

Productividad y competencia en sistemas de cultivo asociado de maíz (*Zea mays* L.) y poroto (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) con y sin inoculación en Paraguay

Productivity and competition in associated corn (*Zea mays* L.) and bean (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) cropping systems with and without inoculation in Paraguay

Andrés José Armadans-Rojas^{1*}, Guillermo Andrés Enciso-Maldonado², Aldo Andrés Ortiz-Alfonso¹, Miguel Ángel Torres-Moreno¹ y Monserrat Pedrozo¹

¹ Universidad San Carlos. Asunción, Paraguay.

² Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción". Unidad Pedagógica Hohenau. Itapúa, Paraguay.



*Autor correspondiente:
andres.armadans@usc.edu.py

Editor de área:
Jorge Esteban Rodas Benítez¹,
Universidad Nacional de Asunción
(UNA). Facultad de Ingeniería. San
Lorenzo, Paraguay.

Editora jefe:
Griselda A. Meza Ocampos¹,
Universidad Nacional de Asunción
(UNA). Centro Multidisciplinario de
Investigaciones Tecnológicas
(CEMIT). San Lorenzo, Paraguay.

Co-editora:
Juliana Moura Mendes Arrúa¹,
Universidad Nacional de Asunción
(UNA). Centro Multidisciplinario de
Investigaciones Tecnológicas
(CEMIT). San Lorenzo, Paraguay.

Recibido:
11 de abril de 2024
Revisado:
27 de julio de 2024
Aceptado:
29 de enero de 2025
Recibido en versión modificada:
06 de marzo de 2025

Este es un artículo publicado en
acceso abierto bajo una Licencia
Creative Commons "CC BY 4.0".



Declaración de conflicto: Los
autores declaran no tener conflicto
de intereses.

e-ISSN 2709-0817

Como citar: Armadans Rojas, A. J.
(2025). Productividad y competencia
en sistemas de cultivo asociado de
maíz y poroto con y sin inoculación
en Paraguay. *Revista
investigaciones y estudios – UNA*,
16(1), pp. 97-104.

Resumen. El maíz y el poroto son cultivos fundamentales para la agricultura familiar campesina paraguaya, pero su producción está limitada por la baja fertilidad del suelo y la necesidad de optimizar luz, agua y nutrientes. Con el objetivo de evaluar la productividad y la interacción competitiva de ambas especies, se realizó un experimento en Sexta Línea-San Francisco (Caaguazú), bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos: (T1) monocultivo de maíz, (T2) monocultivo de poroto sin inocular, (T3) asociación maíz-poroto sin inocular, (T4) monocultivo de poroto con inoculante y (T5) asociación maíz-poroto con inoculante. Los materiales utilizados fueron maíz híbrido BR-106, poroto variedad San Francisco, e inoculante *Bradyrhizobium japonicum* (1×10^{10} UFC/ml, 200 ml por 100 kg de semilla). Se cuantificó el rendimiento individual y total de cada cultivo. Además, se estimaron la Relación Equivalente de Tierra (RET) y la Relación Competitiva (RC). Se incluyó un análisis de varianza y la prueba de Tukey (5%), mientras que RET y RC se evaluaron mediante la prueba *t* de Student. El T1 fue el más productivo con 6281 kg/ha, seguido por T5 con 5195 kg/ha ($p < 0,0001$). El rendimiento del poroto fue significativamente mayor ($p = 0,0002$) en monocultivo con inoculante (2334 kg/ha) que sin inoculante (1803 kg/ha). La inoculación en el cultivo asociado mejoró la eficiencia de uso de recursos, reflejada en mayores rendimientos (6832 kg/ha) y RET, indicando que maíz-poroto con inoculación optimiza la productividad familiar en Paraguay.

Palabras clave: agricultura familiar campesina, relación equivalente de la tierra, relación competitiva, agricultura sostenible.

Abstract. Corn and bean are fundamental crops for Paraguayan family-based peasant agriculture, yet their production is limited by low soil fertility and the need to optimize light, water, and nutrients. To evaluate the productivity and competitive interaction of both species, an experiment was conducted in the Sexta Línea-San Francisco locality (Caaguazú) using a randomized complete block design with five treatments: (T1) corn monoculture, (T2) bean monoculture without inoculant, (T3) corn-bean association without inoculant, (T4) bean monoculture with inoculant, and (T5) corn-bean association with inoculant. The BR 106 hybrid and the San Francisco bean variety were used, along with a *Bradyrhizobium japonicum* inoculant (1×10^{10} CFU/ml, 200 ml per 100 kg of seed). Individual and total crop yields were measured, and the Land Equivalent Ratio (LER) and Competitive Ratio (CR) were calculated. Yield data were analyzed using analysis of variance and Tukey's test (5%), while LER and CR were evaluated via Student's *t*-test. The corn monoculture (T1) was the most productive, with 6281 kg/ha, followed by T5 with 5195 kg/ha ($p < 0.0001$). Bean yield was significantly higher ($p = 0.0002$) in monoculture with inoculant (2334 kg/ha) compared to the non-inoculated monoculture (1803 kg/ha). Inoculation in the associated cropping system improved resource-use efficiency, reflected in higher yields (6832 kg/ha) and LER values, indicating that the corn-bean system with inoculation optimizes family-based agricultural productivity in Paraguay.

Keywords: Family farming, land equivalent ratio, competitive ratio, sustainable agriculture.

Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) y el poroto (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.) son cultivos de gran importancia socioeconómica en Paraguay, debido a que constituyen uno de los principales rubros de autoconsumo y de renta para la agricultura familiar campesina. Estos cultivos son valorados por sus granos dentro de la culinaria paraguaya, los cuales aportan carbohidratos, proteínas y fibra de alto valor biológico a bajo costo (Noldin, 2016; Enciso-Garay et al., 2022).

La asociación de cultivos como el maíz y el poroto ha sido un tema de considerable interés en el ámbito de la agricultura sostenible. Esta práctica, que implica cultivar dos o más cultivos en proximidad, ha sido estudiada por su potencial para mejorar el rendimiento, la salud del suelo y el manejo de plagas (Uher y Horvatić, 2023), y ha demostrado ser una asociación ventajosa debido a que permite el aumento de la productividad total por unidad de superficie mediante la optimización de los recursos de tierra, agua, captura de luz solar y mano de obra (Ligarreto-Moreno y Arenas-Ochoa, 2023).

Por otro lado, el papel de la inoculación (la introducción de microorganismos beneficiosos a los cultivos) ha ganado atención por su potencial para mejorar aún más el rendimiento de los cultivos y la fertilidad del suelo (Armadans-Rojas et al., 2023). Además, esta práctica está en consonancia con los principios de la biodiversidad y los beneficios que aporta a los sistemas agrícolas, incluido el control de plagas, la reducción de enfermedades y la mejora de los servicios de polinización (Uher y Horvatić, 2023). Álvarez-Solís et al. (2016) sugieren que ciertas leguminosas podrían ser más efectivas para mejorar la disponibilidad de nitrógeno para el maíz, un factor crucial para optimizar los sistemas de cultivos asociados. Sin embargo, la influencia específica de la inoculación en sistemas de asociación de cultivos necesita una investigación más detallada.

Debido a la importancia del maíz y el poroto en las familias paraguayas y por la necesidad de mejorar la eficacia de los sistemas de producción en Paraguay (Enciso-Maldonado, 2020), el objetivo de este trabajo fue determinar la productividad del maíz y el poroto en monocultivo y en cultivos asociados y el nivel de competencia del maíz y poroto cultivados en sistema de asociación.

Materiales y Métodos

Localización y periodo experimental

La investigación se llevó a cabo en la localidad de Sexta Línea-San Francisco, Distrito de Caaguazú (Paraguay), donde el suelo predominante es franco-arenoso con un pH de 5,48. El periodo experimental fue de noviembre de 2022 a junio de 2023, donde el clima predominante fue cálido a templado, la temperatura media fue de 22,3 °C con una media máxima de 28,6 °C y una media mínima de 19 °C, y se registró una precipitación total de 276,1

mm (noviembre: 12,8 mm; diciembre: 74,9 mm; enero: 17,0 mm; febrero: 20,1 mm; marzo: 6,2 mm; abril: 52,6 mm; mayo: 60 mm; junio: 32.5 mm) (Federación de Cooperativas de la Producción, 2024).

Metodología

El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, donde se instalaron parcelas de monocultivo de maíz (T1), monocultivo de poroto sin inocular (T2), maíz asociado a poroto sin inocular (T3), monocultivo de poroto con inoculante (T4), y maíz asociado a poroto con inoculante (T5). Como material vegetal se utilizó el híbrido de maíz BR 106, de ciclo semiprecoz que destaca por su alta resistencia al acame y una buena tolerancia a enfermedades fúngicas, con una altura promedio de espiga de 135 cm y una altura total de planta de 235 cm. Su período hasta la floración es de 65 días con un ciclo completo hasta la maduración de 135 días (ABC Rural, 2013). Por otro lado, la variedad de poroto utilizada fue San Francisco Guazú, la se destaca por su potencial de rendimiento, pudiendo alcanzar hasta 6120 kg ha⁻¹ y 20,50 g en peso de 100 semillas (Enciso-Garay y Caballero Mendoza, 2015). Las semillas de poroto que de los tratamientos T4 y T5 fueron inoculadas con Rizoliq® TOP, un producto a base de *Bradyrhizobium japonicum* (1x10¹⁰ unidades formadoras de colonias por ml), 24 horas antes de la siembra, utilizando una dosis de 200 ml por cada 100 kg de semilla.

Unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 16 m² (4 m de largo * 4 m de ancho), con un espacio entre unidades experimentales de 0,5 m. El maíz en monocultivo fue sembrado a una distancia de 1 m entre hileras y 0,25 cm entre plantas (40.000 plantas ha⁻¹), mientras que el monocultivo de poroto fue sembrado a 1 m entre hileras y 0,4 m entre plantas (25.000 plantas ha⁻¹). En los tratamientos donde se realizó la asociación de cultivos, el poroto se sembró en medio del maíz, a 0,5 m de distancia entre las hileras de maíz, manteniendo la densidad poblacional de ambos cultivos.

La proporción de maíz: poroto fue de 1:1, esto se fundamenta en el hecho de que cada cultivo mantiene el 100% de su densidad recomendada, distribuidas en hileras alternadas (una de maíz y otra de poroto). De esta manera, por cada hilera de maíz a 1 m de separación, se siembra una hilera de poroto a 0,5 m de distancia, logrando la misma cantidad de hileras de cada especie en la superficie y conservando la población óptima de ambos cultivos. Se definió un área útil de 9 m² dentro de cada unidad experimental de donde posteriormente fueron tomadas las variables de estudio. Ambas especies de plantas se sembraron en la misma fecha para todos los tratamientos.

Análisis de suelo

Se tomaron 15 submuestras de suelo del área de estudio 120 días antes de la siembra, a partir de las cuales se formó una muestra de 1000 g de suelo, la cual fue remitida al Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción para su análisis.

Preparación del suelo para siembra

A los 90 días antes de la siembra (das) se aplicó 1,5 t ha⁻¹ de cal agrícola dolomítica y 30 t ha⁻¹ de estiércol vacuno. A los 15 das se aplicó fertilización básica de 91, 35 y 75 kg ha⁻¹ de N, P y K, respectivamente. A los siete

días se realizó una arada de 35 cm de profundidad, posteriormente se pasó una rastra. Semanalmente se monitoreó la presencia de malezas, plagas y enfermedades. Las malezas fueron controladas con carpidas y el control de las plagas y enfermedades se realizó de manera preventiva con insecticidas y fungicidas, según necesidad.

Variables de análisis

Las variables evaluadas fueron el rendimiento de cada cultivo y el rendimiento de granos totales de ambos cultivos. Para determinar esta variable, se cosecharon todas las mazorcas de plantas de maíz al momento de la madurez fisiológica y todas las vainas de poroto cuando esta adquirió una coloración marrón.

En ambos cultivos se realizó el desgrane de manera manual. Los granos fueron pesados por separado con una balanza de precisión (AJ150, Mettler Toledo, Columbus, Ohio, EE. UU.), y el valor se dividió por el área cosechada y luego se extrapoló a kg ha^{-1} . También, se midió la humedad de los granos con un humidímetro digital (Tesma Plus, Buenos Aires, Argentina) con la finalidad de ajustar el rendimiento al 13 % de humedad.

A partir de los datos de rendimiento de los tratamientos con asociación de cultivos se calculó la Relación Equivalente de Tierra (RET) de cada cultivo y del total de granos de cada cultivo, esta variable indica la eficiencia de los cultivos asociados para utilizar los recursos del medio ambiente en comparación con los monocultivos (Mead y Willey, 1980).

La RET se obtuvo la siguiente fórmula: $RET_t = RET_{\text{maíz}} + RET_{\text{poroto}}$ (Dhima et al., 2007). $RET_{\text{maíz}} = R_{mb}/R_m$ y $RET_{\text{poroto}} = R_{bm}/R_b$, son los RET parciales de maíz y poroto, donde R_{mb} es el rendimiento de Maíz y Poroto, R_{bm} es el rendimiento de Poroto y Maíz, R_m es el rendimiento de maíz y R_b es el rendimiento de poroto. Cuando la RET es mayor que uno el cultivo asociado favorece el crecimiento y rendimiento de la especie, mientras que cuando la RET es inferior a uno el cultivo asociado afecta negativamente el crecimiento y el rendimiento de las plantas cultivadas en mezclas (Dhima et al., 2007). Por último, se calculó la Relación Competitiva (RC), la cual representa la relación de RET individuales de los dos cultivos asociados y tiene en cuenta la proporción de los cultivos en los que se siembran en el sitio. La RC se calcula según la siguiente fórmula: $RC_{\text{maíz}} = (RET_{\text{maíz}}/RET_{\text{poroto}}) \times (X_{pm}/X_{mp})$, donde X_{pm} y X_{mp} son las proporciones de poroto asociado con maíz y de maíz asociado con poroto, respectivamente. Cuando $RC < 1$, existe un efecto positivo de crecimiento en la asociación entre maíz y poroto (Esmaeili et al., 2012).

Análisis estadísticos

Los datos de las variables evaluadas fueron sometidos a un análisis de Shapiro-Wilk al 5 % para verificar que siguen una distribución normal. Para todas las variables, los p-valores fueron mayores que 0.05, lo que indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de normalidad. Por lo tanto, se asumió que los datos se distribuyen normalmente. Debido a que los datos de rendimiento se centran en la comparación de monocultivos contra cultivos asociados sin variaciones dentro de cada configuración que sugieran otros factores experimentales o tratamientos, se realizó un análisis de varianza y cuando se encontraron diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % de probabilidad de error. Por otro lado, las variables RET para

cada cultivo y para el total, así como RC para cada cultivo fueron analizadas mediante la prueba *t* de *Student* al 5 %, debido a que solamente se comparan las medias de dos grupos independientes (T3 y T4).

Resultados

Análisis de suelo

Según el análisis, el suelo del sitio de estudio presentaba un contenido de materia orgánica de 1.98% con una concentración de calcio de 5,73 Cmol/Ls, magnesio 1,33 Cmol/Ls, y potasio 0,60 Cmol/Ls. El nivel de fósforo se registró en 87,00 mg/Ls, y el de azufre en 5,62 mg/Ls. Los niveles de hierro eran de 20,15 mg/Ls, de cobre de 3,89 mg/Ls, de zinc de 5,75 mg/Ls, y de manganeso de 37,51 mg/Ls. La aluminosidad era de 0,05 meq/100g. La capacidad de intercambio catiónico del suelo era de 11,29 cmol/Ls y el porcentaje de saturación de bases era de 67,98%.

Rendimiento Maíz – Poroto

El análisis de varianza reveló diferencias significativas entre los tratamientos para los rendimientos de maíz ($p = 0,0002$), del poroto ($p = 0,0002$) y del total de granos ($p < 0,0001$). Los mayores rendimientos se observaron con el maíz asociado a poroto con inoculante, seguido del monocultivo de maíz y por el cultivo asociado de maíz con poroto sin inoculante (5195 kg ha^{-1}) (Tabla 1). El tratamiento T4 (monocultivo de poroto con inoculante) exhibió un aumento en el rendimiento del poroto comparado con T2 (sin inocular), lo que indica que la inoculación tiene un efecto positivo en el cultivo de poroto. Por otro lado, se observó que los tratamientos asociados, T3 y T5, tienen un rendimiento total que es comparable o incluso superior a los monocultivos. Esto sugiere que la asociación de cultivos podría ser una estrategia más eficiente en términos de producción total. El *p*-valor obtenido de la prueba *t* de *Student* fue de 0.353, indicando que no hay diferencias estadísticamente significativas en los valores de RET total entre T3 y T5. Esto sugiere que, en términos de eficiencia de uso del suelo estos tratamientos no muestran una diferencia significativa en su desempeño, al menos bajo las condiciones experimentales dadas.

Relación equivalente tierra (LER) y la relación competitiva (CR)

En cuanto a los resultados de (LER) y (CR), tanto en T3 como en T5, las RET para ambos cultivos y la total superaron el valor de 1, lo que implica que la asociación de cultivos es más eficiente en el uso del espacio que los monocultivos (Tabla 2). Además, la inoculación (T5) mostró una ligera mejora en la eficiencia en comparación con el cultivo sin inocular (T3).

Por otro lado, el maíz registró bajos valores de RC (0,2) en ambos tratamientos, indicando una menor competitividad frente al poroto. Por su parte, el poroto mostró valores de RC elevados (4,8 y 5,0), sugiriendo una mayor competitividad en estos sistemas de cultivo asociado.

Tabla 1. Rendimiento del maíz, poroto y del total de granos obtenidos en cultivos asociados Sexta Línea-San Francisco, Distrito de Caaguazú, Paraguay.

Tratamiento	Cultivo	Rendimiento (Kg ha ⁻¹)		
		Maíz	Poroto	Total
T1	Monocultivo de maíz	6281 A*	-	6281 AB
T2	Monocultivo de poroto sin inocular	-	1803 B	1803 C
T3	Maíz asociado a poroto sin inocular	4401 C	1483 D	5885 B
T4	Monocultivo de poroto con inoculante	-	2334 A	2334 C
T5	Maíz asociado a poroto con inoculante	5195 B	1637 C	6832 A
Coefficiente de variación		5,1 %	2,6 %	5,6 %

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 2. Comparación de la relación equivalente tierra (LER) y la relación competitiva (CR) de maíz y poroto en Sexta Línea-San Francisco, Distrito de Caaguazú, Paraguay.

Tratamiento	Cultivo	Relación equivalente de tierra (RET)			Relación competitiva (RC)	
		Maíz	Poroto	Total	Maíz	Poroto
T3	Maíz asociado a poroto sin inocular	1,3 ^{ns}	3,8 ^{ns}	5,3 ^{ns}	0,2 ^{ns}	4,8 ^{ns}
T5	Maíz asociado a poroto con inoculante	1,3	4,1	5,5	0,2	5,0
Coefficiente de variación		1,0 %	2,6 %	2,4 %	4,4 %	4,8 %

ns = no significativo

Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian aspectos importantes en la práctica de los cultivos asociados. Primero, la comparación entre monocultivos y cultivos asociados sugiere que, aunque los monocultivos pueden tener rendimientos más altos para un cultivo específico, los cultivos asociados ofrecen un rendimiento total superior. Esta observación es crucial, ya que indica que la asociación de cultivos puede maximizar la productividad total en un área determinada. Además, los altos valores de RET Total indica que la asociación entre maíz y poroto es altamente eficiente en comparación con los monocultivos. Trabajos anteriores han mostrado resultados similares, donde la combinación de diferentes cultivos en un mismo espacio puede conducir a un mejor uso de los recursos, como luz, agua y nutrientes del suelo. Sin embargo, es importante destacar que los resultados específicos pueden variar según el tipo de cultivo, las condiciones ambientales y las prácticas de manejo (Fischer et al., 2020; Nassary et al., 2020; Alemayehu et al., 2017).

En cuanto a la inoculación, el aumento en el rendimiento del poroto cuando se aplica el inoculante, en comparación con el poroto no inoculado, demuestra los beneficios potenciales de las prácticas de manejo agrícola (Romero-García et al., 2016). Esto podría ser especialmente relevante en la búsqueda de estrategias para aumentar la eficiencia en el uso de recursos y la sostenibilidad en la agricultura (Mamani de Marchese y Filippone, 2018).

El maíz mostró ser poco competitivo ante el poroto, lo cual difiere de lo obtenido por Charani et al. (2015), quienes señalan que el maíz es la especie más competitiva, debido a que el estrato superior del dosel del maíz

proporciona sombra al poroto, la cual inhibe la producción del número de vainas y granos, disminuyendo como consecuencia el rendimiento de grano (Delgado et al., 2014; Getahun y Abady, 2016). Sin embargo, esto puede variar dependiendo del cultivar y el ambiente (Fischer et al., 2020; Nassary et al., 2020).

Desde una perspectiva agronómica, los resultados de este trabajo sugieren que la adopción de cultivos asociados, especialmente con prácticas de inoculación, tienen potencial para ser una estrategia eficaz para aumentar la producción total. Además, estos resultados pueden tener implicaciones significativas en la planificación y gestión de cultivos, especialmente en regiones donde la maximización del uso del espacio y la eficiencia de los recursos son críticos.

Por último, es importante reconocer las limitaciones de este estudio. La variabilidad en las condiciones ambientales, las diferencias en las prácticas de manejo del suelo y la selección de cultivos pueden influir en los resultados. Además, el estudio no aborda los posibles efectos a largo plazo de los cultivos asociados, como la salud del suelo y la biodiversidad. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios similares en diferentes condiciones ambientales y con una variedad de combinaciones de cultivos para validar y expandir los hallazgos, investigar los efectos a largo plazo de los cultivos asociados en la salud del suelo, la biodiversidad y la sostenibilidad agrícola.

Conclusión

Los cultivos asociados son más eficientes que los monocultivos en términos de rendimiento total y uso del espacio. Además, la inoculación beneficia específicamente al rendimiento del poroto. Se destaca la mayor competitividad del poroto frente al maíz en sistemas de cultivo asociado.

Contribución de autores: Conceptualización: A.J.A.-R.; Curación de datos: G.A.E.-M.; Análisis formal: G.A.E.-M.; Adquisición de fondos: ; Investigación: M.A.T.-M.; M.P.; Metodología: A.J.A.-R.; A.A. O. A. ; Administración del Proyecto: ; Recursos: ; Software: G.A.E.-M.; Supervisión: A.J.A.-R.; G.A.E.-M.; Validación: ; Visualización: A.J.A.-R., G.A.E.-M.; Redacción-borrador original: A.J.A.-R., G.A.E.-M., A.A.O.A., M.A.T.-M., M.P. ; Redacción-revisión y edición: A.J.A.-R., M. P.

Fuente de Financiamiento: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Disponibilidad de datos: Los datos utilizados en esta investigación podrán ser solicitados al autor de correspondencia según pertinencia.

Referencias Bibliográficas

ABC Rural. (2013). *Maíz como forraje*. Asunción. ABC Color. Disponible en: <https://www.abc.com.py/edicion-impresasuplementos/abc-rural/maiz-como-forraje-604323.html>

- Alemayehu, A., Tamado, T., Nigussie, D., Yigzaw, D., Kinde, T., & Wortmann, C. S. (2017). Maize–common bean intercropping to optimize maize-based crop production. *The Journal of Agricultural Science*, 155(7), 1124-1136. <https://doi.org/10.1017/S0021859617000193>
- Álvarez-Solís, J. D., Muñoz-Arroyo, R., Huerta-Lwanga, E., & Nahed-Toral, J. (2016). Balance parcial de nitrógeno en el sistema de cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con cobertura de leguminosas en Chiapas, México. *Agronomía Costarricense* 40(1), 29-39. <https://dx.doi.org/10.15517/rac.v40i1.25322>
- Armadañs-Rojas, A.J., López, N. H., Enciso, M. G., González, A. N. & Gotz, L. M. H. (2023). Efecto de la inoculación de *Bradyrhizobium japonicum* en el rendimiento de vainas de chaucha (*Phaseolus vulgaris* L.). *Horticultura Argentina* 42(108), 38-45. <https://id.caicyt.gov.ar/ark:/s18519342/iremfm7kt>
- Charani, E., Sharifi, P. & Aminpanah, H.. (2018). The competitive ability of maize (*Zea mays* L.)- common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) intercrops against weeds. *Revista de la Facultad de Agronomía*. 35 (1), 40-62.
- Delgado, R., Salvador, J., Díaz, R., Santos, A., Morales, E., y Sosa, E. (2014) Defoliación en maíz y su efecto sobre el rendimiento de frijol-maíz en asociación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5 (6), 1015-1027.
- Dhima, K. V., Lithourgidis, A. S., Vasilakoglou, I. B., & Dordas, C. A. (2007). Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. *Field Crops Research* 100(2-3), 249-256. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.07.008>
- Enciso Garay, C. R. y Caballero Mendoza, C. (2015). Producción de variedades de poroto en dos localidades del Chaco Central. *Investigación agraria*, 17(1), 18-26. <https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2015.junio.18-26>
- Enciso-Garay, C. R., González-Villalba, J. D., Caballero-Mendoza, C. A., Santacruz-Oviedo, V. R. y Tullo-Arguello, C. C. (2022). Características agronómicas y productividad de cultivares de poroto (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) en Caazapá–Paraguay. *Cultivos Tropicales* 43(3). <https://cu-id.com/2050/v43n3e02>
- Enciso-Maldonado, G. A. (2020). *Desafíos en la producción hortícola paraguaya*. *Actualidad del Campo Agropecuario*, 26-33.
- Federación de Cooperativas de Producción Ltda. (FECOPROD). (2024). *Clima actual*. *FECO Clima*. Disponible en: <https://fecoclima.fecoprod.com.py/clima/#/climaActual>
- Fischer, J., Böhm, H. & Heß, J. (2020). Maize-bean intercropping yields in Northern Germany are comparable to those of pure silage maize. *European Journal of Agronomy*, 112, 125947. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125947>
- Getahun, A. & Abady, S. (2016) Effect of maize (*Zea mays* L.) on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield and its components in maize - bean intercropping. *International Journal of Science and Research*, 5 (2), 126-133.
- Esmaeili, A., Sadeghpour, A., Hosseini, S. M. B., Jahanzad, E., Chaichi, M. R., & Hashemi, M. (2012). Evaluation of seed yield and competition indices for intercropped barley (*Hordeum vulgare*) and annual medic (*Medicago scutellata*). *International Journal of Plant Production*, 5 (4), 395-404. <https://doi.org/10.22069/ijpp.2012.749>
- Ligarreto-Moreno, G. A., & Arenas-Ochoa, E. G. (2023). Biomass, yield and competitiveness of maize and bean crops in an association system. *Revista Ceres*, 70 (2), 23-31. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202370020003>
- Mamani de Marchese, A., & Filippone, M. P. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista agronómica del noroeste Argentino* 38 (1), 9-21. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ranar/v38n1/v38n1a01.pdf>
- Nassary, E. K., Baijukya, F., & Ndakidemi, P. A. (2020). Productivity of intercropping with maize and common bean over five cropping seasons on smallholder farms of Tanzania. *European Journal of Agronomy*, 113, 125964. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2019.125964>
- Noldin, O. (2016). *Variabilidad fenotípica y molecular de poblaciones paraguayas de maíz* (Tesis Doctoral). Universidad de Vigo. CSIC - Misión Biológica de Galicia (MBG). <https://hdl.handle.net/10261/168304>
- Romero-García, V. E., García-Ortiz, V. R., Hernández-Escareño, J. J., y Sánchez-Yáñez, J. M. (2016). Respuesta de *Phaseolus vulgaris* a microorganismos promotores de crecimiento vegetal. *Scientia Agropecuaria*, 7 (3), 313-319. <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v7n3/a04v7n3.pdf>
- Uher, D. & Horvatić, I. (2023). Influence of Intercropping Maize with Climbing Bean on Quality and Forage Yield. *Poljoprivreda*, 29 (2), 3-8. <https://doi.org/10.18047/poljo.29.2.1>