras, el número de granos por hileras, y el total de granos de la mazorca. Los resultados indicaron que el tratamiento basado en la combinación de abonos orgánicos con fertilizantes químicos fue superior al resto de los tratamientos, con promedio de 6.011 kg/ha, marcando una diferencia con el testigo (T0) de 2.325 kg/ha, con el tratamiento convencional (T1) de 987 kg/ha, y con el abonamiento foliar (T3) de 1.900 kg/ha. El mapa de rendimiento de maíz se obtuvo mediante la aplicación de la técnica de interpolación de kriging ordinario, tomando como base las estimaciones obtenidas en 48 puntos de muestreo en el área experimental total, con variaciones que oscilaron entre 1.662 y 8.093 kg/ha.

Palabras clave: Maíz, Fertilizante orgánico, bioactivador, Rendimiento, Parcelas.

EFFECT OF INORGANIC FERTILISATION AND A FOLIAR BIO-ACTIVATOR ON MAIZE YIELD VARIATION (*Zea mays L.*)

ABSTRACT

In the present study, the behavior of the maize crop was monitored under the application of organic and inorganic fertilizers and their combination, in order to evaluate the response of the crop yield. For this purpose, a randomized block experimental design of 12 experimental plots with four (4) treatments was established: T0 (no fertilization), T1 (chemical fertilization), T2 (combination of chemical and organic foliar fertilization) and T3 (organic foliar fertilization), with three replications. The experimental area was divided into 12 plots, each with an area of 9 m², with 4 rows and 45 plants per plot, equivalent to a density of 50,000 plants/hectare. Yield was estimated by taking into account the average values of the variables that make up the cob in the immature state (green maize), such as: the number of rows, the number of grains per row, and the total number of grains in the cob. The results indicated that the

treatment based on the combination of organic fertilizers with chemical fertilizers was superior to the rest of the treatments, with an average of 6,011 kg/ha, marking a difference with the control (T0) of 2,325 kg/ha, with the conventional treatment (T1) of 987 kg/ha, and with the foliar fertilizer (T3) of 1,900 kg/ha. The maize yield map was obtained by applying the ordinary kriging interpolation technique, based on the estimates obtained in 48 sampling points in the total experimental area, with variations ranging from 1,662 to 8,093 kg/ha.

Key words: Maize, Organic fertilizer, Bio-activator, Yield, Plots.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de maíz es de gran importancia en todo el territorio nacional y forma parte de la alimentación diaria de los venezolanos. Sin embargo, debido al manejo dado, cada día los requerimientos del cultivo en zonas de producción agrícola aumentan, y es necesario suplir las necesidades en forma edáfica o foliar. Por ello, son diversas las investigaciones realizadas con aplicaciones complementarias de fertilizantes inorgánicos y orgánicos en maíz, cuyos resultados han mostrado mejores resultados en términos de crecimiento y rendimiento Adediran et al., 2005; Ayoola y Makinde, 2007; Durukan, 2022). Además, la combinación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos aumentan el contenido de materia orgánica del suelo, mejora el ambiente del suelo, aumenta la cantidad y diversidad de microorganismos del suelo, promueven el crecimiento y desarrollo de las raíces de los cultivos y aumentan el rendimiento de maíz (Yang et al, 2020).

Por otra parte, los suelos presentan una alta variabilidad espacial, lo cual influye en la uniformidad de las plantas durante el ciclo vegetativo y por consiguiente en los rendimientos del cultivo. En tal sentido, es importante realizar delimitaciones de las áreas de mayor o menor potencialidad para aplicar el mejor manejo de los suelos y el cultivo con fines de sostenibilidad, por lo que es recomendable hacer aplicaciones de abonos en cantidades apropiadas que generen beneficios socioeconómicos, pero que eviten el impacto negativo en el ambiente.

En la actualidad, las tecnologías permiten estudiar la variación espacial de la producción de cualquier cultivo, y la obtención de mapas de rendimiento para conocer la variabilidad a través de la superficie de siembra; sin embargo, en parcelas experimentales se puede conocer la estructura espacial del rendimiento mediante la función de semivarianza, la cual es una medida de la similitud entre observaciones a una distancia determinada (Ovalles, 1992). Los semivariogramas proporcionan información sobre los cambios con la distancia en el patrón espacial del rendimiento estimado y el rango espacial. El gráfico de la semivarianza contra la distancia es conocido como semivariograma, el cual contiene toda la información referente a la variable rendimiento. Los valores del semivariograma se utilizan para estimar valores en los sitios no muestreados, para lo cual se puede utilizar la técnica de interpolación por kriging (Valera et al., 2008), y así predecir cada valor de la variable rendimiento como un promedio ponderado de los puntos de muestreo vecinos, produciendo la mejor estimación lineal, no sesgada.

En la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales “Rómulo Gallegos” algunos investigadores destacados, tales como Ortega y Rengifo (2023) han generado una línea de productos orgánicos foliares, elaborados a base de “Leonardita”, y han manifestado la influencia del bioactivador denominado “Carboplant-Plus” en el mejoramiento del desarrollo vegetativo y el rendimiento de diversos cultivos. Por tales razones, la presente investigación ha tenido como objetivo evaluar los efectos de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la variación espacial del rendimiento del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.) en parcelas experimentales de la institución universitaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El ensayo se llevó a cabo en los terrenos del Jardín Botánico de la Universidad Nacional Experimental de los Llanos Centrales Rómulo Gallegos, Vía El Castrero, municipio Roscio, San Juan de los Morros estado Guárico, Venezuela. El área experimental es de 192 m², con una superficie efectiva de 165 m². En la zona dominan suelos formados sobre materiales derivados de la formación geológica Las Hermanas, conformada por rocas ígneas máficas extrusivas y conglomerados volanoclasticos, con una precipitación media anual de 1280 mm, una altitud de 445 msnm, con dominancia de una vegetación herbácea de pasto yaraguá (*Hyparrhenia rufa*) asociada con arbustos de chaparro (*Curatella americana*).

Características del suelo, cultivo, y fertilizantes orgánicos e inorgánicos

El suelo donde se desarrolló la siembra del cultivo de maíz corresponde a terrazas coluvio aluviales de la cuenca del río San Juan, afluente del río Guárico, donde dominan suelos de los órdenes inceptisoles y alfisoles. Desde el punto de vista de fertilidad los suelos son de clase textural franca (F) con una reacción del suelo ligeramente ácida, baja disponibilidad de fósforo y potasio, y bajos contenidos de materia orgánica. Los contenidos de calcio y magnesio disponible son altos, pero no existen problemas de salinidad debido a la baja conductividad eléctrica de los suelos. El suelo presenta deficiencia de los microelementos zinc, cobre y manganeso, a excepción del elemento hierro.

El cultivar sembrado fue el híbrido Pioneer P4285 (maíz amarillo), el cual proviene de una línea selecta de parentales destinado para la siembra de campos de maíz, con rendimientos favorables en importantes valles maiceros de países suramericanos, y requiere mediana y alta tecnología, para obtener una excelente productividad. La siembra del cultivo se realizó a mediados de abril y la cosecha se llevó a cabo a finales del mes de junio de 2023.

Los fertilizantes utilizados en los tratamientos corresponden a la fórmula completa NPK (10-20-20), complejo granular con altos contenidos de fósforo y potasio, y un aporte complementario de nitrógeno. También se utilizó un fertilizante orgánico denominado Carboplant Plus, el cual es una formulación orgánica foliar y radical, la cuál es obtenida por un proceso de "digestión química". Es un producto obtenido de

la extracción alcalina de Leonardita con hidróxido de potasio (KOH), posee una alta concentración de materia orgánica, y aporta un valioso porcentaje de ácidos húmicos (40%) y fúlvicos (85%) y favorece la producción de los cultivos. Además, es una fuente natural de diversos nutrientes como potasio, hierro, calcio, cobre, zinc y magnesio. (Ortega y Rengifo, 2023; Humintech, 2023).

Diseño experimental

Para la evaluación del rendimiento de maíz y su posterior representación espacial, se establecieron 12 parcelas de 3m x 3m cada una, con 4 hileras y 45 plantas por parcela. Se realizó la siembra de 5 semillas por metro lineal con una separación entre hileras de 1m, para una densidad de siembra equivalente a 50.000 mil plantas por hectárea, en un área de siembra efectiva de 11m x 15m = 165 m². Para la distribución de las parcelas experimentales en el campo se empleó un diseño de bloques al azar, con 4 tratamientos basados en fuentes de fertilizantes orgánicos e inorgánicos y 3 repeticiones (Figura 1).

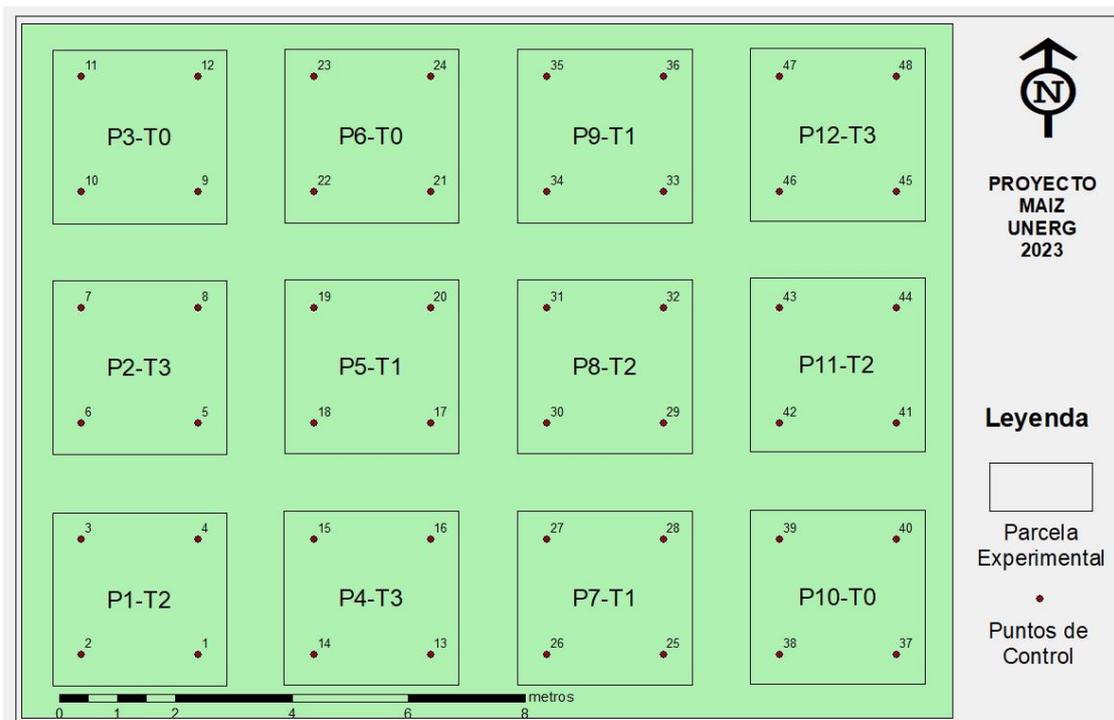


Figura 1. Distribución de las parcelas experimentales (P) y los tratamientos empleados (T).

Para la evaluación del rendimiento de maíz y su variación espacial se utilizó como base el diagnóstico del análisis de suelo con fines de fertilidad realizado en la parcela experimental (CIESA-UNERG, 2023). Los requerimientos nutricionales del cultivo considerado fueron de 150 kg/ha de N, 90 kg/ha de P₂O₅ y 90 kg/ha de K₂O, por lo que se establecieron los siguientes tratamientos: una parcela testigo (T0) (sin abonamiento), una parcela con fertilización de fórmula completa comercial (T1), una parcela con la combinación de media dosis de fertilización química y media dosis de abono orgánico foliar y T3 (fertilización orgánica foliar), con tres repeticiones de cada

tratamiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Aplicaciones de fertilizantes químicos y orgánicos al cultivo de maíz

Tratamiento	Requerimientos	Aplicaciones
T0	-	Sin aplicación de fertilizantes o abonos orgánicos
T1	N: 150 kg/ha P ₂ O ₅ : 90 kg/ha K ₂ O: 90 kg/ha	-1ra Fertilización: 450 kg/ha de 10-20-20 más 75 kg/ha de urea granulada. -2da Fertilización (reabono a los 25-30 días): 175 kg/ha de urea granular.
	N: 75 kg/ha P ₂ O ₅ : 45 kg/ha K ₂ O: 45 kg/ha Orgánico: 10 l/ha	-1ra Fertilización: 225 kg/ha de 10-20-20 más 75 kg/ha de urea granulada. -2da Fertilización (reabono a los 25-30 días): 87,5 kg/ha de urea granular. - Bioactivador (foliar): 10 l/ha (5 aplicaciones por ciclo de cultivo).
T3	Orgánico: 20 l/ha	- Bioactivador (foliar): 20 l/ha (5 aplicaciones por ciclo de cultivo).

T0: testigo, T1: tratamiento convencional o químico, T2: tratamiento combinado químico-orgánico, T3: tratamiento orgánico.

Estimación del rendimiento de maíz

Para la estimación del rendimiento de maíz en las parcelas experimentales fue necesaria la recolección de datos precisos como el número de plantas, la cantidad de mazorcas promedio por planta, el número de hileras por mazorca y el número de granos por hilera. En esta investigación se seleccionaron plantas con mazorcas inmaduras (jojoto) con la finalidad de evitar riesgos de pérdidas *a posteriori*, y para estimaciones más precisas se tomaron muestras en cuatro partes de cada parcela, para obtener resultados representativos de la realidad y con mayor fortaleza para las evaluaciones estadísticas, obteniendo un modelo unifactorial de 4 tratamientos con 12 repeticiones, para un total de **48** unidades de muestreo (Figura 1).

Análisis estadístico y geoestadístico

Los datos sobre rendimiento fueron tabulados y graficados, utilizando el programa estadístico Minitab 20[®] (versión de evaluación). Se realizó un análisis de varianza y una prueba de medias para evaluar el efecto del fertilizante químico, el fertilizante orgánico, y la combinación de abonos orgánicos e inorgánicos en el rendimiento del maíz.

Para el análisis geoestadístico se determinó el semivariograma del rendimiento de maíz (semivarianza como función de la distancia) independientes de la dirección. Para ello se utilizó la técnica de interpolación por kriging ordinario del módulo de análisis geoestadístico del programa ArcMap 10.8[®] (versión evaluación), y el semivariograma

se ajustó a un modelo teórico conocido. Posteriormente se obtuvo el mapa de la variación espacial del rendimiento de maíz en toda el área experimental y los errores asociados a la estimación. La evaluación de la precisión del mapa de rendimiento de maíz se realizó con cinco (5) índices: el error medio (EM), el error medio estandarizado (EME), la raíz del error cuadrático medio (RECM), la raíz del error cuadrático medio estandarizado (RECME), y el error estándar promedio (EEP).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estimación del rendimiento del cultivo

Los resultados obtenidos acerca de la estimación del rendimiento de maíz para cada uno de los tratamientos se presentan en el Cuadro 2. Los valores promedios indicaron que existe una secuencia en orden descendente desde el tratamiento 2 bajo la combinación de fertilizantes químicos y orgánicos (6.011 kg/ha), seguido del tratamiento 1 basado en la fertilización convencional (5.024 kg/ha), luego el tratamiento 3 con 4.111 kg/ha, y el testigo con 3.687 kg/ha de maíz.

Cuadro 2. Estimación del rendimiento de maíz por tratamiento

Tratamiento	Parcela	Rendimiento (kg/ha)	Promedio (kg/ha)
T0	P3	4.233,60	3.687
	P6	3.603,37	
	P10	3.223,44	
T1	P5	4.769,35	5.024
	P7	3.956,40	
	P9	6.346,16	
T2	P1	7.268,35	6.011
	P8	5.314,11	
	P11	5.451,26	
T3	P2	4.228,22	4.111
	P4	3.703,63	
	P12	4.401,94	

T0: testigo, T1: tratamiento convencional o químico, T2: tratamiento combinado químico-orgánico, T3: tratamiento orgánico.

Estos resultados indicaron que el tratamiento basado en la combinación de abonos orgánicos con fertilizantes químicos fue superior al resto de los tratamientos, con un promedio superior a los 6.000 kg/ha, marcando una diferencia con el testigo (T0) de 2.325 kg/ha, con el tratamiento convencional basado en la fórmula completa (T1) de 987 kg/ha, y con el abonamiento foliar (T3) de 1.900 kg/ha.

Efecto del tratamiento en el rendimiento de maíz

Los resultados del análisis de varianza se presentan en el Cuadro 3, donde se evidenció que los valores de los rendimientos del cultivo de maíz con la aplicación de

fertilizantes químicos y orgánicos en forma separada y combinada, presentan medias diferentes (valor p es menor que el nivel de significancia de 0,05).

Cuadro 3. Análisis de Varianza del tratamiento con fertilizantes en el rendimiento de maíz

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	9.591.805	3.197.268	4,18	0,047
Error	8	6.117.276	764.659		
Total	11	15.709.081			

GL: grados de libertad, S: Suma de cuadrados, M: media cuadrática, α : 0,05

Los resultados de la prueba de medias de los rendimientos de maíz para los diferentes tratamientos se presentan en los Cuadros 4 y 5, los cuales corroboran la secuencia de rendimientos del cultivo en orden descendiente $T2 > T1 > T3 > T0$.

Cuadro 4. Resultados de la prueba de medias entre tratamientos

Tratamiento	N	Media	Desv. Est.	IC de 95%
T0	3	3.686	510	(2.522; 4.851)
T1	3	5.024	1.215	(3.859; 6.188)
T2	3	6.011	1.091	(4.847; 7.175)
T3	3	4.111	363	(2947; 5276)

Desv.Est. agrupada = 874

El agrupamiento de los resultados de los rendimientos basado en el método Tukey y una confianza de 95% (Cuadro 5) indico que el grupo A contiene el tratamiento basado en la combinación de dosis media de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, y el grupo B contiene el tratamiento basado en el testigo, sin ninguna fertilización. Los tratamientos T1 y T3 están en ambos grupos, por lo que las diferencias entre las medias de rendimientos no son estadísticamente significativas. Sin embargo, los tratamientos basados en la combinación de fertilizantes y el testigo, indican poseen una media significativamente diferente.

Cuadro 5. Resultados de la información agrupada utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tratamiento	N	Media	Agrupación
T2	3	6.011	A
T1	3	5.024	AB
T3	3	4.111	AB
T0	3	3.686	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los resultados de las medias de los rendimientos pueden visualizarse con mayor expresión en la Figura 2, donde la gráfica de intervalo muestra las medias de rendimiento más altas determinado por el tratamiento T2 y las medias de rendimiento más bajo, dadas por el testigo, sin fertilización.

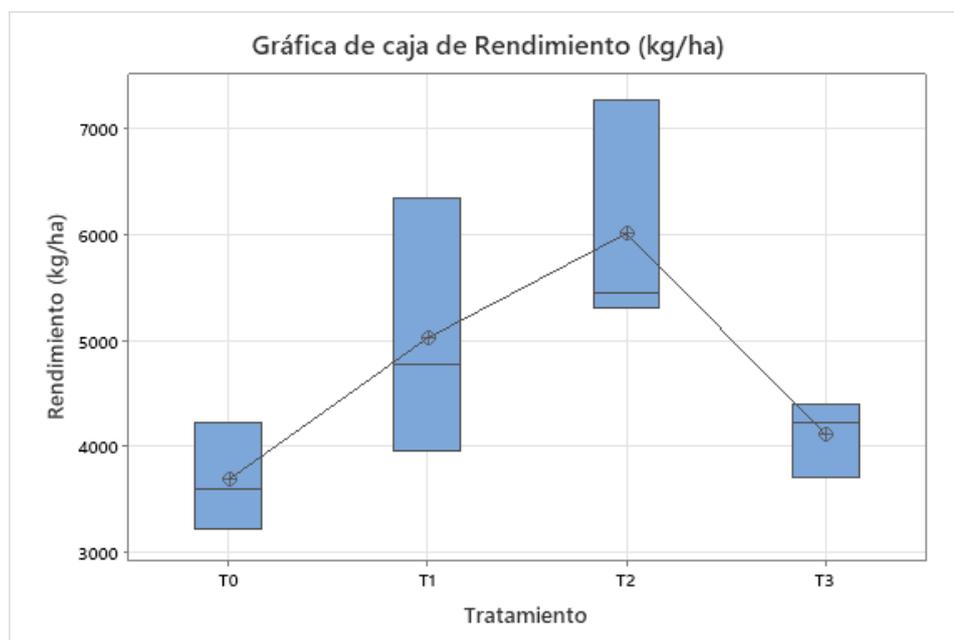


Figura 2. Intervalo de rendimiento de maíz y su relación con los tratamientos de fertilización.

Los resultados de la evaluación de los intervalos de confianza de las diferencias medias de acuerdo con las pruebas simultáneas (Cuadro 6) indicaron que la diferencia entre las medias del tratamiento 2 y el testigo (T0) es de 38 a 4.612 kg/ha. Este rango no incluye el cero, lo que indica que la diferencia entre ambos tratamientos es estadísticamente significativa.

Cuadro 6. Pruebas simultáneas de Tukey para diferencias de las medias de rendimiento de maíz.

Diferencia de niveles	Diferencia de medias	EE de diferencia	IC de 95%	Valor T	Valor p ajustado
T1 - T0	1.337	714	(-950; 3624)	1.87	0.310
T2 - T0	2.325	714	(38; 4612)	3.26	0.046
T3 - T0	425	714	(-1862; 2712)	0.60	0.931
T2 - T1	987	714	(-1300; 3274)	1.38	0.542
T3 - T1	-912	714	(-3199; 1375)	-1.28	0.600
T3 - T2	-1.900	714	(-4187; 387)	-2.66	0.107

Prueba de Tukey. Nivel de confianza individual = 98,74%.

El Cuadro 7 indica los resultados del coeficiente de determinación (R^2), el cual refleja el porcentaje de variación en la respuesta explicada por el modelo de predicción del

rendimiento de maíz debido a los tratamientos. En estos resultados, el factor tratamiento explica un 61,06% de la variación en los rendimientos del cultivo, con una desviación estándar (S) entre los puntos de datos y los valores de rendimiento de maíz ajustados de unos 874 kg/ha. Sin embargo, es importante indicar que el modelo de predicción se adapta a los datos de la muestra en cada parcela experimental, y por lo tanto, es posible que no sea de mucha utilidad para hacer predicciones acerca de la población.

Cuadro 7. Resumen del modelo de predicción del rendimiento de maíz

S	R-cuadrado	R-cuadrado (ajustado)	R-cuadrado (predicción)
874	61,06%	46,46%	12,38%

S: desviación estándar

Variación espacial del rendimiento de maíz

En cuanto a la variación espacial de los rendimientos en toda el área experimental, los resultados de la estimación del rendimiento de maíz con la técnica KO indicaron que el ajuste de los datos se realizó con un modelo matemático tipo gaussiano, y una función de regresión $Y = 0,621 * x + 1796,79$, con un alcance de 5,3 metros y una varianza relativa de 16,7%. Este último valor indica la existencia de una fuerte variabilidad espacial del rendimiento de maíz en los suelos de las parcelas experimentales (Cuadro 8).

Cuadro 8. Parámetros geoestadísticos del semivariograma compuesto del rendimiento de maíz

Estructura	Valor
C_0 (varianza aleatoria)	449.411
C_1 (varianza explicada)	2.239.814
A_1 (rango, m)	5,27
C_0+C_1 (Umbral)	2.689.225
Varianza relativa (%)	16,71

Varianza relativa: $C_0/(C_0+C_1) \times 100$

La figura 3 señala el semivariograma seleccionado que proporcionó el mejor ajuste visual para las semivarianzas empíricas, con cuyos atributos se generó el mapa de variación espacial del rendimiento de maíz. El mapa muestra valores de rendimiento comprendidos entre 1.662 y 8.093 kg/ha de maíz, con clara evidencia de un mayor rendimiento en las parcelas representadas por T2, pero con solapamientos en T1. En contraste, el testigo (T0) presenta los menores valores de rendimiento, pero también se visualiza un efecto en T1. Esta apreciación deja en claro que existe cierto grado de

variabilidad espacial en los suelos que enmascara la posible relación lineal entre tratamientos y producción, sugiriendo profundizar en las características de los suelos.

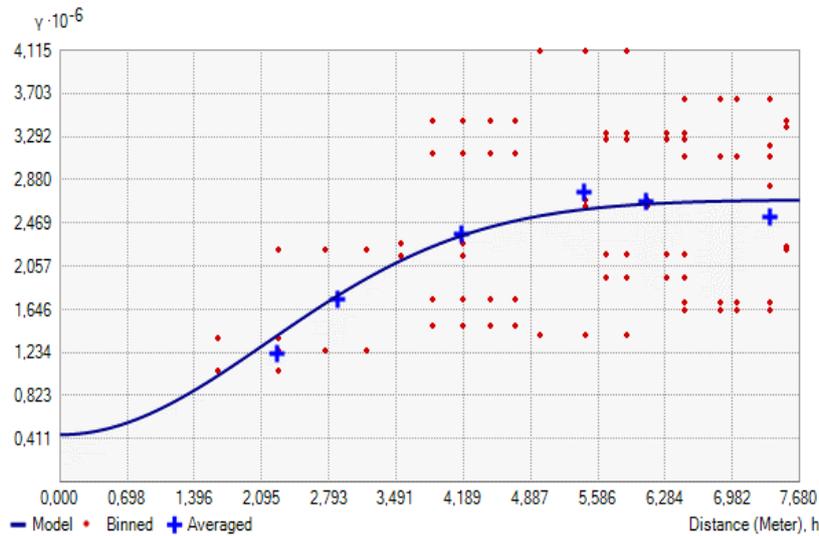


Figura 3. Estructura del semivariograma del rendimiento de maíz en parcelas experimentales de la UNERG.

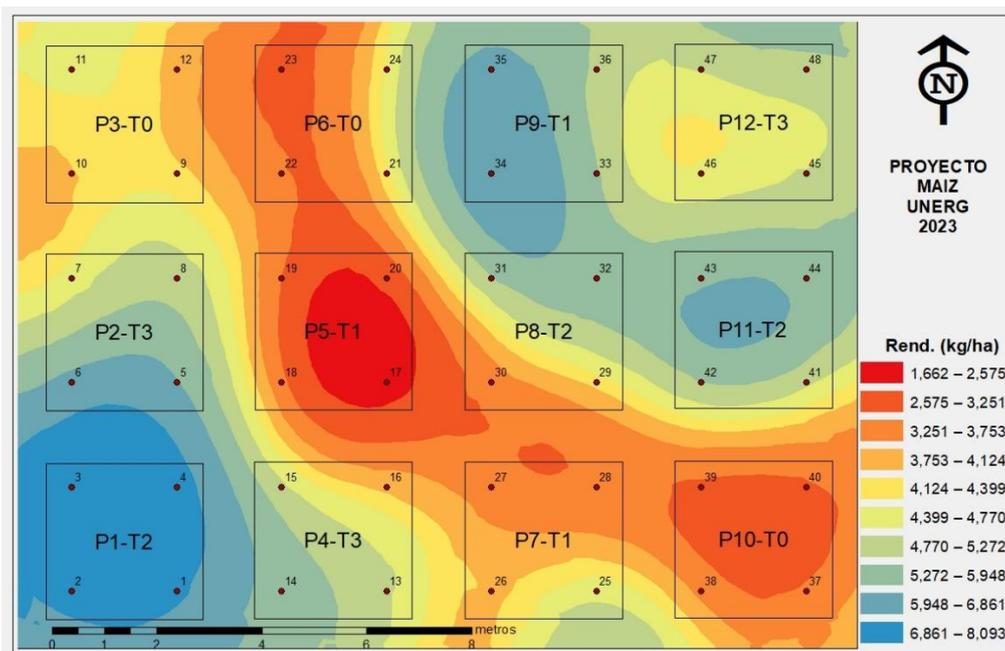


Figura 4. Variación espacial del rendimiento de maíz con la técnica geoestadística kriging ordinario.

De igual manera, la figura 4 indica la expresión de la relación entre los errores de los valores observados y los valores estimados por el modelo del semivariograma teórico (5a), y el mapa de predicción del error estándar (5b).

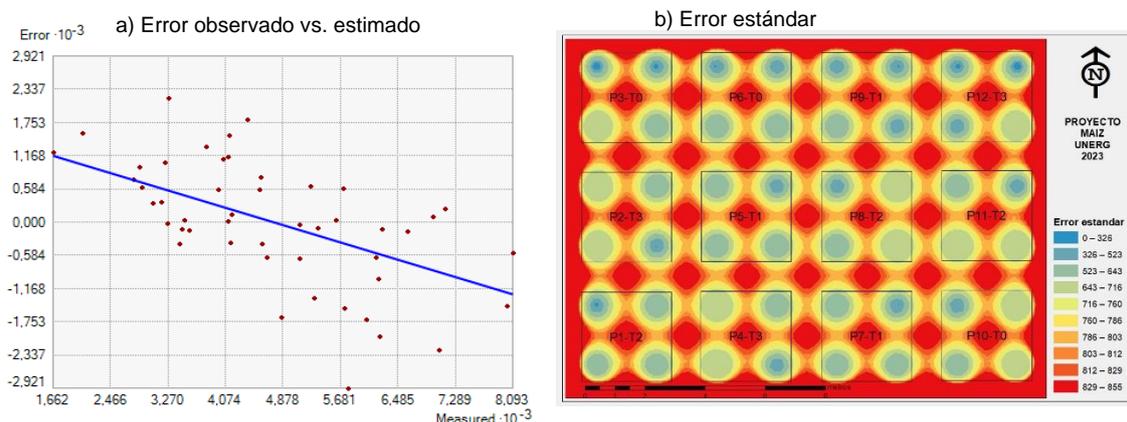


Figura 5. Errores de predicción del rendimiento de maíz con la técnica geoestadística kriging ordinario.

Los resultados de validación cruzada del modelo de variación espacial por kriging ordinario se indican en el Cuadro 9, donde se observa que el modelo ajustado cumple con los requerimientos de un error medio con cierto grado de subestimación del rendimiento. Sin embargo, el RECM está por el orden de los 1.000 kg/ha, el EEP es muy próximo a RECM, y RECME cercano a la unidad (1). El error estandarizado de la raíz cuadrada media es ligeramente mayor que 1, lo que significa que en el desarrollo del modelo existe una ligera subestimación de la variabilidad de las predicciones, o cierto grado de subestimación en las predicciones del rendimiento.

Cuadro 9. Validación del modelo de predicción del rendimiento de maíz estimado por KO en parcelas experimentales.

Error de predicción	Valor
Error medio (EM)	-5,342
Raíz del error cuadrático medio (RECM)	1.086
Error Medio Estandarizado (EME)	-0,004
Raíz del error cuadrático medio estandarizado (RECME)	1,081
Error estándar promedio (EEP)	1.024

Se evidenció que existe una respuesta a la fertilización química debido a que los suelos tienen contenidos muy bajos en cuanto a macronutrientes primarios (N, P, K), se comprobó que el fertilizante orgánico foliar actúa como bioactivador del desarrollo de las plantas, pero es necesario complementarse con los elementos que se requieren en grandes cantidades. Finalmente se demostró que existe un aporte conjunto de macro y micronutrientes mediante el abonamiento integral, los cuales actúan de

manera complementaria para contribuir a la mayor expresión del híbrido de maíz empleado en las áreas experimentales.

Esta investigación ha servido de soporte al manejo integrado de nutrientes, ya que es una opción para aliviar el problema de la fertilidad del suelo que utiliza los nutrientes orgánicos y no orgánicos disponibles para la producción agrícola sostenible y la productividad del cultivo maíz (Negassa et al, 2007; Afe et al., 2015); además, corrobora la tesis de que los fertilizantes líquidos foliares podrían aplicarse como complemento adicional a los fertilizantes inorgánicos utilizados para el cultivo de maíz en los trópicos (Pangaribuan et al., 2019).

CONCLUSIONES

Los resultados indicaron que el uso de la combinación de fertilizantes químicos y orgánicos puede ser una alternativa más eficiente y sostenible para mejorar la producción del cultivo, ya que se aprovechan los beneficios de ambos tipos de fertilizantes. Los fertilizantes químicos pueden proporcionar nutrientes de manera rápida y efectiva, mientras que los fertilizantes orgánicos foliares pueden aportar ciertos micronutrientes, aparte de promover un crecimiento más saludable de las plantas.

La combinación de fertilizantes químicos y orgánicos puede ayudar a reducir los costos de producción. Esta combinación puede ser una alternativa más eficiente y sostenible para mejorar la producción, promoviendo un crecimiento más saludable de las plantas de maíz, reduciendo los costos de producción, mientras se protege el medio ambiente.

La combinación de la fórmula completa con cantidades representativas de nitrógeno, fósforo y potasio, más un bioactivador foliar, garantizaron la obtención de altos rendimientos de maíz, en suelos de baja fertilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adediran, J.A., L.B. Taiwo, M.O. Akande, R.A. Sobulo and O.J. Idowu. (2005). Application of Organic and Inorganic Fertilizer for Sustainable Maize and Cowpea Yields in Nigeria, *Journal of Plant Nutrition*, 27:7, 1163-1181, DOI: 10.1081/PLN-120038542
- Afe, A.I, S Atanda, M.O. Aduloju, S.K. Ogundare, A.A. Talabi. (2015). Response of maize (*Zea mays* L.) to combined application of organic and inorganic (soil and foliar applied) fertilizers. *Revista Africana de Biotecnología / Vol. 14 N° 44* (2015) DOI:10.5897/AJB2015.14808
- Ayoola, O.T. and E.A Makinde. (2007). Complementary Organic and Inorganic Fertilizer Application: Influence on Growth and Yield of Cassava/maize/melon Intercrop with a Relayed Cowpea. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 1(3): 187-192, 2007 ISSN 1991-8178.
- CIESA-UNERG. (2023). Análisis de suelos con fines de fertilidad. Base de datos del Centro de Investigación y Extensión en Suelos y Aguas de la Universidad Nacional

- Experimental de los Llanos Centrales “Rómulo Gallegos”. San Juan de los Morros, Guárico, Venezuela.
- Durukan, H., Z. Duran, H. Sarac, A. Demirbas. (2022). The Effects of Different Organic and Inorganic Fertilizer Applications on Yield and Improvement of Maize Plant Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology. Available online, ISSN: 2148-127X. Turkish Science and Technology Publishing (TURSTEP).
- Humintech. (2023). Humic & Fulvic Acids: The Black Gold of Agriculture. Humic Substances Based Products. German technology. On line: https://www.humintech.com/fileadmin/content_images/agriculture/information/articles_pdf/humic_fulvic_acids_The_Black_Gold_of_Agriculture.pdf
- Negassa, W., F. Getaneh, A. Deressa, and B. Dinsa. (2007). Integrated Use of Organic and Inorganic Fertilizers for Maize Production. Utilization of diversity in land use systems: Sustainable and organic approaches to meet human needs. Tropentag 9-11. Witzzenhausen.
- Ortega, V. y Rengifo, O. (2023). Carboplant Plus: fertilizante orgánico foliar y radical. Conversación personal. San Juan de los Morros, Guárico, Venezuela.
- Ovalles, F. (1992). Metodología para determinar la superficie representada por muestras tomadas con fines de fertilidad. FONAIAP-CENIAPIIAG. Maracay. Serie B. 44 p.
- Pangaribuan, D.H., Sarno, K., K.H., Priyanto, A.K.D, and T. Aprillia. (2019) Liquid Organic Fertilizer from Plant Extracts Improves the Growth, Yield and Quality of Sweet Corn (*Zea mays* L. var. *saccharata*). *Pertanika Journal of Tropical Crop Science*, 42 (3). pp. 1157-1166. ISSN: 1511-3701.
- Valera, A., W. Álvarez, y T. García. (2008). Evaluación de suelos del centro de producción con rumiantes de la UNERG mediante la aplicación de métodos geoestadísticos. *Revista ingeniería UC*. Vol. 15 (2) 61-71.
- Yang, Q., Zheng, F. and Jia, X. (2020). The combined application of organic and inorganic fertilizers increases soil organic matter and improves the soil microenvironment in wheat and maize fields. *J Soils Sediments* 20, 2395–2404 <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02606-2>.