


Determinación de componentes de rendimiento de variedades de trigo locales e introducidas

Yield components determination of local and introduced wheat varieties

Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico

Diosnel Amarilla Mercado¹ 

<https://orcid.org/0000-0002-5871-9179>

¹Universidad Nacional de Canindeyú, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Katueté, Paraguay. diosnel.amarilla@gmail.com

Elida Auxiliadora Peralta Paiva¹ 


<https://orcid.org/0000-0003-3875-5559>

¹Universidad Nacional de Canindeyú, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Katueté, Paraguay. elida_peralta@hotmail.com

Ever Marcelo Maidana Chávez¹ 

<https://orcid.org/0000-0002-1389-1004>

¹Universidad Nacional de Canindeyú, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Katueté, Paraguay. evr.maidana@gmail.com

Miguel Bogado Cáceres¹ 

<https://orcid.org/0000-0001-6396-9140>

¹Universidad Nacional de Canindeyú, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Katueté, Paraguay. miguel.bogado@hotmail.com

Alcides Rubén Villalba Arriola^{1,2} 

<https://orcid.org/0000-0002-9087-7740>

¹Universidad Nacional de Canindeyú, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Katueté, Paraguay.

²Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, Yhovy, Paraguay. alcides.villalba@ipta.gov.py

Analia Bogado Cáceres¹ 

<https://orcid.org/0000-0001-6402-6654>

¹Universidad Nacional de Canindeyú, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Katueté, Paraguay. analiabogado733@gmail.com

Resumen

Los componentes de rendimiento del trigo son altamente influenciados por el ambiente, la respuesta de un grupo de genotipos a un ambiente específico puede ser diferente, siendo necesario la evaluación de los mismos, para realizar la selección del genotipo a ser utilizado. El objetivo fue evaluar los componentes de rendimiento de cuatro variedades de trigo. Las variedades evaluadas fueron: Itapúa 90, Canindé 31, Toruk y CD 150. El experimento fue realizado en el distrito de Katueté, Paraguay, la siembra se realizó el 25 de mayo del 2021. Las parcelas fueron constituidas por seis líneas de cinco metros, con espaciamiento entre línea de 0,17 m, con densidad equivalente a 120 kg ha⁻¹ de semilla. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, con 4 repeticiones. Fueron evaluadas las variables rendimiento (kg ha⁻¹) y peso de mil granos (g), obtenidas en la maduración


fisiológica. Los datos fueron sometidos a análisis de varianza y las medias comparadas por Tukey al 5%. De acuerdo a los resultados obtenidos, la variedad CD150, obtuvo un rendimiento superior a las demás variedades evaluadas con 2.785 kg ha⁻¹, y presenta ciclo precoz y menor ciclo de la fase vegetativa, pudiendo esto favorecer su respuesta a las condiciones ambientales (heladas y sequías), la precocidad de un genotipo favorece una mejor respuesta del mismo ante las condiciones ambientales desfavorables como las mencionadas. Para la variable peso de mil granos no se encontraron diferencias significativas entre los demás tratamientos evaluados.

Palabras clave: *Triticum aestivum*, Itapúa 90, Canindé31, Toruk, CD150

Área del conocimiento: Ciencias Agrarias.

Correo de Correspondencia: diosnel.amarilla@gmail.com

Conflictos de Interés: Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

 Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons CC-BY

Fecha de recepción: 10/04/2023

Fecha de Aprobación: 26/01/2024

Página Web: <https://revistas.uni.edu.py/index.php/rseisa>

Citación recomendada: Amarilla Mercado, D.; Peralta Paiva, E. A.; Maidana Chávez, E. M.; Bogado Cáceres, M.; Villalba Arriola, A. R.; Bogado Cáceres, A. (2024). Determinación de componentes de rendimiento de variedades de trigo locales e introducidas. Revista sobre estudios e investigaciones del saber académico (Encarnación), 18(18): e2024001

Abstract

Wheat yield components are highly influenced by the environment, the response of a group of genotypes to a specific environment can be different, being necessary to evaluate them in order to select the genotype to be used. The objective was to evaluate the yield components of four wheat varieties. The varieties evaluated were: Itapúa 90, Canindé 31, Toruk and CD 150. The experiment was conducted in the district of Katueté, Paraguay, planting was carried out on May 25, 2021. The plots consisted of six five-meter rows, with a spacing between rows of 0.17 m, with a density equivalent to 120 kg ha⁻¹ of seed. The experimental design used was a randomized complete block design, with 4 replications. The variables yield (kg ha⁻¹) and thousand kernel weight (g), obtained at physiological maturity, were evaluated. The data were subjected to analysis of variance and the means were compared by Tukey at 5%. According to the results obtained, the CD150 variety obtained a higher yield than the other varieties evaluated with 2,785 kg ha⁻¹, and has an early cycle and a shorter vegetative phase cycle, which may favor its response to environmental conditions (frosts and droughts), the earliness of a genotype favors a better response to unfavorable environmental conditions such as those mentioned. For the variable thousand kernel weight, no significant differences were found among the other treatments evaluated.

Keywords: *Triticum aestivum*, Itapúa 90, Canindé 31, Toruk, CD150

Introducción

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es uno de los cereales de mayor importancia a nivel mundial, en el Paraguay es uno de los principales cultivos en el periodo invernal, debido a su productividad y su contribución en el sistema de la siembra directa, ya que incorpora cobertura al suelo, estas características permitieron el aumento del área de siembra, pasando de 310.931 ha en el año 2002 a 400.000 ha en el 2022 (CAPECO, 2023).

Con relación al área de siembra del cultivo, los departamentos de Alto Paraná e Itapúa han sobresalido como principales zonas de producción, sin embargo, han aparecido otras zonas no tradicionales de producción en el país como los departamentos de Caaguazú, Caazapá (región centro-este), Canindeyú y

Amambay (noreste y fronterizo con el Brasil) (Servín y Viñales, 2014).

Gracias al mejoramiento genético de plantas, el cultivo de trigo ha evolucionado considerablemente, aumentando su producción, convirtiéndolo en uno de los pilares más importantes para el crecimiento del PIB del país, con una producción de 850.000 toneladas, en el año agrícola 2022, provenientes de 400.000 hectáreas (CAPECO, 2023).

Lograr una productividad elevada es fundamental para viabilizar el sistema de producción, entre los factores que lo determinan se destaca la selección del genotipo a ser utilizado, debido a que la productividad es el reflejo de la interacción de este con el ambiente (Borém y Miranda, 2009).

Para la selección del genotipo a ser utilizado es necesario tener en cuenta ciertas características como la calidad industrial, la tolerancia o resistencia a enfermedades y componentes del rendimiento del trigo como el peso de granos (kg ha⁻¹), peso hectolítrico y peso de mil granos (Cabrera et al., 2016).

Además de conocer las características potenciales del genotipo, es fundamental conocer el desempeño del genotipo en un determinado ambiente, la cual dependerá de su nivel de adaptabilidad y estabilidad (Borém y Miranda, 2009). Un genotipo con alto potencial de rendimiento y alta calidad industrial, podría cambiar su aptitud cuando es expuesto a un ambiente no favorable para la expresión de su potencial de rendimiento (Rodríguez et al., 2011).

Dentro de este contexto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar los componentes de rendimiento de cuatro variedades de trigo, en las condiciones ambientales del noreste del departamento de Canindeyú, Paraguay.

Materiales y Métodos

Material de estudio

El experimento se realizó en el distrito de Katueté, departamento de Canindeyú, con coordenadas UTM del área experimental, zona 21J 728559.84 m Este y 7316569.77 m Sur. El suelo es clasificado como

Rhodic Kandiodox del orden Oxisol (López et al., 1995) de origen basáltico.

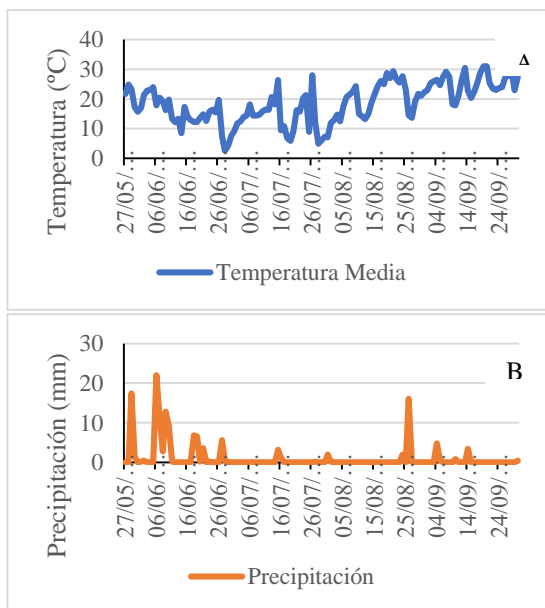
Fueron evaluadas cuatro variedades trigo, siendo ellas Itapúa 90 (120 días), Canindé 31 (120 a 125 días), Toruk (más de 130 días) y CD 150 (120 días). El diseño utilizado fue el de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones.

La siembra se realizó el 25 de mayo del 2021, en un sistema de siembra directa, utilizando una sembradora experimental, adaptada para la siembra de trigo, con espaciamiento entre línea de 0,17 m y densidad equivalente a 120 kg ha⁻¹ de semilla. Las parcelas fueron constituidas por seis líneas de cinco metros de largo.

Los datos de temperatura y precipitación durante el ciclo del cultivo fueron registrados en la estación meteorológica de FECOCLIMA, ubicada en el predio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Nacional de Canindeyú en la ciudad de Katueté (Fig. 1).

Figura 1.

Datos medios de temperatura (A) y precipitación (B) registrados en el distrito de Katueté, departamento de Canindeyú, durante el periodo de ejecución del experimento.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de las mediciones.

En el momento de la siembra se realizó una fertilización base de nitrógeno, fósforo y potasio (NPK) con formulación de 15-15-15, con una dosis de 250 kg ha⁻¹. A los 35 días después de la emergencia se aplicó nitrógeno en cobertura, de forma manual, al voleo, a una dosis de 45 kg ha⁻¹, utilizando urea como fuente.

Durante el desarrollo del experimento se realizó la aplicación de Metsulfurón al 75% (8 gramos ha⁻¹), en el estadio de macollamiento (30 a 35 días después de la emergencia), para evitar competencia con malezas.

Con respecto a la incidencia de plagas, para su control se utilizaron los productos fitosanitarios Imidacloprid (55 ml ha⁻¹), Acetamiprid (50 g ha⁻¹), Lufenuron 5% (100 ml ha⁻¹). Para el control de enfermedades, se procedió a la aplicación preventiva de fungicidas, Tebuconazole (25%), Trifloxystrobin (18%) y Cyproconazole (8%).

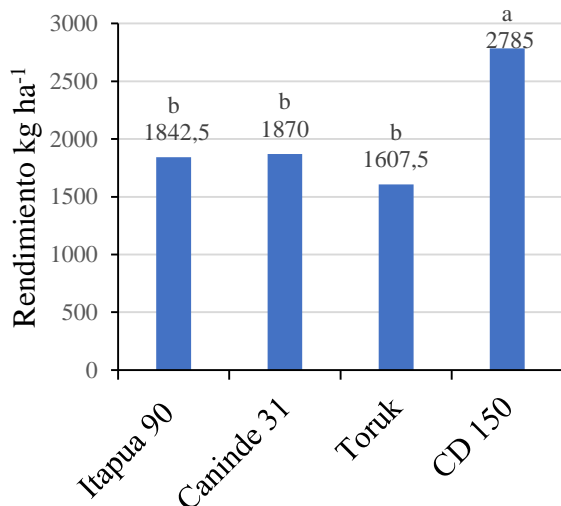
Se evaluó el rendimiento del cultivo en la maduración, la cosecha se realizó de forma manual de las cuatro hileras centrales de la parcela, eliminando 0,50 m de los extremos, utilizando una trilladora experimental diseñada para el cultivo del trigo, se realizó corrección de humedad al 14%.

Para la evaluación del peso de mil granos, se utilizó un contador manual de granos, para determinar 10 submuestras de 100 granos, los cuales fueron pesados en una balanza de precisión, siendo promediado el peso de las sub-muestras y dicho resultado fue multiplicado por 10, para obtener el peso de 1.000 granos.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de homogeneidad mediante el test de Bartlett y normalidad por el test de Lilliefors, una vez verificada estas presuposiciones, posteriormente fueron sometidos a análisis de varianza, en el caso que se encontró diferencia significativa, las medias fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa estadístico GENES (Cruz, 2013).

Resultados y Discusión

Para el rendimiento de grano, hubo efecto significativo entre las variedades evaluadas, y para la variable peso de mil granos no se verificó efecto significativo (Tab.1).



Comparación de medias del rendimiento de las variedades Itapúa 90, Canindé 31, Toruk y CD150. Letras iguales no difieren entre sí por el test de Tukey al 5%.

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de las mediciones.

Tabla 1.

Resumen del análisis de varianza de las variables rendimiento (kg ha⁻¹) y peso de mil granos (PMG) (g), obtenidos para las variedades Itapúa 90, Canindé 31, Toruk y CD 150.

FV	GL	Rendimiento (k g ha ⁻¹)		PMG (g)
		QM	QM	
Bloques	3	89.241,67		3,49
Variedades	3	1.078.975,00	*	13,54
Error	9	124.747,22		3,61
Total	15			
Media		2.026,25		24,84
CV %		17,43		7,65

** diferencia significativa a 1% de probabilidad.

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de las mediciones.

Para la variable rendimiento las variedades evaluadas presentaron una media de 2.026 kg ha⁻¹, el genotipo CD 150 se destacó en relación a las demás variedades

con 2.785 kg ha⁻¹, siendo superior en un 57% a la media de las variedades Itapúa 90, Canindé 31 y Toruk, los cuales presentaron medias estadísticamente iguales, siendo 1.842, 1.870 y 1.607 kg ha⁻¹, respectivamente (Fig. 2).

Figura 2.

Las medias presentadas por las variedades evaluadas son relativamente bajas (Fig. 2), comparadas a las medias observadas de estas variedades en otras evaluaciones, realizadas en otros años agrícolas en la misma región (Cabrera et al., 2022), esto se debe probablemente a la sequía y ocurrencia de heladas durante el desarrollo del experimento (Fig. 1), que afectaron gravemente en la expresión del rendimiento de los genotipos evaluados.

La sequía afecta la actividad fotosintética del cultivo y la distribución de los solutos obtenidos de la misma, así también, la nutrición del cultivo depende de la disponibilidad de agua para la absorción por parte de las raíces, por lo que, la condición de estrés a que fue sometido el cultivo, se traduce en reducción del ciclo y disminución del rendimiento (Javadipour et al., 2019). La helada puede provocar daños en todo el ciclo del cultivo del trigo, pudiendo reducir el área foliar, reduciendo la actividad fotosintética, así también puede afectar el desarrollo de los macollos (Li et al., 2015), la exposición del cultivo a la helada dependiendo del momento de la etapa de reproducción, puede llevar a la reducción de la cantidad de espigas, reducción de la cantidad de granos y peso de los granos (Li et al., 2015; Martino y Abbate, 2019).

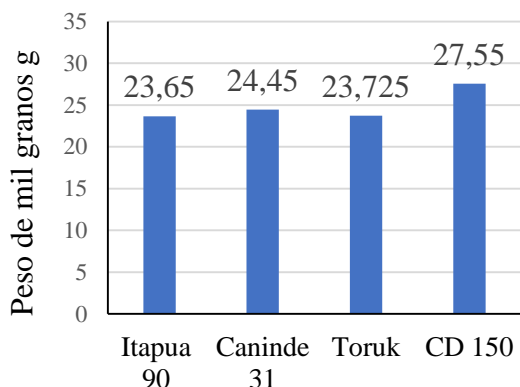
La combinación de los factores sequía y helada pueden afectar gravemente la productividad debido a la pérdida de macollos y espigas, que conllevan a menor cantidad de granos por metro cuadrado y con esto la reducción de la productividad del cultivo, así también pueden afectar la calidad de los granos (Kohli et al., 2018).

Dichas condiciones climáticas registradas durante el periodo 2021 afectaron también a la media nacional del cultivo del trigo, el cual fue 2.450 kg ha⁻¹, siendo esta inferior a la media observada en los años anteriores (CAPECO, 2023). Considerando la media nacional, la variedad CD 150 presentó un incremento de 14%, en cuanto que las demás variedades presentaron medias

inferiores a la media nacional (Fig. 2), estos resultados confirman el comportamiento diferenciado en la respuesta de genotipos a las condiciones ambientales adversas como la sequía observada en este experimento. Javadipour et al. (2019) también observaron una reducción del número de espigas, de granos y de rendimiento.

Figura 3.

Medias del peso de mil granos (g), de las variedades Itapúa 90, Canindé 31, Toruk y CD150.



Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos de las mediciones.

El CD150 es considerado una variedad de ciclo precoz, con aproximadamente 120 días, esta característica pudo contribuir para la obtención del mayor rendimiento, ya que presenta mayor probabilidad de evitar las condiciones ambientales desfavorables (Borém y Miranda, 2009), sin embargo, las variedades Itapúa 90 y Canindé 31, también presentan un ciclo de 120 días y las mismas presentaron menor rendimiento, esto pudo deberse a que, a pesar de que estos tres genotipos presenten ciclos similares, los mismos difieren en la cantidad de días necesarios para llegar al estadio fenológico de espigazón. En otros experimentos, la variedad CD 150 necesitó 57 días para llegar al estadio de espigazón (Jandrey et al., 2012), y las variedades Itapúa 90 y Canindé 31 necesitaron 70 a 75 días (Cabrera et al., 2022; Rodas et al., 2019).

La diferencia mencionada de aproximadamente diez días en el ciclo de la fase vegetativa, entre la variedad CD 150 y las variedades Itapúa 90 y Canindé 31, pudo favorecer a la variedad CD 150, permitiendo que el mismo presente menores daños provocados por la sequía y las heladas registradas en los últimos días del

mes de julio, según la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil y Dirección de Meteorología e Hidrología (2021), (Fig. 1) es posible verificar el descenso de la temperatura en estos días.

Para la variable peso de mil granos no hubo efecto significativo entre las medias de las variedades evaluadas (Tab. 1), las mismas variaron de 23,65 a 27,55 g, siendo la variedad CD150 el que presentó un peso numéricamente superior (Fig. 3).

Las medias presentadas por las variedades evaluadas (Fig. 3) son inferiores al peso de mil granos observados en otras evaluaciones experimentales, en localidades próximas, en dicha evaluación, la menor media verificada fue de 29,85 g (Cabrera et al., 2016). El bajo peso observado en las variedades evaluadas, podría ser una respuesta a las condiciones ambientales desfavorables durante el experimento, debido a que el peso de mil granos es una característica altamente influenciada por las condiciones ambientales, principalmente por la temperatura, pudiendo esta incidir en la oscilación del peso de mil granos de las variedades (Cabrera et al., 2016). Así también la sequía es un factor que afecta el peso de los granos, debido a la disminución de la fotosíntesis y con esto la asimilación de los solutos y distribución de los mismos (Javadipour et al., 2019).

Como ya fue mencionado todas las variedades fueron afectadas por la reducción en el peso de los granos, sin embargo, a diferencia del rendimiento no se verificó diferencia estadística, esto pudo deberse a que el peso de granos presenta menor correlación con el rendimiento del cultivo, siendo el peso de mil semillas mayormente correlacionado con el tamaño del grano, ya las variables número de espigas y cantidad de semillas por metro cuadrado presentan elevada correlación con el rendimiento (Kohli et al., 2018; Silva et al., 2015).

A pesar de que la media de peso de mil granos presentada por las variedades evaluadas son bajas, considerando estos pesos observados, se puede estimar que el tamaño de los granos son clasificadas como medianos, siendo éstas aún aceptables, ya que tamaños muy pequeños no son deseados por la industria molinera, debido a que dificultan el proceso de ajustes

de cilindros, encargados de la molienda, así también, granos de mayor tamaño, tienden a presentar mayor endosperma y con eso mayor calidad (IPTA, 2021), a pesar de esto, un grano de tamaño muy grande podría llegar a dificultar la limpieza de los cilindros, sin embargo, en caso de que el grano sea muy pequeño este puede atravesar los tamices de limpieza, disminuyendo la calidad y la cantidad de trigo molido (Arredondo et al., 2016).

Conclusión

En las condiciones ambientales del distrito de Katueté, departamento de Canindeyú, las variedades evaluadas presentaron desempeño diferenciado, destacándose la variedad CD 150, con mayor productividad.

Agradecimiento

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Nacional de Canindeyú por la disponibilidad de la infraestructura para la instalación y conducción del trabajo.

Al Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria por la disponibilidad de las semillas y equipamientos para la siembra y cosecha del experimento.

Bibliografía

Borém, A. y Miranda, G. V. (2009). Melhoramento de plantas. Viçosa, Brasil: Universidade Federal de Viçosa.

Cabrera, G. A., Kohli, M. M., Agüero, M., Altamirano, E. y Benítez, G. Q. (2016). Calidad industrial de variedades de trigo, Itapúa 80, Itapúa 85 y Canindé 21. *Investigación Agraria*, 18(2), 95–100. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2016.di.ciembre>.

Cabrera, G. A., Ramírez, J. C., Chávez, P., Chávez, A. y Kohli, M. (2022). Descripción de las nuevas variedades de trigo Itapúa 90, Itapúa 95 y Canindé 31. *Ciencias Agrícolas y Veterinarias*, 13(2), 29–36.

Camara Paraguaya de Exportadores y Comercializadores de Cereales y Oleaginosas (CAPECO) (2023). Área de siembra, producción y rendimiento. <https://capeco.org.py/area-de-siembra-produccion-y-rendimiento/>

Cruz, C. D. (2013). GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35(3), 271–276. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>

Dirección Nacional de Aeronáutica Civil y Dirección de Meteorología e Hidrología. (2021). Anuario climatológico.

Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria. (2021). Resultados de investigación del cultivo de trigo ciclo (30). Recuperado de <https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/IPTA-Informe-Trigo-2021-Version.pdf>.

Jandrey, P. E., Franco, F. A., Costa, A. C. T., Silva, M. B. y Rodrigues, L. F. O. S. (2012). Dias para espigamento, altura de plantas e índice de acamamento em genótipos de trigo. *Scientia Agraria Paranaensis*, 11(2011), 32–37.

Javadipour, Z., Balouchi, H., Movahhedi, M. y Yadavi, A. (2019). Roles of methyl jasmonate in improving growth and yield of two varieties of bread wheat (*Triticum aestivum*) under different irrigation regimes. *Agricultural Water Management*, 222, 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.06.011>

Kohli, M. M., Ramírez, J. C. y Cabrera, A. G. (2018). Avance en el mejoramiento del trigo en Paraguay. Seminario Internacional “1914 - 2014, Un Siglo de Mejoramiento de Trigo En La Estanzuela,” 57.

Li, X., Cai, J., Liu, F., Dai, T., Cao, W. y Jiang, D. (2015). Spring Freeze Effect on Wheat Yield is Modulated by Winter Temperature Fluctuations: Evidence from Meta-Analysis and Simulating Experiment. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 201, 288–300. <https://doi.org/10.1111/jac.12115>

López, O. G., González, E. E., Llamas, P., Molinas, A., Franco, E., Garcia, S. y Rios, E. (1995). Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la región oriental del Paraguay.

Martino, D. L. y Abbate, P. E. (2019). Frost damage on grain number in wheat at different spike developmental stages and its modelling.

- European Journal of Agronomy, 103, 13–23.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.10.010>
- Rodas, C., Bolfoni, D., Sanabria, L. y Ramírez, C. (2019). Catálogo de variedades: Algodón, Arroz, Trigo, Soja, Maíz, Sesamo. Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), 43.
- Rodríguez, E. R. G., Ponce, J. F. M., Rueda, E. O. P., Avendaño, L. R., Paz, J. H., Santillano, J. C. y Cruz, M. V. (2011). Interacción Genotipo - Ambiente para la estabilidad de rendimiento en trigo en la región de Mexicali, B. C. México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 543–558.
- Servín, M. B. y Viñales, A. R. (2014). El sector de trigo en el Paraguay: potencialidades de innovación y aprendizajes. 2.
- Silva, E., Michma, R., Marza, F. y Butrón, R. (2015). Ensayo comparativo de rendimiento de diez variedades de trigo en condiciones de altiplano central de Bolivia. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF, 1(6), 84–89.