

LUCRO Y PRODUCTIVIDAD: UN ANÁLISIS DE LA VARIABILIDAD ESPACIAL DEL CULTIVO DE TRIGO

PROFIT AND PRODUCTIVITY: AN ANALYSIS OF THE SPATIAL VARIABILITY OF THE WHEAT CROP

Juan José Bonnin¹, María Gloria Cabrera¹, Jorge Daniel González¹, Gerhard Henri Berendsen Wentzensen¹

¹Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Asunción. Paraguay.
jose.bonnin@agr.una.py

Grupo de Trabalho (GT): GT8. Conhecimentos, tecnologias e inovações no rural

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar la variabilidad espacial de la lucratividad a través de datos de productividad en cultivo comercial de trigo, bajo sistema de siembra directa, localizada en el Distrito de María Auxiliadora, Departamento de Itapúa (Paraguay). La determinación de la productividad del cultivo fue realizada durante la zafra 2022, a través de un muestreo georreferenciado. El análisis geoestadístico de los datos fue realizado a fin de la determinación de la dependencia espacial y generación de los mapas temáticos. Con la construcción de un mapa de lucratividad, a partir de datos de productividad, se mostró adecuado, evidenciando la variabilidad espacial del lucro/perjuicio en el área, lo que permitió contar con información precisa de la viabilidad económica del cultivo bajo esas condiciones y, en el futuro, tomar los recaudos permitientes a fin de mejorar la relación costo/beneficio. El 82,91% del área total presentó una productividad entre 2.230 a 3.430 kg.ha⁻¹, levemente superior a la media nacional, a pesar de este resultado obtenido durante la zafra, la rentabilidad presentó un perjuicio del orden de -100 a -600 US\$.ha⁻¹, en 39,76% del área total.

Palabras-chave: *Triticum aestivum* L., costo/beneficio, costo de producción, agricultura de precisión.

Abstract

The objective of the work was to evaluate the spatial variability of profitability through productivity data in a commercial wheat crop, under a direct sowing system, located in the District of María Auxiliadora, Department of Itapúa (Paraguay). The determination of crop productivity was carried out during the 2022 harvest, through georeferenced sampling. The geostatistical analysis of the data was carried out to determine the spatial dependence and generate thematic maps. With the construction of a profitability map, based on productivity data, it was shown to be adequate, evidencing the spatial variability of profit/loss in the area, which allowed having precise information on the economic viability of the crop under these conditions and in the future, take the necessary precautions to improve the cost/benefit ratio. 82.91% of the total area presented a productivity between 2,230 to 3,430 kg.ha⁻¹, slightly higher than the national average, despite this result during this harvest, the profitability presented a loss of the order of -100 to -600 US\$.ha⁻¹, in 39.76% of the total area.

Key words: *Triticum aestivum* L., cost/benefit, production cost, precision agriculture.

1. Introducción

El cultivo del trigo en el Paraguay es conocido desde la época de la colonia, su siembra ha sido fomentada, aunque en forma discontinua hasta iniciarse la ejecución del Programa Nacional del Trigo, consiguiéndose de esta manera, aumentar paulatinamente la superficie de siembra, como así también, un aumento en el rendimiento de este cereal, como resultado de la adopción de nuevas tecnologías de producción más eficientes, lo que permitió al país llegar a la autosuficiencia y convertirse en país exportador de este rubro agrícola de clima templado. Este cultivo tiene una gran importancia económica en el Paraguay, ya que es el tercer producto de exportación y un rubro alternativo al cultivo de la soja durante la época de invierno. Para la campaña agrícola del 2022, la superficie de siembra en el país fue de 450.000 ha, con un rendimiento promedio de 2.562 kg.ha⁻¹ según la CAPECO (2023). No obstante, a pesar de estas mejoras, los costos de producción se han incrementado en estas últimas zafas, por tanto, surge la necesidad de tener mayor conocimiento y un control más eficiente de los costos de



producción, a fin de lograr una racionalización en la utilización de los insumos agrícolas. En virtud de la necesidad de maximizar la productividad y reducir los costos, que es uno de los principales objetivos de cualquier proceso productivo y, por lo cual, la utilización de técnicas que permiten al productor la identificación y localización de puntos discrepantes que afectan el desarrollo del cultivo es esencial (Toledo et al. 2008). En este contexto, la agricultura de precisión puede ser una alternativa válida de gestión, ya que se basa en la utilización de tecnología e información espacial, a fin de optimizar la producción, protección y lucratividad de una labor agrícola, desde una perspectiva medioambiental correcta y sostenible en el tiempo (Barnes et al., 2019). Con base a lo expuesto, el objetivo de esta investigación fue crear un mapa de variabilidad espacial de la rentabilidad a través de los datos de productividad obtenida en la cosecha, a fin de evaluar la viabilidad económica del cultivo de trigo en una propiedad agrícola.

2. Materiales y Método

La investigación fue realizada durante la zafra de trigo 2022, en una aérea comercial dedicada a la producción de granos bajo un sistema de siembra directa, localizada en el Distrito de María Auxiliadora, Departamento de Itapúa (Paraguay), con las coordenadas geodésicas de 26°30'28" latitud Sur, 55°08'23" longitud Oeste. El suelo del área estudiada fue clasificado como Alfisoles. La implantación del cultivo de trigo fue realizada en un área de 32 ha, donde se utilizó la variedad nacional ITAPUA, la cual, se adapta mejor a esa zona de producción y tiene más tolerancia a condiciones más cálidas. El manejo de la fertilización, control de plantas invasoras (Malezas), enfermedades y plagas fueron realizadas de acuerdo con las recomendaciones y necesidades del cultivo, de forma uniforme para toda el área de estudio. Para la determinación de la productividad del grano de trigo (kg ha^{-1}) del área, fue realizado un muestreo en malla, de modo a proporcionar el mayor número de puntos posibles para la mejor caracterización del área de estudio, de forma a configurar una mejor distribución espacial de los puntos, totalizando así 60 puntos de colecta. La localización y distribución geográfica de los puntos de muestreo fue realizado a través del software Fram Works™ Mobile, ejecutado a través de un receptor GNSS Juno 3B de la marca Trimble. Para la obtención de los costos de producción, se consideraron los gastos operacionales, en semilla, fertilizantes, defensivos, siembra, pulverización y cosecha mecanizada. La información de costos de producción fue estandarizada a la unidad de $\text{US}\$. \text{ha}^{-1}$, a fin de poder calcular el Lucro bruto por hectárea, presentado en la Ecuación 1, donde se consideró el precio por kilogramo de trigo en dólares americanos en el tiempo que fuera comercializado. El lucro o perjuicio en cada punto de muestreo fue obtenido por la diferencia entre el Lucro Bruto y el Costo de Producción del trigo por medio de la Ecuación 2.

$$Lb = Pp * Pd \quad (1)$$

Donde:

Lb: lucro bruto ($\text{US}\$. \text{ha}^{-1}$)

Pp: precio del producto ($\text{US}\$. \text{kg}^{-1}$)

Pd: productividad (kg. ha^{-1})

$$LP = Lb - Cp \quad (2)$$

Donde:

LP: lucro o perjuicio ($\text{US}\$. \text{ha}^{-1}$)

Lb: lucro bruto ($\text{US}\$. \text{ha}^{-1}$)

Cp: costo de producción ($\text{US}\$. \text{ha}^{-1}$)

Para el análisis de las variables estudiadas, primeramente, fue realizado un análisis exploratorio (Estadística descriptiva), con la finalidad de describir los parámetros estadísticos,

que permitió identificar la tendencia, dispersión y distribución de los datos. El análisis espacial fue realizado sobre la óptica de la geoestadística, donde fue considerada la posición geográfica de cada muestra colectada en el campo, para la generación de los semivariogramas y los modelos teóricos que mejor caracterizaba el fenómeno para el área experimental.

3. Resultados y Discusión

En la Tabla 1, se puede observar el análisis exploratorio de las variables estudiadas. La productividad promedio de grano de trigo en el área de estudio fue de 2.362,35 kg.ha⁻¹, ligeramente superior al promedio nacional de 2.062 kg.ha⁻¹ para la zafra 2022 (CAPECO 2023). La productividad mínima registrada fue de 232,56 kg.ha⁻¹ y la máxima de 3.504,65 kg.ha⁻¹. Con relación al lucro o perjuicio, se registraron puntos de muestreo con valores negativos o perjuicio, del orden de -579,22 US\$.ha⁻¹. La lucratividad promedio del área fue de 34,16 US\$.ha⁻¹, valor muy inferior a la rentabilidad nacional esperada para esta zafra (300 a 500 US\$.ha⁻¹), esto se puede atribuir a los altos costos incurridos en insumos agrícolas durante esta campaña agrícola, a las bajas temperaturas registradas (Heladas) y el déficit hídrico registrado en el año 2022. No obstante, también se registraron valores de lucro máximo de 363,14 US\$.ha⁻¹. Los CV obtenidos en el análisis estadístico presentaron una variabilidad media a alta para los valores de productividad y rentabilidad, conforme los límites propuestos por Warrick y Nielsen (1980). El análisis espacial de los datos a través de los semivariogramas, registraron una dependencia espacial moderada de acuerdo con la clasificación propuesta por Cambardella et al. (1994).

Tabla 1. Estadística descriptiva de la productividad y rentabilidad del cultivo de trigo, Zafra 2022. María Auxiliadora, Itapúa, Paraguay.

Parámetros estadísticos	Productividad (kg.ha ⁻¹)	Lucro o Perjuicio (US\$.ha ⁻¹)
Promedio	2.362,35	34,16
Mínimo	232,56	-579,22
Máximo	3.504,65	363,14
DS*	781,50	152,97
CV (%)	33,08	91,69
Asimetría	-1,22	-1,22
Kurtosis	1,35	1,35

*DS - Desvío-estándar, CV - Coeficiente de variación.

Con base a los parámetros anteriormente analizados fue posible obtener una serie de informaciones con relación a la distribución espacial de la productividad y rentabilidad en el área. En la Figura 1, se puede observar el mapa de productividad, donde se puede destacar que el 82,91% del área total presentaba un rendimiento levemente superior a la media nacional (2.062 kg.ha⁻¹), en la que se enfatiza dos áreas representativas, una con 2.230 a 2.630 kg.ha⁻¹ y otra con un rendimiento de 3.030 a 3.430 kg.ha⁻¹, que representan el 37,61 y 23,33% respectivamente y que sumadas equivalen al 60,94% del área. A pesar de que la productividad media del área fue superior a la media nacional, los costos de producción afectaron la rentabilidad en 39,76% del área total, donde fueron registrados perjuicios del orden de -100 a -600 US\$.ha⁻¹. Ya el 60,24% de la superficie cosechada presentó un lucro líquido de 100 a 400 US\$.ha⁻¹, donde el lucro de mayor representatividad fue del orden de 200 a 300 US\$.ha⁻¹, registrado en una superficie 8,47 ha. Los resultados obtenidos durante la campaña agrícola demuestran la gran variabilidad espacial existente en el área estudiada, esta variabilidad en el lucro/perjuicio puede tener varias causas, pero resaltamos que durante este año las condiciones climáticas no fueron las más favorables.

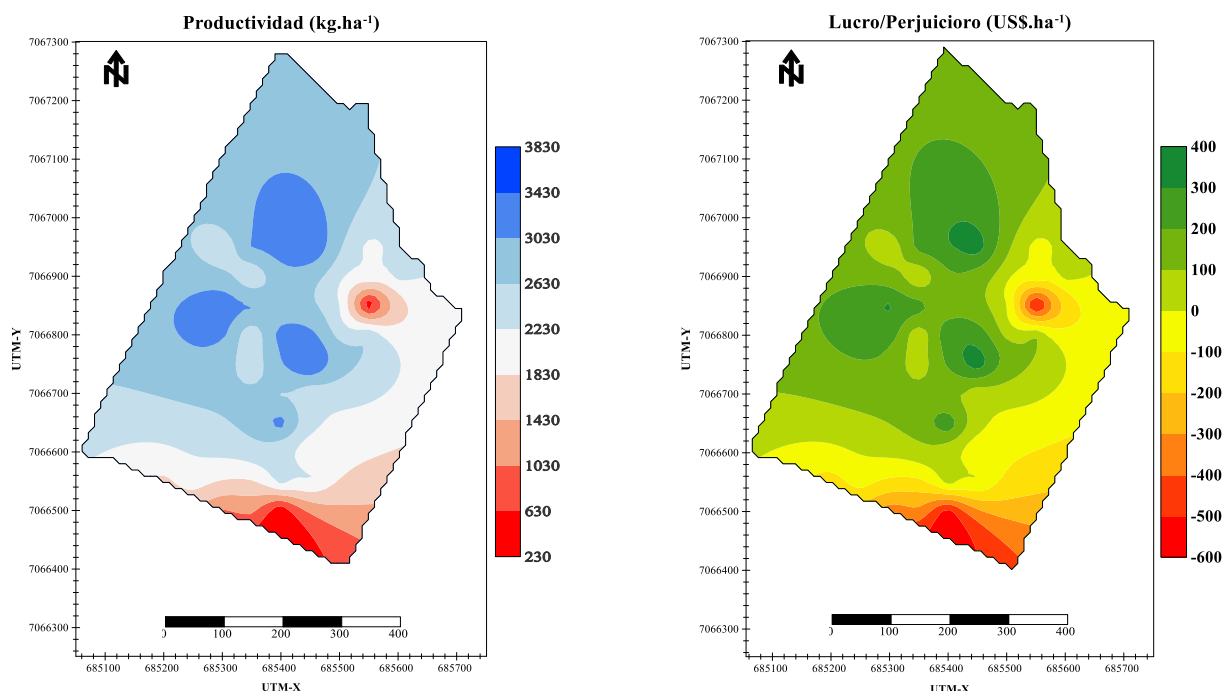


Figura 1. Mapas de Productividad (kg.ha^{-1}) y Lucro/Perjuicio ($\text{US}\$.ha^{-1}$) del cultivo de Trigo.

4. Conclusión

Con la construcción de un mapa de lucratividad, a partir de datos de productividad, se mostró adecuado, evidenciando la variabilidad espacial del lucro/perjuicio en el área estudiada, lo cual permitió contar con información precisa de la viabilidad económica del cultivo bajo esas condiciones y, en el futuro, información para tomar los recaudos permitientes a fin de mejorar la relación costo/beneficio. Tanto el lucro como la productividad del trigo presentaron una continuidad espacial moderada. El 82,91% del área total presentó una productividad entre 2.230 a 3.430 kg.ha^{-1} , levemente superior a la media nacional, a pesar de este resultado durante esta zafra, la rentabilidad presentó un perjuicio del -100 a $-600 \text{ US}\$.ha^{-1}$, en 39,76% del área.

5. Referencias bibliográficas

BARNES, A.; DE SOTO, I.; EORY, V. BECK, B.; BALAFOUTIS, A.; SÁNCHEZ, B. Influencing factors and incentives on the intention to adopt precision agricultural technologies within arable farming systems. **Environmental Science and Policy**, v. 93, p.66 -74, 2019.

CAMBARDELLA, C.; MOORMAN, T.; NOVAK, J.; PARKIN, T.; KONOPKA, A. Field scale variability of soil properties in Central Iowa. **Soil Sci. Soc. Am. J.** p.1501-1511. 1994.

CAPECO - Cámara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas. Disponible en: <<http://capeco.org.py>>. Acceso en: 31 mar. 2023.

TOLEDO, ANDERSON de et al. Caracterização das perdas e distribuição de cobertura vegetal em colheita mecanizada de soja. **Engenharia Agrícola. Associação Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 710-719, 2008. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11449/27805>.

WARRICK, A.; NIELSEN, D. **Spatial variability of soil physical properties in the field.** 1980.