

Intercultivo de maíz con *Cajanus cajan* sembrado en diferentes momentos de crecimiento del cultivo

Intercropping of corn with *Cajanus cajan* planted at different stages of crop growth

Luz Mariela Leiva Cristaldo¹¹ ; Eulalio Morel López¹¹ ;
Florencio David Valdez Ocampo¹¹ ; Derlys Fernando López Avalos¹¹ ;
Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹¹ .

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del momento de siembra de kumanda yvyra'í (*Cajanus cajan* L.) en el sistema de intercultivo con maíz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo. El trabajo se realizó en la Escuela Agrícola de Concepción, distrito de Concepción, entre los meses de octubre del 2020 a febrero del 2021. El diseño experimental empleado fue de bloques completos al azar (DBCA), compuesto por cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos utilizados fueron T1. *Cajanus cajan* sembrado días después de la emergencia (DDE) del maíz, T2. *Cajanus cajan* sembrado 15 DDE de maíz, T3. *Cajanus cajan* sembrado 30 DDE de maíz, T4. *Cajanus cajan* sembrado 45 DDE de maíz y T5. *Cajanus cajan* sembrado 60 DDE de maíz. Las variables evaluadas fueron; altura de planta, número de línea de granos, longitud y diámetro de mazorca, peso de mil granos y rendimiento de granos. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA) mediante el test de F y las medias de los tratamientos fueron comparadas por el test de Tukey al 5% de probabilidad de error. Los resultados indicaron diferencias significativas entre los tratamientos en las variables estudiadas con excepción de la longitud de mazorca. El T5 (*Cajanus cajan* sembrado a los 60 DDE de maíz) resultó ser la estrategia más efectiva promoviendo una mayor altura de planta (244,72 cm), aumentó número de líneas de granos (15,12), incrementó diámetro de mazorca (4,59 cm), peso de mil granos (246,50 g) y logrando el mayor rendimiento (3647,16 kg ha⁻¹). Se concluye que el retraso de la siembra de abono verde es una técnica viable para productores que buscan sostenibilidad sin sacrificar la rentabilidad del cultivo.

Palabras claves: *Zea mays*, *Cajanus cajan*, asociación de cultivos.

Fecha de recepción: febrero 2026. Aceptado: mayo 2026.

¹¹ Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo de Investigación en Nutrición y Manejo Agronómico de Cultivos Extensivos. Concepción, Paraguay.

Autor de Correspondencia: Eulalio Morel López. Email: lopezeulalio@hotmail.com



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of the planting time of kumanda vyvra'í (*Cajanus cajan* L) in a intercropping system with corn on crop growth and yield. The study was conducted at the Concepción Agricultural School, in the district of Concepción, from October 2020 to February 2021. The experimental design used was a completely randomized block design (CRBD), consisting of five treatments and four replicates. The treatments used were T1: *Cajanus cajan* sown days after emergence (DAE) of maize; T2: *Cajanus cajan* sown 15 DAE of maize; T3: *Cajanus cajan* sown 30 DAE of maize; T4: *Cajanus cajan* sown 45 DAE of maize; and T5: *Cajanus cajan* sown 60 DAE of maize. The variables evaluated were: plant height, number of rows of kernels, ear length and diameter, thousand-kernel weight, and grain yield. The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) using the F-test, and the means of the treatments were compared using Tukey's test at a 5% probability of error. The results indicated significant differences between treatments in the variables studied, with the exception of cob length. The T5 treatment (*Cajanus cajan* planted 60 DAE after corn) proved to be the most effective strategy, promoting greater plant height (244.72 cm), increasing the number of grain rows (15.12), increased ear diameter (4.59 cm), thousand-kernel weight (246.50 g), and achieved the highest yield (3647.16 kg ha⁻¹). It is concluded that delaying green manure planting is a viable technique for producers seeking sustainability without sacrificing crop yield.

Keywords: *Zea mays*, *Cajanus cajan*, crop association.

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial ya sea como alimento humano, del ganado o fuente de gran número de productos industriales (Wang and Hu, 2021). En el Paraguay se sembraron aproximadamente 750.000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 4.967 kg ha⁻¹, en la zafra 2024 (CAPECO, 2024). No obstante, estos discrepan marcadamente con los rendimientos producidos en suelos degradados, el rendimiento puede descender por debajo de 1500 kg ha⁻¹ a pesar de tener un potencial productivo más elevado (MAG, 2007). El bajo rendimiento del maíz está relacionado con la degradación progresiva de los suelos agrícolas, la cual es atribuida a prácticas inadecuadas como la quema de residuos vegetales, el laboreo continuo y el monocultivo (Florentín et al., 2011; Martin y Rivera, 2015); estas prácticas provocan una pérdida de la calidad estructural del suelo, afectando la capacidad productiva (Ekka et al., 2023). A su vez, repercute en aspectos socioeconómicos para los pequeños productores, quienes enfrentan limitaciones en el acceso a insumos debido a los escasos ingresos. En este contexto, resulta necesario considerar estrategia para contribuir al mejoramiento del suelo como la rotación de cultivos, la asociación de cultivos, el uso de abonos verdes, la labranza mínima del suelo (Wang et al., 2025). Porta et al. (2003) señalan que para fomentar las prácticas de conservación de suelo se debe considerar las restricciones socioe-

conómicas, los requerimientos operativos, mantenimiento y la aprobación de los agricultores para su implementación. El uso de abonos verdes constituye una práctica agrícola bastante adecuada que se refleja en el mejoramiento de la fertilidad del suelo, debido a que generan varios beneficios físicos, químicos y biológicos (Guimarães, 2015; Pérez et al., 2015). El *Cajanus cajan L* tiene la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico y cuando se siembra asociado con cultivo de gramínea posibilita aumentar la diversidad vegetal, favorece en la contribución a la protección superficial del suelo, mejoramiento de las propiedades químicas y físicas, por ende, incrementa el rendimiento de grano (Verzeaux et al., 2017; Fu et al., 2023)

Por su parte, Birmaumer (2008) recomienda la asociación del momento oportuno para la siembra del *Cajanus cajan*, entre los 60 a 70 días posterior a la siembra de maíz, en la etapa de floración. Por otro lado, Florentín et al (2001), señalan que esta leguminosa se puede sembrar incluso en etapas más tempranas, entre los 30 a 40 días después de la emergencia del maíz, aunque existe insuficiente o escasa la información generada sobre la asociación de dicho abono verde con maíz y su aplicación en el suelo del país.

Ante lo expuesto, el objetivo de la investigación fue, evaluar el efecto del momento de siembra de kumanda yvyra'í (*Cajanus cajan L*) en el sistema de intercultivo con maíz sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo.

MÉTODO

La presente investigación se instaló en el distrito de Concepción, Departamento de Concepción, Paraguay, limitada entre las siguientes coordenadas geográficas: latitud S 23°25'40,3" y longitud O 57° 20'00,2"

con altitud de 242 msnm. El trabajo fue desarrollado de octubre de 2020 a febrero de 2021.

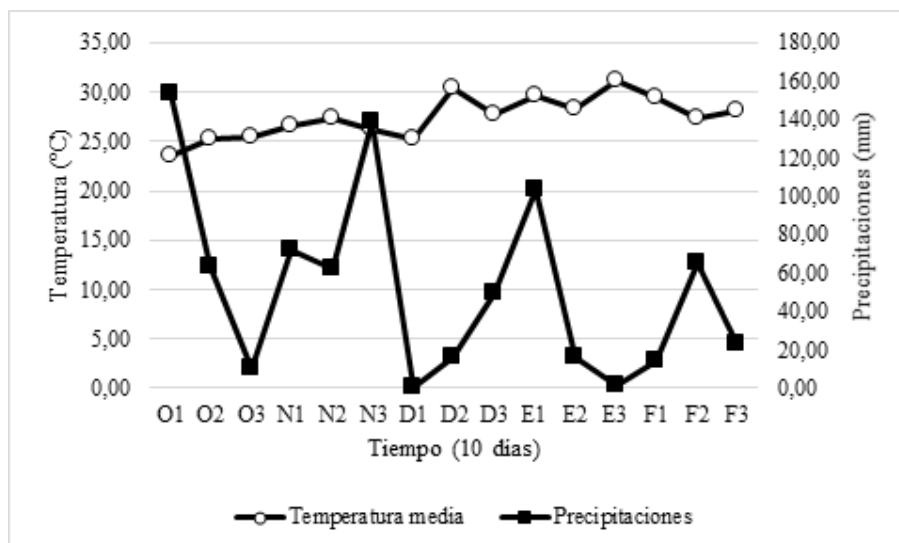
El clima de la región se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 24

°C con máximas que pueden llegar hasta los 45 °C en verano y mínimas de hasta 6 °C en invierno, con leve incidencia de heladas. La precipitación media anual es de 1.300 mm (DMH, 2021). Los datos promedio de precipitaciones y temperaturas cada 10 días durante la ejecución del experimento se muestran en la Figura 1.

Las características del suelo permiten clasificarlo en el orden Alfisol, sub grupo

Mollic Paleudalf (López et al., 1995). Los atributos químicos del suelo, a una profundidad de 0-20 cm señalan: pH (H₂O): 5,50; P (Mehlich⁻¹): 4,2 mg kg⁻¹; K: 30,1 mg kg⁻¹; M.O. (Walkley y Black): 0,70 dag kg⁻¹; Ca + Mg (EDTA): 2,50 cmol dm⁻³; Al³⁺(K-Cl): 0,05 cmol dm⁻³.

Figura 1: Datos de precipitaciones y temperatura promedio en el periodo de octubre a febrero 2020/21.



El diseño utilizado fue el de Bloques Completos al Azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 repeticiones, totalizando 20 unidades experimentales (UE). Los tratamientos consistieron en diferentes momentos de asociación de Kumanda Yvyra'í (*Cajanus cajan* L.) con maíz: T1. *Cajanus cajan* sembrado días después de la emergencia (DDE) del maíz, T2. *Cajanus cajan* sembrado 15 DDE de maíz, T3. *Cajanus cajan* sembrado 30 DDE de maíz, T4. *Cajanus cajan* sembrado 45 DDE de maíz y T5. *Cajanus cajan* sembrado 60 DDE de maíz. Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 5 m de largo por 5 m de ancho (25 m²), constituidas por 5 hileras de maíz, con un distanciamiento de 1 m entre hileras y 0,20 m entre plantas. Entre cada

hilera de maíz se sembraron 2 hileras de *Cajanus cajan* con espaciamiento de 0,5 m entre hilera y 0,25 m entre plantas. Como área útil fueron consideradas 2,5 m de largo y 3 m ancho, descontando 1 m en cada extremo.

Para la preparación de suelo se adoptaron prácticas culturales convencionales. El material de maíz utilizado fue la variedad mejorada tupi pytã BR106, la siembra se realizó con una sembradora manual. El inicio de la siembra de *Cajanus cajan* se llevó de acuerdo a los tratamientos establecidos. Conforme al análisis de suelo se aplicaron la fertilización mineral junto con la siembra, en la dosis de 58 kg ha⁻¹ P₂O₅ y 60 kg ha⁻¹ K₂O, utilizando como fuente Súper Fosfato Triple (46%) y Cloruro de

potasio (60%), respectivamente y la dosis empleada de nitrógeno fue 77 kg ha⁻¹, utilizando urea como fuente del nutriente.

El control de malezas fue realizado en forma manual a los 30 días después de la siembra. Para el control del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) fue utilizado un producto a base de lufenuron (10 g por 20 L de agua), aplicado con un pulverizador costal de 20 L.

Fueron evaluadas las siguientes variables: Altura de las plantas (cm): La medición fue realizado al final del ciclo del cultivo, con la ayuda de una cinta métrica desde el nivel del suelo hasta el punto de inserción de la inflorescencia, fueron elegidas 10 plantas al azar del área útil. Número de líneas de granos: fueron seleccionadas 10 mazorcas de cada unidad experimental y contadas las líneas de cada una de las mazorcas. Longitud de mazorca (cm): se midió desde la base hasta el ápice de las 10 mazorcas extraídas de la parce-

la útil, utilizando una regla centimetrada. Diámetro de mazorca (cm): fue obtenido midiendo la parte central de 10 mazorcas extraídas de la parcela útil con la utilización de un calibrador vernier. Peso de mil granos (g): fue determinado con la mensura de cinco repeticiones de 1000 granos por unidad experimental con la utilización de balanza de precisión (0,001 g). Rendimiento de granos (kg ha⁻¹): se procedió al pesaje de los granos obtenidos del área útil y ajustados al 14% de humedad, utilizando balanza digital (KERN PLS, máximo 1200 gr con una precisión de 0,001 gr).

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA) y la comparación de medias fue realizada por el test de Tukey, adaptándose un nivel de significancia de 5% de probabilidad de error.

RESULTADOS

Todas las variables evaluadas presentaron efectos significativos entre los tratamientos con excepción de la longitud de mazorca. Para la altura de planta se observaron resultados estadísticamente mayores en los tratamientos T5 y T4 con valores de 244,72 cm y 214,42 cm respectivamente (Tabla 1). En cuanto al número de líneas de granos (Tabla 1) fue influenciado por los tratamientos con el T5 (15,12), el T4 (14,50), el T3 (14,00) y el T2 (13,75), presentando los mayores valores promedios, mientras que el menor número de líneas de granos se obtuvo con el T1, alcanzando 13,50 líneas.

Por otra parte, la longitud de mazorca no registró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, es decir, que la siembra *Cajanus cajan* intercalado con el maíz en diferentes momentos produjo valores similares (Tabla 1).

En relación con el diámetro de mazorca, se registraron variaciones estadísticas, donde el T5 alcanzó el mayor diámetro (4,59 cm), siendo similar a los tratamientos T4, T3 y T2, pero superior al tratamiento de siembra temprana de *Cajanus cajan* (T1) (Tabla 1).

Respecto al peso de mil granos (Tabla 2), uno de los parámetros fundamental para estimar el rendimiento, el T5 fue el más destacado, mostrando superioridad estadística con relación de los demás tratamientos, lo cual indica que dicho tratamiento es el momento oportuno para la siembra de *Cajanus cajan*.

Tabla 1: Comparación de medias de altura, número de líneas de granos, longitud de mazorca, diámetro de mazorca de maíz asociados con *Cajanus cajan* sembrado en diferentes tiempos.

Tratamientos	Altura de plantas (cm)		NLG		LM (cm)		DM (cm)	
		(**)		(*)		(ns)		(*)
T5	244,72	a	15,12	a	16,25		4,59	a
T4	214,42	ab	14,50	ab	16,42		4,42	ab
T3	194,20	b	14,00	b	15,95		4,39	ab
T2	190,10	b	13,75	b	15,42		4,38	ab
T1	185,75	b	13,50	b	15,35		4,24	b
MG	205,84		14,17		15,87		4,40	
CV %	9,09		4,41		9,42		2,83	
DMS (5%)	42,17		1,41		3,37		0,28	

ns: no significativo; ** significativo al 1%; *significativo al 5% de probabilidad; Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el test de tukey al 5 %; MG: Media general; CV: coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa; NLG: Número de línea de granos; LM: Longitud de mazorca; DM: Diámetro de mazorca.

Tabla 2: Comparación de medias de peso de mil granos y rendimiento de maíz asociados con *Cajanus cajan* sembrado en diferentes tiempos.

Tratamientos	Peso de mil granos (g)		Rendimiento (Kg ha ⁻¹)	
		(*)		(**)
T5	246,50	a	3647,16	a
T4	235,50	ab	3128,34	ab
T3	234,50	ab	2402,26	b
T2	234,00	ab	2371,87	b
T1	231,00	b	2294,10	b
MG	236,30		2768,74	
CV	2,57		15,94	
DMS (5%)	13,69		995,07	

** significativo al 1%; *significativo al 5% de probabilidad; Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí por el test de tukey al 5 %; MG: Media general; CV: coeficiente de variación; DMS: Diferencia mínima significativa

Analizando los datos de rendimiento de grano mostró diferencias significativas entre tratamientos, destacándose T5 y T4 con producciones de 3.647,16 kg ha⁻¹ y 3.128,34 kg ha⁻¹ respectivamente. El T1 presentó un rendimiento 37% inferior en comparación con T5, el cual corresponde a la siembra de *Cajanus cajan* en los primeros DDE de maíz.

DISCUSIÓN

Considerando los resultados obtenidos demuestran que el momento de siembra de *Cajanus cajan* en el sistema intercultivo con maíz es un factor determinante en la producción; esta respuesta se fundamenta en la competencia interespecífica por recursos limitantes como la luz, agua y nutrientes (Nasar y Alam, 2018).

En relación con la altura de planta de maíz, los mayores valores se registraron en los tratamientos con siembra tardía de *Cajanus cajan* (T5 y T4), mostrando que el maíz logró establecer un dosel dominante sin interferencia de la leguminosa durante su fase inicial de crecimiento; resultados similares fueron reportados por Bello et al. (2025), quienes observaron efectos significativos del cultivo intercalado de maíz con caupí en la altura de la planta de maíz a las 6 y 9 semanas después de la siembra. Sin embargo, Abel et al. (2023) no hallaron diferencias al asociar maíz con lupino. De la misma manera, Correia et al. (2012) señalaron que el consorcio de maíz no interfirió significativamente en el desarrollo de la altura.

En cuanto al número de líneas de granos por mazorca, los resultados muestran una mayor respuesta cuando *Cajanus cajan* fue sembrado a los 60 DDE del maíz, este efecto positivo indica que el retraso en la siembra de *Cajanus cajan* reduce la competencia durante la etapa del desarrollo de maíz. Sin embargo, estos resultados no concuerdan con los datos logrados por Gitti et al. (2012), quienes concluyeron que el manejo utilizado en el consorcio entre gramínea y leguminosa no influyó en el número de líneas de granos.

Respecto a la longitud de mazorca no tuvo efecto entre tratamientos, lo cual coincide con lo reportado por Lima et al. (2018), quienes evaluaron el consorcio de *Cajanus cajan* y maíz cultivado con manejo agroecológico, donde los resultados demuestran baja variación en sistema de consorcio, posiblemente debido a que la longitud de mazorca está más influenciada por el genotipo que por las condiciones ambientales externas (Hernández-Pérez et al. 2025).

El diámetro de mazorca de maíz mostró variaciones entre tratamientos, lo cual puede explicarse por diferencias en la disponibilidad de asimilados durante el llenado de grano, donde el T5 favoreció que el maíz superara su periodo crítico de competencia, favoreciendo una mayor disponibilidad de recursos. Por el contrario, en T1 la siembra temprana de *Cajanus cajan* generó una mayor competencia por recursos, lo que pudo haber afectado el diámetro de mazorca. En este sentido, Renwick et al. (2020) destacan la importancia de considerar empíricamente múltiples limitaciones de recursos que interactúan en condiciones de campo.

En relación con el peso de mil granos, los resultados obtenidos evidencian que se podría realizar la siembra de *Cajanus cajan* a partir de los 30 DDE del maíz, lo cual coincide con la mencionado por Florentín et al. (2001), quienes indican que esta leguminosa puede sembrarse entre los 30 a 40 días después de la siembra del maíz. Por su parte, Zayas et al. (2010) reportaron variaciones en el peso de mil granos al retrasar la siembra de la leguminosa en

sistema de consorcio.

El mayor rendimiento de grano se obtuvo cuando *Cajanus cajan* fue sembrado a los 60 DDE, evidenciando la importancia del momento de establecimiento de *Cajanus cajan* para reducir la competencia durante la fase de mayor requerimiento nutricional. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Ortigoza (2018), quien señala que el rendimiento del maíz es influenciado estadísticamente, cuando

el *Cajanus cajan* fue sembrado a los 20, 40 y 60 días después de la siembra. La menor productividad observada en T1 en comparación con T5 podría estar asociada al mayor sombreado y a la competencia por agua generada por la leguminosa durante etapa inicial del desarrollo del maíz.

CONCLUSIONES

El T5 (*Cajanus cajan* sembrado a los 60 DDE del maíz) demostró la estrategia de asociación más efectiva promoviendo una mayor altura de planta y mejorando los componentes productivos evaluados, evidenciando que retrasar la siembra de *Cajanus cajan* reduce la competencia entre especies y mejora la producción del maíz.

Esta estrategia representa una alternativa viable para sistema de agricultura de conservación, integrando abonos verdes sin generar efectos negativos en el rendimiento del cultivo.

Contribución de los autores

Luz Mariela Leiva Cristaldo. Planificación del experimento. Implantación del experimento. Obtención de los datos, clasificación de los mismos y análisis parcial de los datos. Redacción del manuscrito.

Eulalio Morel López. Planificación del experimento. Análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito. Interpretación de los resultados, revisión del manuscrito.

Florencio David Valdez Ocampo. Planificación del experimento. Análisis e interpretación de datos, redacción del manuscrito. Interpretación de los resultados, revisión del manuscrito.

Derlys Fernando López Avalos. Revisión del manuscrito.

Wilfrido Daniel Lugo Pereira. Interpretación de los resultados. Redacción del manuscrito

REFERENCIAS

- Abel, G., Yeheyis, L., Tegegne, F., & Asmare, B. (2023). Evaluation of Sweet Blue Lupin (*Lupinus angustifolius* L.) Intercropped with Maize (*Zea mays* L.) at Different Planting Time Under Irrigation in the Highlands of Ethiopia. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 11(6), 1080-1086. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i6.1080-1086.5795>
- Bello, T. T., Habib, F. M., & Shittu, E. A. (2025). Productivity of Maize–Cowpea Intercrops as Influenced by Cowpea Varieties and Row Arrangements in the Sudan Savannah of Kano, Nigeria. *Faculty of Natural and Applied Sciences Journal of Applied Biological Sciences*, 2(3), 112-123. <https://doi.org/10.63561/jabs.v2i3.939>
- Birbaumer G. (COORD). (2008). *Sistemas sostenibles de producción: para los principales cultivos agrícolas, hortícolas, forestales y agroforestales de la Región Centro del Paraguay*. Asunción, PY: MAG/GTZ; 354 p. https://portalguarani.com/971_cooperacion_tecnica_alemana_giz/14241_sistemas_sostenibles_de_produccion_para_los_principales_cultivos_agricolas_de_la_region_centro_del_paraguay_.html
- CAPECO - Cámara paraguaya de exportadores de cereales y oleaginosas. (2024). Sitio web, disponible en: www.capeco.org.py.
- Correia, N. M., Fuzita, W. E., & Daniel, B. (2012). Cultivo consorciado de milho com amendoim forrageiro e calopogônio e os efeitos na cultura da soja em rotação. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(2), 575-585. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n2p575>
- DMH (Dirección de Meteorología e Hidrología). Datos de los parámetros meteorológicos, Paraguay. 2018. Disponible en: <https://www.meteorologia.gov.py/emas/>.
- Ekka, P., Patra, S., Upreti, M., Kumar, G., Kumar, A., & Saikia, P. (2023). Land degradation and its impacts on biodiversity and ecosystem services. *Land and environmental management through forestry*, 77-101. <https://doi.org/10.1002/9781119910527.ch4>
- Florentin, M. A., Peñalva, M., Calegari, A., & Derpsch, R. (2001). Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa. *Pequeñas propiedades. Proyecto Conservación de Suelos MAG–GTZ, DEAG*. https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/green/green44-1_1-12.pdf
- Florentín, M. A., Penalva, M., Calegari, A., & Derpsch, R. (2011). Green manure/cover crops and crop rotation in conservation agriculture on small farms. (Integrated Crop Management. Vol.12). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agp/icm12.pdf
- Fu, Z., Chen, P., Zhang, X., Du, Q., Zheng, B., Yang, H., & Yong, T. (2023). Maize-legume intercropping achieves yield advantages by improving leaf functions and dry matter partition. *BMC Plant Biology*, 23(1), 438. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04408-3>
- Gitti, D. C., Arf, O., Vilela, R. G., Portugal, J. R., Kaneko, F. H., & Rodrigues, R. A. F. (2012). Épocas de semeadura de crotalaria em consórcio com milho. *International Journal of Maize & Sorghum*, 11(2), 156-168. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n2p156-168>
- Guimarães, T. M., Carmeis Filho, A. C. A., & Costa, C. H. M. (2015). Efeito da calagem no estoque de carbono do solo em sistema semeadura direta. *Journal of Agronomic Sciences*, 4, 71-90.

- Hernández-Pérez, M., Ávila-Perches, M. Á., Nava-Padrilla, R. J., Soto-Rocha, J. M., Martínez-Gómez, D., & Gámez-Vázquez, A. J. (2025). Rendimiento de maíz, interdependencia e interacción genotipo-ambiente en el sureste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 16(8), e3778-e3778. <https://doi.org/10.29312/remexca.v16i8.3778>
- Lima, E. B. D., Gonçalves, S. B., Guimarães, C. A. F. C., Bezerra, C. V. D. C., Franco, M. I. C., & Carneiro, M. V. D. (2018). Consórcio de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) e milho (*Zea mays* L.) cultivado agroecologicamente. *Cadernos de Agroecologia*, 13(1). <http://cadernos.aba-groecologia.org.br/index.php/cadernos/article/view/1103/945>
- López, O. E., González, E0, de Llamas, P. A., Molinas, A. S., Franco, E. D. ES., García, S., & Rios, E. (1995). Reconocimiento de suelos y capacidad de usos de las tierras; Región Oriental. Paraguay. MAG/Dirección de Ordenamiento Ambiental. Proyecto de comercialización de Uso de la Tierra. Convenio 3445. P. Banco Mundial. 28 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, PY)/ GTZ (Cooperación Técnica Alemana, PY). (2007). Sistemas de Producción para los principales cultivos agrícolas de los departamentos de Concepción, Amambay y de la región norte del departamento de San Pedro. Ed. Artes Robert S.A. Asunción, PY. <https://www.bivica.org/file/view/id/2096>
- Martín, G. M., & Rivera, R. (2015). Influencia de la inoculación micorrízica en los abonos verdes. Efecto sobre el cultivo principal. Estudio de caso: el maíz. *Cultivos tropicales*, 36, 34-50. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362015000500004&script=sci_arttext&tlng=en
- Nasar, J., & Alam, A. (2018). Intercropping promote sustainable agriculture and clean enviroment. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 4(2). <http://dx.doi.org/10.26717/BJS-TR.2018.04.001018>
- Ortigoza, G. J. (2018). Formas y momento de asociación de abonos verdes de verano en la agricultura familiar campesina: experiencias basadas en investigaciones científicas. San Lorenzo, Paraguay: FCA-UNA/JICA. <http://www.agr.una.py/fca/index.php/libros/catalog/download/333/34/374-1?inline=1>
- Pérez, M., Aldunate, R. A., Ramírez, J. C., & Pacheco, M. S. (2015). Incorporación de abonos verdes para la recuperación de la fertilidad de los suelos en la comunidad Las Casas, Municipio Padilla, Chuquisaca. *AGRO-ECOLÓGICA*, 2(1), 13-21. <https://doi.org/10.56469/rae.v2i1.87>
- Porta, C. J., López A., & Roquero C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3ra ed. Madrid, ES.; 929 p.
- Renwick, L. L., Kimaro, A. A., Hafner, J. M., Rosenstock, T. S., & Gaudin, A. C. (2020). Maize-pigeonpea intercropping outperforms monocultures under drought. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 562663. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.562663>
- Verzeaux, J.; Hirel, B.; Dubois, F.; Lea, P. J., & Tétu, T. (2017). Agricultural practices to improve nitrogen use efficiency through the use of arbuscular mycorrhizae: Basic and agronomic aspects. *Plant Science*, 264, 48-56. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2017.08.004>
- Wang, J., & Hu, X. 2021. Research on corn production efficiency and influencing factors of typical farms: Based on data from 12 corn-producing countries from 2012 to 2019. *Plos one*, 16(7): e0254423. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254423>
- Wang, Y., Yu, A., Shang, Y., Wang, P., Wang, F., Yin, B., Liu, Y., Zhang, D., & Chai, Q. (2025). Research progress on

the improvement of farmland soil quality by green manure. *Agriculture*, 15(7), 768. <https://doi.org/10.3390/agriculture15070768>

Zayas, R. I., Rojas, C. A. L., & Portillo, J. L. (2010). Asociación maíz-Cajanus cajan en un alfisol de Paraguari. Manejos y aporte potencial de nitrógeno, fósforo y potasio. *Investigación agraria*, 12(1), 23-28. <https://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/15>