



Niveles de resistencia a la penetración del suelo y desarrollo radicular y aéreo con 3 cultivos agrícolas

Levels of resistance to soil penetration and root and aerial development with 3 agricultural crops

Sandra Elizabeth Andino

 0009-0004-9104-4144

Universidad Privada del Este
decanato.fca.upecde@gmail.com

Hirmin A. Sánchez Caballero

 0009-0002-0182-2404

Universidad Privada del Este
hirmin_sanchez@hotmail.com

Julio César Karajallo Figueredo

 0009-0001-5099-8652

Universidad Privada del Este
krajallojc@hotmail.com

Cita en APA: Andino, S., Sánchez, H. & Karajallo, J. (2024). Niveles de resistencia a la penetración del suelo y desarrollo radicular y aéreo con 3 cultivos agrícolas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Agrarias*, 2(2), pp. 6 - 13.



Resumen

El objetivo de la investigación fue analizar la resistencia a la penetración del suelo (RPS) y el desarrollo radicular y aéreo de tres cultivos agrícolas (girasol, canola y nabo) en un Oxisol de la región de Alto Paraná con el fin de evaluar el impacto de estos cultivos en la compactación del suelo. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con tres tratamientos y cinco repeticiones. Las variables evaluadas fueron la RPS en dos profundidades (0-10 cm y 11-20 cm), longitud radicular, biomasa de la raíz y de la parte aérea. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANAVA) y prueba de Tukey al 5% de probabilidad de error, además de un análisis de correlación de Pearson entre la RPS y la biomasa radicular. El estudio se llevó a cabo en un Oxisol, un tipo de suelo común en la región, propenso a la compactación, lo que dificulta el desarrollo adecuado de las raíces. Los resultados mostraron que el girasol presentó una menor RPS en la capa superficial de 0-10 cm, lo que sugiere un efecto positivo sobre la descompactación del suelo. La biomasa radicular y aérea fue mayor en el girasol, mientras que no se encontraron diferencias significativas en la longitud radicular entre los cultivos. En conclusión, el girasol mostró mayor eficiencia en la reducción de la RPS en la capa superficial, destacándose como una opción para mitigar la compactación del suelo.

Palabras clave: biomasa, compactación, profundidad, raíz

Abstract

The objective of the research was to analyze the resistance to soil penetration (RSP) and the root and aerial development of three agricultural crops (sunflower, canola and turnip) in an Oxisol in the Alto Paraná region, in order to evaluate the impact of these crops on soil compaction. An experimental design was used in randomized complete blocks with three treatments and five repetitions. The variables evaluated included RSP at two depths (0-10 cm and 11-20 cm), root length, root and aerial part biomass. The data was subjected to an analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test at 5% probability of error, in addition to a Pearson correlation analysis between RSP and root biomass. The study was carried out in an Oxisol, a type of soil common in the region, prone to compaction, which makes proper root development difficult. The results showed that sunflower had a lower RSP in the 0-10 cm surface layer, suggesting a positive effect on soil decompaction. Root and aerial biomass was higher in sunflowers, while no significant differences were found in root length between crops. In conclusion, sunflowers showed greater efficiency in reducing RSP in the surface layer, standing out as an option to mitigate soil compaction.

Key Words: biomass, compaction, depth, root

Introducción

El suelo representa uno de los recursos más desafiantes desde el punto de vista del manejo agrícola, ya que es un recurso vital para la producción de cultivos, siendo determinante para la disponibilidad de agua, nutrientes y aire para las plantas, influyendo directamente en el rendimiento de los cultivos (Lal, 2015).

Sin embargo, su manejo se enfrenta a varios desafíos debido a la alteración de sus propiedades físicas, químicas y biológicas por prácticas agrícolas inadecuadas, especialmente en sistemas de cultivo intensivos. Una de las problemáticas más comunes que afecta la calidad del suelo es la compactación, la cual reduce la porosidad del suelo y dificulta la circulación de agua y aire, lo que impacta negativamente en el desarrollo de las raíces y la absorción de nutrientes (Munkholm y Schjøning, 2010 & Valadão *et al.*, 2015).

La compactación del suelo se puede prevenir o mitigar mediante el uso de técnicas agrícolas sostenibles, que promuevan la mejora de la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua. Por ende, es necesario realizar el diagnóstico de dicha problemática con técnicas adecuadas.

En este sentido, se disponen de indicadores para evaluar la compactación que radica principalmente en la resistencia a la penetración del suelo (RPS), que mide la fuerza que deben ejercer las raíces para penetrar el mismo (Boone *et al.*, 2013). Este parámetro es crucial para comprender la influencia de la estructura del suelo en el desarrollo radicular y, por ende, en la capacidad de las plantas para acceder a los recursos esenciales para su crecimiento. En suelos compactados, la RPS tiende a aumentar, lo que limita la expansión radicular y afecta el rendimiento de los cultivos. Por lo tanto, evaluar los niveles de RPS en diferentes profundidades del suelo es fundamental para identificar las condiciones que podrían dificultar el crecimiento de las raíces.

El objetivo de este estudio es evaluar los niveles de RPS en dos profundidades diferentes (0-10 cm y 11-20 cm) y el desarrollo radicular y aéreo de tres cultivos agrícolas en un Oxisol, un tipo de suelo típicamente susceptible a la compactación. El Oxisol es característico en zonas tropicales y subtropicales, como la región de Alto Paraná; en este contexto, se espera que la investigación proporcione información de la influencia en la mitigación de la compactación, así también su desarrollo en estas condiciones, y el mejoramiento de las mismas para un manejo agrícola más eficiente y sostenible.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias en la Universidad Privada del Este, Sede Ciudad del Este (-25.434666, -54.686778), en un suelo de orden Oxisol, del subgrupo Rhodic Kandiodox, constituida por arcillas muy finas y buena profundidad (López et al., 1995). El clima se considera subtropical, con una precipitación media anual de 1.650 mm (Dirección de Meteorología e Hidrología, 2016).

La siembra se realizó en fecha 04 de junio del 2023 en forma manual a una distancia entre hileras de 0,45 m y poblaciones de 74.000 plantas ha⁻¹ en girasol, canola de 148.000 plantas ha⁻¹ y nabo 300.000 plantas ha⁻¹.

Las variables evaluadas fueron:

Resistencia del suelo a la penetración (RPS): se tomaron medidas en diferentes puntos al azar dentro de cada unidad experimental con un penetrómetro digital, con capacidad hasta una profundidad de 60 cm, con evaluación por centímetro en kilopascal (Kpa) en profundidades de 0-10 y 11-20 cm.

Biomasa radicular (g): se tomaron 5 plantas al azar y se retiraron con ayuda de una pala para evitar pérdidas de la raíz. Posteriormente fueron limpiadas y pesadas con una balanza de precisión digital en gramos.

Longitud de raíz (cm): las 5 plantas tomadas para la evaluación de biomasa se midieron desde la base en el cuello del tallo hasta la cofia con un flexómetro en centímetros.

Biomasa aérea por planta: se tomaron 5 plantas al azar, se cortaron desde el cuello de la planta y se pesaron con una balanza de precisión digital, estas se promediaron en gramos.

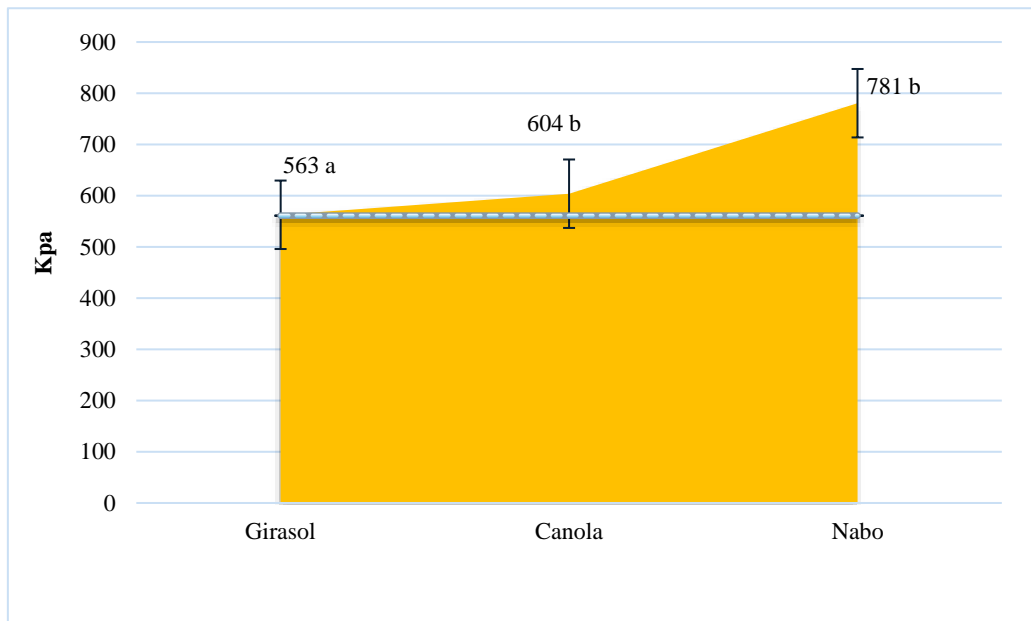
Los datos fueron sometidos a Análisis de Varianza (ANAVA) y test de Tukey al 5% de probabilidad de error, y correlación de Pearson entre RPS en 0-10 cm y la biomasa radicular.

Resultados

La evaluación se realizó a los 70 días post emergencia de los cultivos, con 561 kpa en media de RPS a 0-10 cm y 1.783 kpa a 11-20 cm de profundidad, los datos iniciales antes de la instalación del experimento están detallados en la **Figura 5**.

En la **Figura 1**, el girasol presentó 563 Kpa de RPS, estadísticamente menor que la canola y el nabo.

Figura 1. RPS en 0-10 cm con 3 cultivos a 70 días post emergencia. UPE, 2024

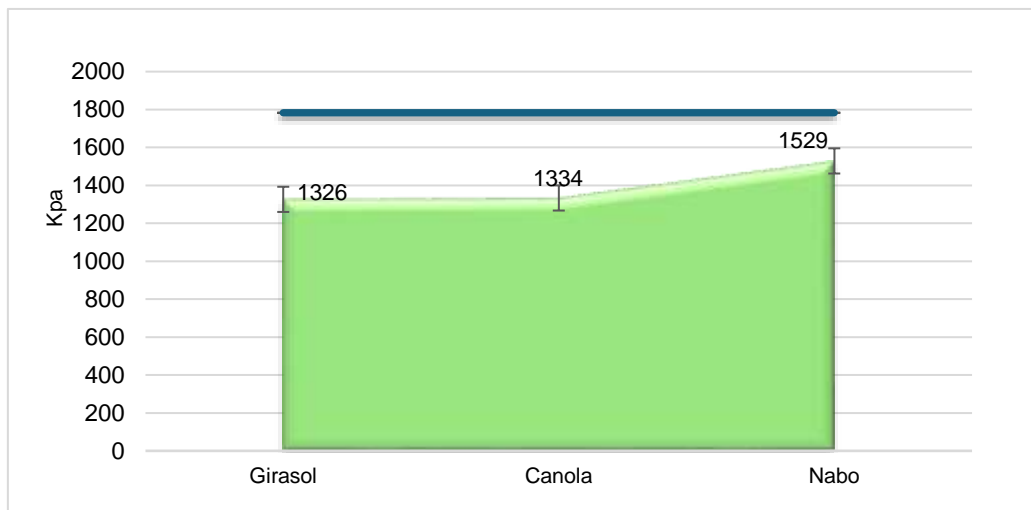


Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

En la figura, los valores de RPS en la profundidad de 11-20 cm son estadísticamente similares con rango de 1326 a 1529 Kpa; estos se encontraban por debajo de 1.783 Kpa en la misma profundidad al inicio del experimento.

Figura 2. RPS en la profundidad de 11-20 cm con 3 cultivos a 70 días post emergencia. UPE, 2024



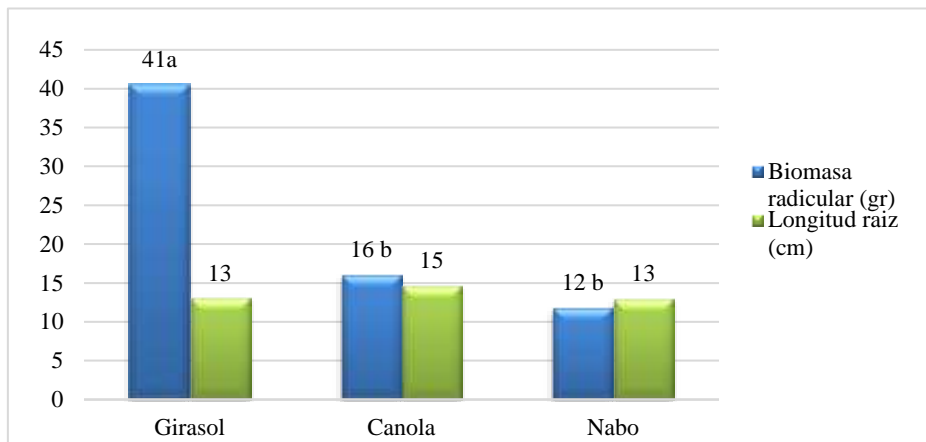
ns: no significativo

Fuente: Elaboración propia

En lo que refiere al desarrollo vegetativo de los cultivos en función a los valores de RPS detallados anteriormente, se disponen diferencias significativas en la biomasa radicular

con 41 g, destacándose sobre la canola y el nabo. Respecto a la longitud de la raíz, los cultivos presentan medias similares con rangos de 13 a 15 centímetros, dado el sistema radicular pivotante de los mismos.

Figura 3. Biomasa y longitud radicular con 3 cultivos a 70 días post emergencia. UPE, 2024

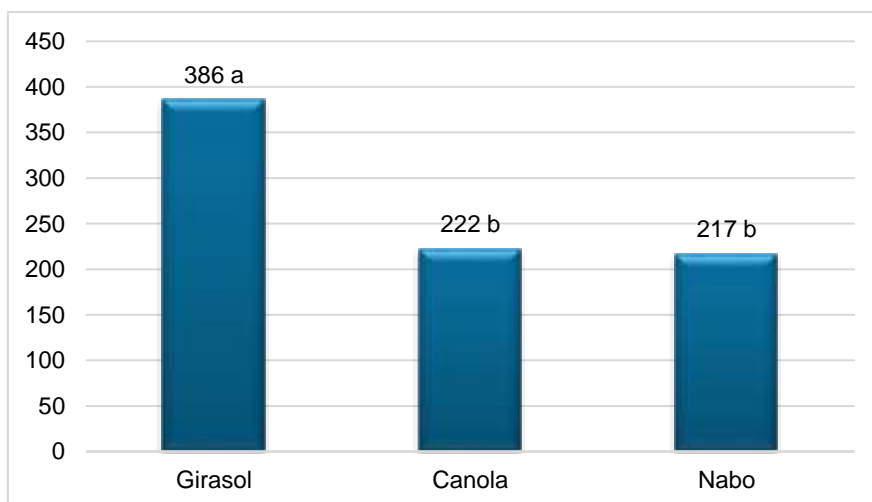


Nota: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaboración propia

La biomasa aérea por planta se diferencia estadísticamente entre las especies, como en la biomasa radicular, por lo cual el girasol destaca debido a su gran área foliar en comparación con los otros.

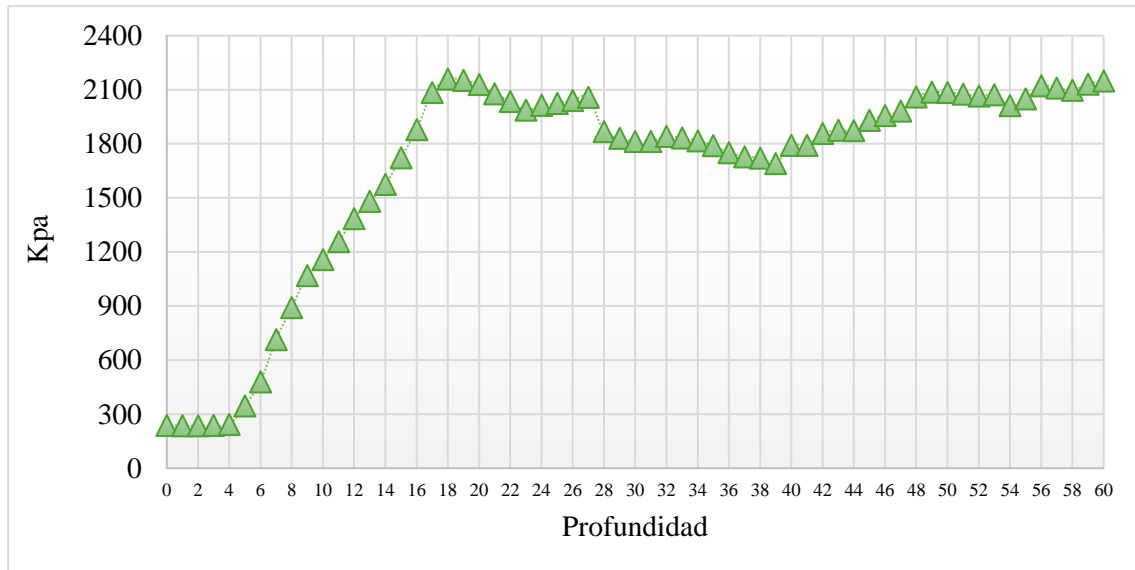
Figura 4. Biomasa aérea por planta con 3 cultivos a 70 días post emergencia. UPE, 2024



ns: no significativo

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Evaluación inicial de resistencia a la penetración del suelo mayo 2023. UPE, 2024



Fuente: Estación meteorológica UPE-CDE. Elaboración propia

Discusión

El sistema radicular del girasol genera una interacción distinta con el suelo, dado que su raíz mejora la estructura del suelo (Aliari et al., 2002) y explora grandes volúmenes de suelo (Wu et al., 2022).

El sistema radicular pivotante y las ramificaciones secundarias del girasol inciden en el RPS debido a su masa radicular, que difiere de la canola y el nabo, lo cual ha sido detallado por Gagnon et al. (2002), quien afirma que el girasol muestra una mayor masa radicular y una penetración más profunda en el suelo.

Con los niveles de RPS y biomasa radicular se estableció que presenta un índice de correlación de -0,5, no significativo, pero que permite establecer que al aumento de la RPS se produce una disminución en el desarrollo de la raíz, siendo este órgano importantísimo para la exploración de agua y nutrientes, similar a lo descrito por Ryan et al. (2010), la resistencia al penetrar el suelo tiene un impacto directo en el crecimiento de las raíces. Cuando esa resistencia aumenta, se observa una disminución significativa en la biomasa de la raíz.

Conclusión

Los niveles de RPS son manejados por el cultivo del girasol en la camada superficial. La formación de la biomasa de la raíz disminuye por el aumento de los valores de RPS, siendo una barrera física en un suelo Oxisol. El desarrollo aéreo y radicular son distintos en los 3 cultivos, en el que destaca el girasol por las características particulares de la especie.

Referencias

- Aliari, R., Shiri, R., & Kiani, A. (2002). Root effects on soil structure and nutrient dynamics. *Soil Science Society of America Journal*, 66(5), 1456-1463.
- Boone, F. R., Flanagan, D. C., & Anderson, D. W. (2013). Soil penetration resistance as an indicator of soil compaction. *Canadian Journal of Soil Science*, 93(2), 255-267.
- Gagnon, B., Angers, D. A., & Rochette, P. (2002). Root morphology and water uptake of sunflower compared to other crops in different soil types. *Agronomy Journal*, 94(5), 973-981.
- Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability*, 7(5), 5280-5294.
- Munkholm, L. J., & Schjønning, P. (2010). Soil physical quality in conventional and organic cropping systems. *Geoderma*, 155(3-4), 175-185.
- Ryan, M. H., Tibbett, M., & Erskine, P. D. (2010). Effects of soil compaction on root growth and nutrient acquisition in crops. *Field Crops Research*, 116(1), 11-17.
- Valadão, M. H. F., Sá, J. C. M., & Oliveira, F. A. (2015). Soil compaction and root growth: Impacts of mechanization on soil properties and crop yields. *Soil and Tillage Research*, 151, 61-69.
- Wu, Y., Li, X., Zhang, H., & Wang, F. (2022). Root exploration and its impact on soil properties in agricultural ecosystems. *Field Crops Research*, 270, 108306.