



Comportamiento vegetativo y productivo de dos variedades de trigo *Triticum sp* establecidos sobre rastrojos de cultivos antecesores en Coronel Oviedo¹

Vegetative and productive behavior of two varieties of wheat *Triticum sp* established on stubble of predecessor crops in Coronel Oviedo

Comportamento vegetativo e produtivo de duas variedades de trigo *Triticum sp* estabelecidas em restolhos de culturas anteriores em Coronel Oviedo

Oswaldo Sánchez^{2*} Andrés Armadans³ Richard García⁴ Leticia Acosta⁵

2. Docente, Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad Ciencias de la Producción, Coronel Oviedo, Paraguay. Correo electrónico: osvaldo.sanchez@fcpunk.edu.py – Código ORCID: 0009-0006-4232-2827
3. Profesor, Universidad San Carlos, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Asunción, Paraguay. Correo electrónico: andres.armadans@usc.edu.py – Código ORCID: 0000-0001-9983-3472
4. Docente, Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad Ciencias de la Producción, Coronel Oviedo, Paraguay. Correo electrónico: richard.garcia@fcpunk.edu.py – Código ORCID: 0009-0000-8626-4231
5. Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Caaguazú, Facultad Ciencias de la Producción, Coronel Oviedo, Paraguay. Correo electrónico: leticia.acosta614@fcpunk.edu.py – Código ORCID: 0009-0007-4696-4402

RESUMEN

La utilización de rastrojos en sistemas de labranza mínima para cultivos sucesores pueden tener un impacto considerable en la conservación de la calidad del suelo y por ende en una buena productividad de cultivos establecidos en intervalos entre zafras como lo es el trigo, también se debe considerar aquellos genotipos que presentan una mejor adaptabilidad a las condiciones del medio, por tal motivo se llevó a cabo un experimento en el Departamento de Caaguazú, Distrito de Coronel Oviedo, localidad de Tuyu Puku en el Centro Experimental FCP-UNCA, donde el objetivo fue evaluar la producción de dos variedades de trigo *Triticum spp* establecidos sobre rastrojos de tres cultivos antecesores. Las variables medidas fueron: altura de la planta a los 90 días, longitud de la espiga, número de granos por espiga, peso de mil semillas, rendimiento en kg.ha⁻¹ y peso hectolitro. El diseño experimental fue de parcelas divididas con dos factores; factor A: parcelas principales: rastrojo de cultivos estivales (sin rastrojo, rastrojos de soja, rastrojos de canavalia y rastrojo de mucuna) y el factor B: subparcelas: variedades de trigo (Var. Canindé 31 y Var. Itapúa 80), con ocho tratamientos y tres repeticiones totalizando 24 unidades experimentales. Para todas las variables evaluadas, el tipo de rastrojos no tuvo efectos significativos. En cuanto al factor B, la altura de las plantas no fue influenciada por las variedades, sin embargo, en el resto de las variables analizadas, la variedad Canindé 31 mostró un desempeño superior.

Palabras Claves: Conservación de suelo, cultivos antecesores, rastrojos, labranza mínima y rendimiento.

¹ Este artículo se deriva de la investigación de la tesis de grado titulada 'Evaluación comparativa de la producción de trigo *Triticum spp* sobre rastrojos de cultivos antecesores.', presentada en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad San Carlos.

ABSTRACT

The use of stubble in minimum tillage systems for successor crops can have a considerable impact on the conservation of soil quality and therefore on a good productivity of crops established between harvests, such as wheat, also considering those genotypes that have a better adaptability to environmental conditions. For this reason, an experiment was carried out in the Department of Caaguazú, District of Coronel Oviedo, Tuyu Puku, at the FCP-UNCA Experimental Center, where the objective was to evaluate the production of two varieties of wheat *Triticum* spp. established on stubble of three predecessor crops. The variables measured were: plant height at 90 days, spike length, number of grains per spike, thousand seed weight, yield in kg.ha⁻¹ and hectoliter weight. The experimental design was divided plots with two factors; factor A: main plots: summer crop stubble (without stubble, soybean stubble, canavalia stubble and mucuna stubble) and factor B: subplots: wheat varieties (Var. Canindé 31 and Var. Itapúa 80), with eight

Recibido: 21/05/2025 Aprobado: 10/07/2025 Publicado: 01/08/2025

treatments and three replications totaling 24 experimental units. For all the variables evaluated, the type of stubble had no significant effect. As for factor B, plant height was not influenced by the varieties; however, in the rest of the variables analyzed, the Canindé 31 variety showed superior performance.

Keywords: Soil conservation, predecessor crops, stubble, minimum tillage and yield.

RESUMO

O uso de restolho em sistemas de cultivo mínimo para culturas sucessoras pode ter um impacto considerável na conservação da qualidade do solo e, portanto, na boa produtividade das culturas estabelecidas na entressafra, como o trigo, e também devem ser considerados os genótipos mais adaptáveis às condições do ambiente. Por esse motivo, foi realizado um experimento no Departamento de Caaguazú, Distrito de Coronel Oviedo, localidade de Tuyu Puku, no Centro Experimental FCP-UNCA, cujo objetivo foi avaliar a produção de duas variedades de trigo *Triticum* spp estabelecidas sobre restolho de três culturas antecessoras. As variáveis medidas foram: altura da planta aos 90 dias, comprimento da espiga, número de grãos por espiga, peso de mil sementes, rendimento em kg.ha⁻¹ e peso de hectolitro. O delineamento experimental foi de parcelas divididas com dois fatores: fator A: parcelas principais: restolho de culturas de verão (sem restolho, restolho de soja, restolho de canavalia e restolho de mucuna) e fator B: subparcelas: variedades de trigo (Var. Canindé 31 e Var. Itapúa 80), com oito tratamentos e três repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Para todas as variáveis avaliadas, o tipo de restolho não teve efeito significativo. Quanto ao fator B, a altura da planta não foi influenciada pelas variedades, porém, no restante das variáveis analisadas, a variedade Canindé 31 apresentou desempenho superior.

Palavras chave: Conservação do solo, culturas antecessoras, restolho, lavoura mínima e rendimento.

Introducción

En Paraguay, gran parte de la economía radica en la actividad agropecuaria, siendo el Departamento de Caaguazú una zona con alto potencial de producción de cultivos agrícolas (Massi et al., 2020), esta actividad frecuente afecta de manera considerable el nivel de fertilidad del recurso suelo, ocasionando el uso recurrente de la fertilización química, que en parte es responsable del deterioro (Novillo, 2019) y tienen gran repercusión sobre el costo de producción (Cartes, 2013), en este sentido existen alternativas viables y sostenibles para volver a recuperar la capacidad de fertilidad de los mismos (Taboada y Varela, 2014).

Las prácticas del monocultivo deterioran el suelo y ocasionan la disminución de la producción de cultivos posteriores (Viveros et al., 2024). Una práctica frecuente en la agricultura extensiva es la producción del cultivo de trigo en invierno que es utilizado como cobertura para volver a la siembra de la soja en periodo estival (Adami et al., 2020), si bien esta práctica frecuente y repetida va teniendo un impacto negativo sobre el potencial productivo edáfico, por lo tanto en periodos, el uso de plantas de servicio puede representar también una alternativa importante previo al cultivo de trigo, entre ellos puede mencionarse la mucuna y la canavalia por sus cualidades para incorporación de materia orgánica y fijación de nitrógeno (Céspedes et al., 2005).

Es importante la utilización de alternativas para mitigar o en lo posible evitar el deterioro del suelo, entre estas alternativas está el uso eficiente de los rastrojos de cultivos anteriores (Figuerola, 2004). El rastrojo puede aportar cantidades considerables de nitrógeno, fósforo, de potasio y del calcio, además de otros elementos, dependiendo del rastrojo (Ojiem et al., 2007).

Los rastrojos de las plantas de servicios cuando alcanzan la etapa de descomposición tienen reacciones bioquímicas que incrementan la actividad microbiana del suelo, fomentando la biodiversidad microbiana, que mineraliza los elementos nutritivos (Guzmán y Alonso, 2008). Esto también favorece a la descomposición de la celulosa, las que a su vez refuerzan con sus secreciones la consistencia de los agregados del suelo, que son necesarios para el correcto equilibrio del agua y del aire (Mera y Rouanet, 2014).

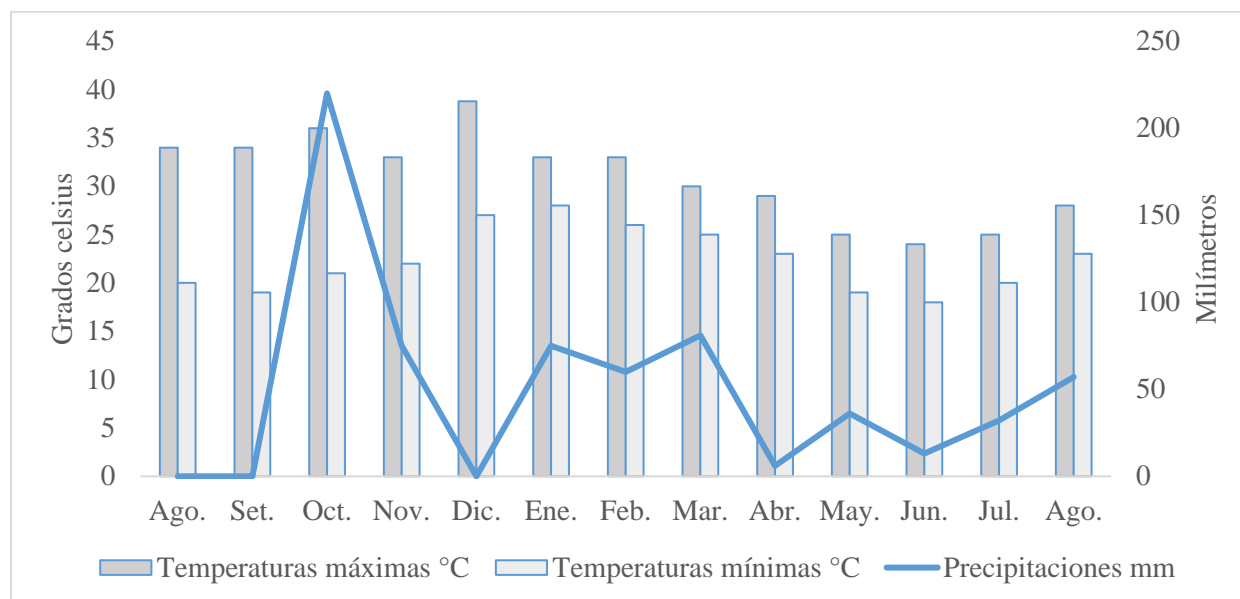
El trigo es un cultivo con cada vez mayor impacto de producción a nivel país (Kohli y Cubilla, 2015) es una excelente alternativa para producción previo al periodo estival y dar aprovechamiento a la parcela en el periodo invernal (Ortiz y Cortés, 2018), si bien, informaciones de genotipos más adaptable a nivel país son aún escasos, por lo cual un estudio de variedades de este cultivo puede generar opciones importantes al productor.

En el presente trabajo se plantea la comparación del comportamiento vegetativo y productivo de dos variedades de trigo sobre tres cultivos antecesores.

2. Materiales y métodos

El experimento se ejecutó en el Departamento de Caaguazú, Distrito de Coronel Oviedo, en la estación experimental de la Universidad Nacional de Caaguazú entre los meses de noviembre del año 2022 hasta el mes de agosto del año 2023. Las coordenadas geográficas son las siguientes: 25°29'55.51''Latitud Sur. 56°27'33.16''Latitud Oeste a una altitud de 136 msnm. La precipitación media durante el experimento fue de 65,5 mm y la temperatura media fue 22,4°C (Tabla 1). El suelo está clasificado como un Ultisol (López et al., 1995) presenta una base textural arcillosa, con pH ácido. El periodo experimental tuvo una duración de 9 meses.

Figura 1. Datos de precipitación y temperatura durante el periodo de la investigación durante la investigación



Fuente: Estación meteorológica Arandu Poty

La población fue infinita, y la selección de la muestra fue no probabilística de tipo intencional, constituida por dos variedades de trigo *Triticum aestivum* (Canindé 31 y Itapúa 80) y diferentes rastrojos de cultivos antecesores (Testigo, rastrojo de soja *Glycine max*, rastrojo de mucuna *Mucuna pruriens* y rastrojo de canavalia *Canavalia ensiformis*). Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 18 m² (4,5m x 4m).

El nivel de investigación fue experimental a campo, con un enfoque cuantitativo. El experimento se realizó bajo un diseño en parcelas divididas con dos factores: el factor A (parcelas principales) correspondió a cuatro tipos de rastrojo de cultivos y el factor B (parcelas secundarias) correspondió a dos variedades de trigo; así se conformaron ocho tratamientos con tres repeticiones (ver Tabla 2) totalizando 24 unidades experimentales.

Cada parcela principal correspondiente a las parcelas con rastrojos tuvo una dimensión de 9 x 15,5m (139,5m²); cada parcela secundaria correspondiente a cada variedad de trigo tuvo una dimensión de 4m x 4,5m (18m²) y cada variedad fue repetida tres veces dentro de cada parcela principal; las parcelas principales y secundarias fueron separadas entre sí mediante pasillos de 1m.

Las hileras de trigo fueron establecidas con una separación de 25cm, totalizando 16 hileras por unidad experimental. La superficie total de la parcela experimental fue de 540m². La preparación de suelo inicial para el establecimiento de los cultivos antecesores se realizó con rastra liviana a 25cm de profundidad. No se realizaron prácticas de corrección de suelo antes del inicio del experimento. El experimento inició con el establecimiento de las plantas de servicio en la segunda quincena del mes de noviembre.

En el factor A, para el testigo se realizó el deshierbe con rotativa y se dejó en reposo, para la parcela de soja se llevó a cabo la siembra manual, utilizando un espaciamiento de 40 cm entre hilera y 15cm entre plantas y en la parcela de canavalia se efectuó una siembra manual, con un

espaciamiento de 60 cm entre hileras y 40cm entre plantas y la última parcela correspondiente al cultivo de mucuna se utilizó el mismo distanciamiento que en el cultivo de canavalia.

Durante la etapa vegetativa de cada cultivo, se realizaron los cuidados fitosanitarios y de manejo agronómico correspondientes. El corte de las plantas de servicio (canavalia y mucuna) para la generación de rastrojo se realizó en la etapa de prefloración, mientras que, en el caso de la soja, el corte se hizo posterior a la cosecha.

Luego de la disposición de los rastrojos, las parcelas se mantuvieron en reposo hasta la primera quincena de marzo. Finalizado el periodo de descanso, se realizó el muestreo de suelo a una profundidad de 15 cm en cada parcela principal y se enviaron al laboratorio para el análisis de suelo correspondiente (ver Tabla 2).

Tabla 1. Descripción de tratamientos

Tratamiento	Factor A (Rastrojo antecesor)	Factor B (Variedad)
T1	Sin rastrojo antecesor	Canindé 31
T2	Rastrojo de soja	Canindé 31
T3	Rastrojo de canavalia	Canindé 31
T4	Rastrojo de mucuna	Canindé 31
T5	Sin rastrojo antecesor	Itapúa 80
T6	Rastrojo de soja	Itapúa 80
T7	Rastrojo de canavalia	Itapúa 80
T8	Rastrojo de mucuna	Itapúa 80

Tabla 2. Análisis de suelo realizado previo al establecimiento del cultivo de trigo pos cultivos de servicios en cada parcela del factor B

Abrev.	Determinación	Unidad	Sin rastrojo	Rastrojo de soja	Rastrojo de canavalia	Rastrojo de mucuna
pH	pH H ₂ O	-	5,0	5,8	5,8	5,7
Al ³⁺	Aluminio	cmolc/dm ³	0,6	0	0	0
MO	Materia orgánica	%	1,94	1,87	2,21	1,94
Ca ²⁺	Calcio	cmolc/dm ³	1,19	3,17	3,03	3,03
Mg ²⁺	Magnesio	cmolc/dm ³	0,43	0,82	0,98	0,85
K ⁺	Potasio	cmolc/dm ³	0,03	0,04	0,04	0,02
P	Fósforo	mg/dm ³	1,36	8,83	6,83	5,83
Arena	>0,02 mm	%	-	-	-	-
Limo	0,002-0,02mm	%	-	-	-	-
Arcilla	<0,002 mm	%	-	-	-	-

En la primera quincena del mes de marzo se realizó una labranza mínima en las parcelas ya con rastrojos de las plantas de servicios, y se realizó el establecimiento de las dos variedades de trigo, utilizando un distanciamiento de 25cm entre hileras y 5cm entre plantas; durante todo el ciclo del cultivo se realizaron las labores de manejo y controles fitosanitarios que requiere el cultivo. A los 90 días después de la siembra se realizó la medición de la altura de la planta de trigo, posteriormente a fines del mes de agosto de 2023 se procedió a realizar la cosecha y las demás mediciones correspondientes.

Las variables de medición fueron: la altura de la planta, entendida como la distancia comprendida desde la base hasta el ápice, para el efecto se seleccionaron 10 plantas y medidas con una cinta métrica y realizando los promedios por unidad experimental; la longitud de la espiga fue medida con regla seleccionando 10 espigas de la parcela útil, realizando los promedios por unidad experimental; el número de granos/espiga se contabilizó en base a 10 espigas de la parcela útil, obteniendo así los promedios por unidad experimental; el peso de mil semillas se obtuvo tomando sub-muestras de 100 granos de la parcela útil de cada unidad experimental de los que fueron cosechados, posteriormente fueron pesados en una balanza de precisión y los valores obtenidos fueron extrapolados a 1000 granos; el rendimiento de grano por hectárea se obtuvo con el pesaje de los granos de la parcela útil (1m²). de cada tratamiento y repeticiones que fueron promediados y expresados en kg.ha⁻¹, y el peso hectolítrico que se determinó usando la balanza de medición del peso hectolítrico donde cabe exactamente un litro del grano, y se tradujo el peso de ese litro en gramos.

Los resultados fueron sometidos a análisis de la varianza (ANAVA), utilizando el software estadístico InfoStat. Para la comparación de medias se utilizó el test de Duncan al 5% de probabilidad de error.

3. Resultados y Discusión

En las Tablas 3, 4 se presentan el análisis de varianza, la comparación de medias y el coeficiente de variación de los parámetros vegetativos y productivos, en función del rastrojo del cultivo predecesor (Factor A) y de las dos variedades utilizadas (Factor B). Es importante destacar que en ningún caso la interacción A×B resultó estadísticamente significativa.

Tabla 3. Resultados para las variables de altura de la planta de trigo a los 90 días y longitud de espiga de dos variedades de trigo sobre cuatro tipos de rastrojos. Coronel Oviedo, 2023.

Factor (A)	Altura de la planta	Longitud de espiga
	Medias (cm)	Medias (cm)
A ₃ Canavalia	71,7 A	8,5 A
A ₂ Soja	69,8 A	7,8 A
A ₁ Testigo	69,8 A	7,5 A
A ₄ Mucuna	68,2 A	6,8 A
P-valor	0,4539^{ns}	0,2048^{ns}

Factor (B)		
B ₁ Canindé 31	70,0 A	8,3 A
B ₂ Itapúa 80	69,7 A	7,0 B
p-valor	0,8688^{ns}	0,0238*
CV	5,21	16,81

*con diferencias estadísticas significativas; ns: sin diferencias estadísticas significativas CV: coeficiente de variación

Los efectos de rastrojos antecesores para la altura de la planta y longitud de espiga reportaron diferencias estadísticas no significativas puesto a que los valores de p fueron superiores al nivel de error (0,05).

En cuanto a la altura de planta, tampoco se observaron diferencias significativas entre las variedades evaluadas; sin embargo, la longitud de espiga sí fue influenciada por el factor variedad, siendo 'Canindé 31' la que presentó los mayores valores. Huamán (2016), en una investigación sobre diferentes métodos de labranza de suelo, similar a la presente investigación, no encontró efectos significativos sobre la altura del trigo; de manera concordante, Herrera (2017), al evaluar diferentes genotipos de trigo, tampoco reportó diferencias significativas para la altura de la planta, si bien menciona que dicha variable está estrechamente relacionada con las características propias de la variedad y con las condiciones a la cual es sometida la misma.

Juarez (2011), menciona que las variedades con mayor rusticidad presentan una mayor capacidad de adaptación a condiciones adversas, en este sentido el Canindé 31 cuenta con una mayor adaptación a condiciones no favorables (INBIO s.f.), lo cual podría reflejarse en la longitud de la espiga, una característica diferencial de esta variedad frente a Itapúa 80.

Factor (A)	Nº de granos/espiga	Peso/mil semillas	Rendimiento	Peso hectolitro
	Medias	Medias (g)	Medias (kg.ha⁻¹)	Medias (kg.hl⁻¹)
A ₃ Canavalia	27,2 A	30,2 A	2234 A	70,3 A
A ₄ Mucuna	25,3 A	29,2 A	2175 A	70,2 A
A ₁ Testigo	24,0 A	28,3 A	2111 A	68,3 A
A ₂ Soja	24,2 A	28,0 A	2043 A	67,7 A
P-valor	0,3230^{ns}	0,5703^{ns}	0,2075^{ns}	0,3992^{ns}
Factor (B)				
B ₁ Canindé 31	27,3 A	30,4 A	2324 A	72,4 A
B ₂ Itapúa 80	23,1 B	27,4 B	1959 B	65,8 B
p-valor	0,0062*	0,0141*	0,0001*	0,0002*
CV (%)	12,61	9,02	7,15	4,58

Tabla 4. Resultados de las variables nº de granos por espigas, peso de mil semillas, rendimiento en kg.ha⁻¹ y peso hectolitro de dos variedades de trigo sobre cuatro tipos de rastrojos. Coronel Oviedo, 2023.

*con diferencias estadísticas significativas; ns: sin diferencias estadísticas significativas CV: coeficiente de variación

Como se observa en la Tabla 4, ninguna de las variables productivas fue influenciada de manera significativa por el efecto de los diferentes rastrojos; esto ocurrió a pesar de la aparente mejora en las condiciones del suelo (ver Tabla 2).

Es importante señalar que el estudio se llevó a cabo en un único ciclo de cultivo, lo cual pudo haber ocasionado que no haya habido tiempo suficiente para un correcto aprovechamiento del rastrojo; a ello se suman las condiciones de escasa precipitación registradas en momentos críticos del desarrollo del mismo (ver Figura 1), provocando una tasa aún insuficiente de mineralización y condición física del suelo.

Esto es discutido por Zubiaga (2022) en un estudio cuyo objetivo fue evaluar la productividad del trigo establecido sobre diferentes rastrojos hasta el tercer ciclo de cultivo, donde, en los dos primeros ciclos, no se encontraron diferencias estadísticas en ninguna de las variables evaluadas; sin embargo, en el tercer ciclo, una de las variables productivas sí se vio significativamente afectada por el efecto de los rastrojos.

En lo referente a las variedades evaluadas, según se observa en la misma tabla, todas las variables productivas fueron significativamente influenciadas por el genotipo de trigo. Sánchez (2018), menciona que las variedades tienen un alto impacto sobre la producción del trigo, principalmente debido a la capacidad de adaptación de cada genotipo a los factores ambientales.

En la presente investigación, la variedad Canindé 31 fue superior en todos los casos, sin embargo, los rendimientos obtenidos fueron inferiores a los obtenidos en la zafra 2022 para ambas variedades (Cabrera, 2023), lo cual podría atribuirse a los regímenes bajos de precipitación y a las altas temperaturas registradas durante etapas críticas del desarrollo del cultivo (ver Figura 1).

En el mismo documento se detallan las diferencias entre ambas variedades, con resultados obtenidos en varias localidades que muestran una alta variabilidad; no obstante, en aquellos sitios donde Canindé 31 mostró un rendimiento superior, las condiciones fueron similares a las de la presente investigación.

Resultados similares fueron obtenidos por Cabrera et al. (2022), quienes obtuvieron un mejor desempeño de la variedad Canindé 31 en comparación con otras variedades de Itapúa, mencionando que, en tres ciclos de cultivo, se destacó la mayor adaptabilidad general de esta variedad.

Conclusión

El comportamiento vegetativo y productivo del trigo no fueron significativamente afectados por los rastrojos de diferentes especies de cultivos de servicio (Factor A). Al analizar el efecto del genotipo (Factor B), se observaron diferencias estadísticas no significativas, sobre el comportamiento vegetativo, sin embargo, para todas las variable productivas se observaron diferencias estadísticas, en donde la variedad Canindé 31 mostró un desempeño superior en comparación con la variedad Itapúa 80.

Bibliografía

Adami, P. F., Colet, R. A., Lesme, E. S., Oligini, K.F., & Batista, V. V. (2020). Plantas de cobertura nas entressafras soja-trigo e soja-soja// Cover plants in soybean-wheat and soybean-soybean offseason. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 16551–16567. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-505>

Cabrera, G. A. de J., Ramirez, J. C., Chávez, P., Chávez, A., & Kohli, M. (2022). Descripción de las nuevas variedades de trigo Itapúa 90, Itapúa 95 y Canindé 31. *Revista Investigaciones Y Estudios - UNA*, 13(2), 29–36. <https://doi.org/10.47133/IEUNA22203b>

Cabrera, G. (Compiladora). (2023). *Resultados de investigación del cultivo de trigo ciclo 2022: PIT DOC N.º 031*. IPTA; CAPECO; INBIO. https://www.ipta.gov.py/application/files/9817/0385/8742/Informe_Trigo_2022_Vfinal_compressed.pdf

Cartes, G. (2013). *Degradación de suelos Agrícolas*. ODEPA. <https://www.odepa.gob.cl/wpcontent/uploads/2013/10/SueloAgricola201310.pdf>

Céspedes, L. M. C., Ovalle, M. C., & Hirzel, C. J. (2005). Manejo de la fertilidad del suelo en producción orgánica. En *Agricultura orgánica: Principios y prácticas de producción* (Boletín INIA N.º 131). Ministro de Agricultura, Sistema Agrícola y Ganadero, Centro Regional de Investigación Quilamapu. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7064>

Figueroa, D. 2004. *Estrategias para la recuperación de suelos degradados*. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/73362-Estrategias-para-la-recuperacion-de-suelos-degradados.html>

Guzman, G., & Alonso, A. (2008). *Buenas Prácticas en Producción Ecológica*. http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/bppe/Uso_de_Abonos_Verdes_tcm7-187426.pdf

Herrera, T. (2017). *Adaptación y rendimiento de cuatro variedades de trigo (Triticum aestivum L.) con dos fertilizantes químico y orgánico; en Salache Bajo- Latacunga, Provincia.de.Cotopaxi*. [Tesis de grado]. Universidad Técnica de Cotopaxi. <https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/4209>

Huamán, N. (2016). *Efecto del sistema de siembra y de dos variedades en el rendimiento de trigo (TriticumaestivumL.) en Cajamarca*. [Tesis de grado]. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1781>

INBIO. (s.f.) *Canindé*. <https://inbio.org.py/trigo/caninde-31/>

Juárez, J. R. (2011). *Comportamiento agronómico de tres variedades de trigo (Triticum aestivum L.) bajo tres densidades de siembra en zona de cabecera de valle del Departamento de La Paz* [Tesis de grado]. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7516/T-1593.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kohli, L.E & Cubilla G.C. 2015. CAPECO/INBIO, Asunción, Paraguay. p 226

López, E.O. & Lesme, J.A. 2024. *Grandes grupos de suelos de la región oriental del Paraguay*. San Lorenzo, Py: SOPACIS. 34 p ISBN: 978-99989-1-200-7

Massi, F., Servín, B., Centurión, A., Meza, L., & Rodríguez Miranda, A. (2020). *Caaguazú: Territorio, regionalización y desarrollo*. <https://repositorio.conacyt.gov.py/xmlui/bitstream/handle/20.500.14066/3710/PINV15-1083libro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mera, M., & Rouanet, J. L. (2014). Contribución de las leguminosas de grano en rotación con cereales: Una revisión. *Serie Ciencias Agronómicas*, 135–146. https://www.researchgate.net/publication/242419755_Contribucion_de_las_Leguminosas_de_Grano_en_Rotacion_con_Cereales_Una_Revision

Novillo, B. (2019). Aportes de diferentes secuencias de cultivos y manejos a la preservación/mejoramiento de los suelos del borde sur de la Pampa Ondulada. *Investigación Joven*, 6. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/95213/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ortiz, A., & Cortés, J. (2018). *Evaluación de dos rotaciones de cultivo en el rendimiento de trigo: Valle del Yaqui, Sonora*. INIFAP - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Engormix. https://www.engormix.com/agricultura/siembra-trigo-cebada/evaluacion-dos-rotaciones-cultivo_a42098/

Ojiem, J., Vanlauwe, B., Ridder, N., & Giller, K. (2007). Niche-based assessment of contributions of legumes to the nitrogen economy of Western Kenya smallholder farms. *Journal of Plant Soil*, 292(1-2), 119–135. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9207-7>

Sánchez, K. (2018). *Evaluación de dos variedades de trigo (Triticum aestivum L.) para la producción de semilla en tres municipios de la provincia Vallegrande- Santa Cruz*. [Tesis de grado]. Universidad Mayor de San Andrés. <https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/20145#:~:text=El%20objetivo%20de%20la%20tes>

is%20es%20E%80%9CEvaluar%20dos,variedades%20de%20trigo%20Urub%C3%B3%20%28BasII%29%20y%20Motac%C3%BA%20%28Reg-I%29

Taboada, M., & Varela, M. (2014). Impactos de las rotaciones de cultivos sobre los suelos. Instituto de Suelos, CIRN, INTA. <https://www.aapresid.org.ar/wpcontent/uploads/2014/12/RotaciondecultivosTaboada.docx.pdf>.

Viveros, D. L., De La Cruz, L., Huertas, J. L., & Insuasty, J. E. (2024). *Impacto del monocultivo y la erosión del suelo en la región del volcán Galeras*. *Boletín Informativo del Centro de Estudios Interdisciplinarios*, 11(3), 202–204. <https://revistas.umariana.edu.co/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/4435/4605>

Zubiaga, L. (2022). *Impacto de la estructuración de la cobertura vegetal del suelo sobre la economía del agua en cultivos invernales del semiárido austral pampeano*. [Tesis de doctorado]. Universidad Nacional del Sur. https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/6318/ZUBIAGA%20L.%20_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=

Anexos

Contribución de los autores

Osvaldo Sánchez: realizó el trabajo de campo, la aplicación del diseño del estudio y la recolección de datos. Andrés Armadans: participó en el análisis estadístico, interpretación de resultados y la redacción del manuscrito. Richard García: contribuyó con la correcta elección del diseño, con la revisión crítica del contenido y validación metodológica. Leticia Acosta: contribuyó en la redacción y la edición final del artículo.

Agradecimientos

*"Los autores agradecen a la **Facultad Ciencias de la Producción - Universidad Nacional de Caaguazú**. Por proporcionar el espacio para el desarrollo del trabajo en campo."*

Financiamiento

"La investigación se realizó con financiamiento de los autores."

Conflicto de intereses

"Los autores no presentan conflicto de interés con ninguna institución o entidad relacionada con el contenido del manuscrito."

Correspondencia

Osvaldo.sanchez@fcpunk.edu.py

Trayectoria académica de los autores

Osvaldo Sánchez Holt es Magister en Sistemas Pecuarios por la **Universidad Nacional de Asunción, Especialista en Metodologías y Técnicas de la Investigación, Ingeniero Zootecnista por la Universidad Nacional de Caaguazú e Ingeniero Agrónomo Por la Universidad San Carlos**. Se desempeña como docente en la Facultad Ciencias de la producción de la Universidad Nacional de Caaguazú.

Andres Armadans Rojas es Magister en Fitotecnia, **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Brasil**, Ingeniero Agrónomo por la **Universidad Nacional de Asunción**. Se desempeña como docente-investigador en la Facultad Ciencias Agropecuarias de la Universidad San Carlos. Ha publicado artículos en revistas indexadas sobre manejo de cultivos agrícolas. Sus principales líneas de investigación incluyen manejo de cultivos agrícolas, horticultura y fruticultura.

Richard García es Especialista en Metodología Investigación Científica con doble titulación por la **Universidad Nacional de Caaguazú** y por la **Universidad Iberoamericana**, Ingeniero Agrónomo por la **Universidad Nacional de Asunción**. Se desempeña como docente en la Facultad Ciencias de la producción de la Universidad Nacional de Caaguazú.

Leticia Acosta es Ingeniera Agrónoma por la **Universidad Nacional de Caaguazú**. Se

desempeña actualmente como auxiliar técnico y administrativo en la dirección de investigación en la Facultad Ciencias de la producción de la Universidad Nacional de Caaguazú.