



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2025,
Volumen 9, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i2

EFFECTO DE LA HUMEDAD DEL SUELO SOBRE LA COMPOSICIÓN DE MALEZAS EN POTREROS DE MEGATHYRSUS MAXIMUS EN EL CARMEN, MANABÍ

EFFECT OF SOIL MOISTURE ON WEED COMPOSITION IN MEGATHYRSUS MAXIMUS PASTURES IN EL CARMEN, MANABÍ

Claudia Anabel Cando Noblecilla

Investigador Independiente Guayaquil, Ecuador

David Bryan Valarezo Abad

Investigador independiente Santo Domingo, Ecuador

María Isabel Balcázar Almeida

Unidad Educativa Vicente Ana Aguirre Pedro Vicente Maldonado, Ecuador

Verónica Carolina Cevallos-López

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Fundación Río Negro

DOI:

Efecto de la humedad del suelo sobre la composición de malezas en potreros de *Megathyrsus maximus* en El Carmen, Manabí

Claudia Anabel Cando Noblecilla¹clamelia2@hotmail.com<https://orcid.org/0009-0004-3838-2224>

Investigador Independiente

Guayaquil, Ecuador

David Bryan Valarezo Abadvalarezoabadbd@gmail.com<https://orcid.org/0009-0001-4028-9799>

Investigador independiente

Santo Domingo, Ecuador

María Isabel Balcázar Almeidamariai.balcazar@educacion.gob.ec<https://orcid.org/0009-0002-8111-1986>

Unidad Educativa Vicente Ana Aguirre

Pedro Vicente Maldonado, Ecuador

Verónica Carolina Cevallos-Lópezvcevallosl@uteq.edu.ec<https://orcid.org/0000-0002-5268-0488>

Universidad Técnica Estatal de Quevedo,

Fundación Río Negro

Santo Domingo, Ecuador

RESUMEN

La dinámica de malezas en sistemas forrajeros se ve influida por la disponibilidad hídrica del suelo, lo cual incide en su establecimiento, persistencia y capacidad adaptativa. El presente estudio evaluó el efecto de tres rangos de humedad edáfica sobre la composición florística de malezas en potreros de *Megathyrsus maximus*, en El Carmen, Manabí. Se aplicaron tres tratamientos: T1 (saturación: 0–9 kPa), T2 (agua disponible: 20–30 kPa) y T3 (capacidad de campo: 10–19 kPa), bajo un diseño completamente al azar. Se caracterizaron las especies presentes y se evaluó el tiempo de marchitamiento y rebrote. El análisis de correlación de Pearson arrojó un coeficiente de -0,09 entre la humedad del suelo y el tiempo de marchitamiento, indicando una correlación negativa débil, sin significancia, lo que sugiere que la concentración de humedad no influye directamente en este proceso. Los valores medios de marchitamiento por tratamiento fueron: T2 (7,83 días), T3 (8,33 días) y T1 (8,83 días); mientras que el tiempo promedio de rebrote fue de 22,33 días para T2 y T3, y 22,66 días para T1. Las especies de malezas mostraron respuestas diferenciadas según su capacidad de adaptación ecológica: en condiciones de saturación se observó mayor diversidad de especies tolerantes al exceso hídrico, mientras que en humedad media y capacidad de campo predominó la presencia de especies con alta resiliencia fisiológica. Estos resultados son clave para diseñar estrategias de manejo sostenible de pasturas según la variabilidad edáfica local.

Palabras clave: arvenses, estrés, rebrote, fisiología, dinámica

¹ Autor principal

Correspondencia: clamelia2@hotmail.com

Effect of soil moisture on weed composition in *Megathyrus maximus* pastures in El Carmen, Manabí

ABSTRACT

The dynamics of weeds in forage systems is influenced by the soil water availability, which influences their establishment, persistence and adaptive capacity. The present study evaluated the effect of three ranges of soil moisture on the floristic composition of weeds in *Megathyrus maximus* pastures, in El Carmen, Manabí. Three treatments were applied: T1 (saturation: 0-9 kPa), T2 (available water: 20-30 kPa) and T3 (field capacity: 10-19 kPa), under a completely randomized design. The species present were characterized, and the time of wilting and regrowth were evaluated. Pearson's correlation analysis yielded a coefficient of -0.09 between soil moisture and wilting time, indicating a weak negative correlation, without significance, suggesting that moisture concentration does not directly influence this process. The mean wilting values per treatment were: T2 (7.83 days), T3 (8.33 days) and T1 (8.83 days); while the mean regrowth time was 22.33 days for T2 and T3, and 22.66 days for T1. The weed species showed differentiated responses according to their ecological adaptation capacity: in saturated conditions, a greater diversity of species tolerant to excess water was observed, while in medium humidity and field capacity the presence of species with high physiological resilience predominated. These results are key to design sustainable pasture management strategies according to local edaphic variability.

Keywords: weeds, stress, regrowth, physiology, dynamics

Artículo recibido: 7 marzo 2025
Aceptado para publicación: 15 abril 2025



INTRODUCCIÓN

La productividad y sostenibilidad de los sistemas de pastoreo en regiones tropicales dependen en gran medida de la composición y dinámica de las especies forrajeras y arvenses presentes (León et al., 2018; Macay-Anchundia et al., 2025). *Megathyrsus maximus*, conocido comúnmente como pasto guinea, es una gramínea forrajera ampliamente utilizada en América Latina debido a su alta productividad y adaptabilidad a diversas condiciones ambientales (Macay-Anchundia et al., 2024; Palma-León et al., 2024). Sin embargo, la presencia y abundancia de especies arvenses en estos sistemas pueden afectar negativamente el rendimiento del pasto y la calidad del forraje (Macay-Anchundia et al., 2023).

Estas malezas compiten con el cultivo establecido por recursos esenciales como nutrientes, agua, espacio y luz, lo que puede disminuir la calidad nutricional del pasto y aumentar su susceptibilidad a desbalances nutricionales, ataques de plagas y enfermedades (Chhokar et al., 2021; Farooq et al., 2006; Knuesting et al., 2018).

La humedad del suelo es un factor determinante en la germinación y establecimiento de las especies arvenses. Variaciones en la disponibilidad hídrica influyen significativamente en la composición florística de las comunidades vegetales en pastizales (Ellsworth et al., 2013; Fries et al., 2020). Se ha observado que condiciones de alta humedad favorecen la proliferación de ciertas especies invasoras, mientras que la sequía limita su expansión (Holland et al., 2022).

El contenido de humedad en el suelo puede variar incluso en distancias cortas, afectando la capacidad de las plantas para absorber agua y nutrientes (Alomía-Lucero et al., 2022; Velásquez-Valle et al., 2012).

Durante temporadas de escasas lluvias, las plantas pueden mostrar un crecimiento más lento y signos de deficiencias, mientras que, en épocas lluviosas, el suelo mantiene una mayor humedad, promoviendo un crecimiento más vigoroso y abundante de la vegetación (Chávez-Suárez et al., 2018).

En el contexto ecuatoriano, la provincia de Manabí presenta condiciones climáticas variables que afectan la disponibilidad de agua en el suelo, impactando directamente en la dinámica de las especies forrajeras y arvenses (López-Herrera et al., 2019). Comprender cómo la humedad del suelo influye en la composición de las malezas en potreros establecidos con *M. maximus* es esencial para desarrollar estrategias de manejo que optimicen la producción forrajera y minimicen la competencia de especies no deseadas (Chávez-Suárez et al., 2018).



El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de humedad del suelo sobre la composición y abundancia de especies arvenses en potreros de *M. maximus* en el cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. Los resultados obtenidos proporcionarán información valiosa para el diseño de prácticas de manejo sostenible en sistemas de pastoreo tropicales.

METODOLOGÍA

El presente estudio se llevó a cabo en los potreros número 16, 17, 18 y 19 de la Granja Experimental Río Suma, ubicada en el kilómetro 30 de la vía Santo Domingo - El Carmen, cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. Estos potreros presentan una predominancia del pasto saboya (*Megathyrus maximus*).

Parámetros hídricos

La humedad del suelo es fundamental para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que influye en la absorción de nutrientes, la regulación térmica y el transporte interno de sustancias (Fernández-Ojeda et al., 2016). El agua en el suelo se encuentra en diferentes estados, definidos por parámetros como la saturación, la capacidad de campo y el agua disponible (Berebeggall-Beltrán, 2017). Estos estados se expresan en unidades de presión, comúnmente en kilopascales (kPa) o centibares (cbar), donde 1 cbar equivale a 1 kPa.

La capacidad de campo se alcanza cuando el suelo ha drenado el exceso de agua gravitacional y retiene la cantidad máxima de humedad disponible para las plantas (Sánchez-Espinosa & Rubiano-Sanabria, 2015). Por otro lado, la saturación ocurre cuando todos los poros del suelo están llenos de agua, mientras que el agua disponible representa la fracción de humedad que las plantas pueden absorber fácilmente.

Variable dependiente

Control de malezas en potreros de *M. maximus*

Las malezas son plantas no deseadas que compiten con los cultivos forrajeros por recursos esenciales como agua, luz y nutrientes, afectando negativamente la producción de forraje y, consecuentemente, la producción ganadera (Palma-León et al., 2024). Un manejo integrado de malezas es esencial para mantener la calidad y cantidad del pasto, garantizando una alimentación adecuada para el ganado y minimizando pérdidas económicas (Parra et al., 2015).



Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con seis repeticiones, cada una de 12 x 12 m, totalizando 72 parcelas. Cada parcela se dividió en tres tratamientos de 4 x 12 m, resultando en un total de 18 unidades experimentales por repetición. Se aplicó un descarte de bordes de 1 m en cada extremo, dejando un área efectiva de 10 x 2 m por tratamiento.

Tratamientos aplicados

Se establecieron tres tratamientos basados en diferentes niveles de humedad del suelo:

- **T1: Saturación del suelo (S):** 0 a 9 kPa.
- **T2: Agua disponible (AD):** 20 a 30 kPa.
- **T3: Capacidad de campo (CC):** 10 a 19 kPa.

Para alcanzar los niveles de humedad deseados, se aplicó riego controlado. En T1 se añadieron aproximadamente 180 l/m² para lograr la saturación completa del suelo. En T2 se aplicaron alrededor de 60 l/m² para alcanzar la capacidad de campo. T3 no recibió riego adicional, permitiendo que el suelo mantuviera el agua disponible naturalmente.

Medición de la humedad del suelo

Se emplearon tensiómetros agrícolas para medir la humedad del suelo en cada tratamiento. Estos dispositivos constan de un cilindro hueco conectado a una punta porosa y un vacuómetro que mide la tensión del agua en el suelo (Martínez-Fernández & Ceballos, 2001). El tensiómetro se llena con agua destilada y se inserta en el suelo; a medida que el suelo extrae agua del dispositivo, se genera una tensión que se registra en el vacuómetro, reflejando la disponibilidad de agua para las plantas.

Control químico de malezas

Una vez alcanzados los niveles de humedad establecidos, se procedió a la aplicación de herbicidas para el control de malezas de hoja ancha. Se utilizó una mezcla de Aminamont 720 (Amina 720) y Malban (Metsulfuron methyl), siguiendo las recomendaciones del fabricante. La solución se preparó diluyendo 72 cc de Aminamont 720 y 0,65 g de Malban en 20 L de agua. Cada tratamiento recibió una aspersión de 1,11 L de esta solución, aplicada con una bomba de aspersión calibrada.



Monitoreo y recolección de datos

Después de la aplicación del herbicida, se realizó un monitoreo diario para registrar el tiempo transcurrido hasta el marchitamiento completo de las malezas. Posteriormente, se continuó el seguimiento para determinar el tiempo hasta el rebrote de las mismas. Estos datos permiten evaluar la eficacia de los tratamientos y establecer recomendaciones para el manejo óptimo de malezas en potreros de *M. maximus*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Correlación de la concentración de humedad para el control de malezas

El análisis de correlación de Pearson mostró un coeficiente de $-0,09$ entre la concentración de humedad del suelo y el tiempo de marchitez de las malezas. Este valor sugiere una correlación negativa muy débil y no significativa, lo que indica que el nivel de humedad en el suelo no ejerció una influencia clara sobre el proceso de secado o pérdida de turgencia de las especies arvenses evaluadas.

Tabla 1. Correlación de la concentración de humedad para el tiempo de marchitez

	Tiempo de marchitez	Concentración de agua
Tiempo de marchitez	1	0,74
Concentración de agua	-0,09	1

La ausencia de una correlación significativa puede deberse a la alta adaptabilidad fisiológica de algunas malezas a distintas condiciones hídricas. Muchas especies arvenses poseen mecanismos de tolerancia al estrés hídrico, lo cual les permite mantener su fisiología incluso cuando el contenido de agua en el suelo disminuye (Abdelaal et al., 2022; Wu et al., 2021). En este contexto, la humedad no actúa como un factor determinante para el inicio del marchitamiento, al menos en el corto plazo (Singh et al., 2018).

Otra explicación posible es que la estructura y composición del suelo en los potreros haya mitigado el efecto de la variabilidad hídrica. Estudios como el de Chadha et al. (2019), sostienen que suelos con buena retención de humedad pueden mantener niveles estables de agua aprovechable, incluso cuando las condiciones externas varían. Esto sugeriría que la humedad registrada por los tensiómetros no reflejó diferencias suficientemente marcadas para afectar el tiempo de marchitamiento (Sreekanth et al., 2024).

Respuesta de la concentración de humedad para el control de malezas

Tabla 2. Promedio del tiempo de marchitez y rebrote de malezas bajo diferentes niveles de humedad del suelo en potreros de *Megathyrus maximus*

Tratamientos	Tiempo de marchitez (días)	Tiempo de rebrote (días)
T2 Agua disponible del suelo	7,83 ± 0,54 a	22,33 ± 0,12 a
T3 Capacidad de campo del suelo	8,33 ± 0,54 a	22,33 ± 0,12 a
T1 Saturación del suelo	8,83 ± 0,54 a	22,67 ± 0,12 a
Valor P	0,0872	0,1022
CV (%)	15,8	12,34

Nota. Error estándar (\pm E.E.), valor de significancia (P) y coeficiente de variación (CV %)

La evaluación del tiempo de marchitez y rebrote de malezas en potreros de *M. maximus* bajo distintos niveles de humedad del suelo no mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. El análisis de varianza indicó un valor de $P = 0,0872$ para el tiempo de marchitez y $P = 0,1022$ para el tiempo de rebrote, ambos superiores al umbral de significancia del 5 %. Los coeficientes de variación fueron de 15,8 % para marchitez y 12,34 % para rebrote, lo que indica una variabilidad aceptable en los datos.

En cuanto a los valores medios, el tratamiento T2 (agua disponible) registró el menor tiempo de marchitez con $7,83 \pm 0,54$ días, seguido de T3 (capacidad de campo) con $8,33 \pm 0,54$ días, y T1 (saturación) con $8,83 \pm 0,54$ días. Para el tiempo de rebrote, T2 y T3 compartieron el mismo promedio ($22,33 \pm 0,12$ días), mientras que T1 mostró un leve incremento ($22,67 \pm 0,12$ días). A pesar de estas diferencias numéricas, los grupos fueron estadísticamente homogéneos según la prueba de Tukey.

El menor tiempo de marchitez registrado en el tratamiento T2 podría atribuirse a un balance óptimo entre aireación y disponibilidad de agua en el suelo. Bhattarai et al. (2011), hacen referencia a que los niveles de humedad correspondientes al rango de agua disponible promueven una mayor eficiencia en la absorción radicular, lo cual permite a las malezas mantener su turgencia por más tiempo y responder fisiológicamente sin estrés hídrico inmediato. La saturación del suelo, representada por T1, generó el mayor tiempo de rebrote y marchitez, posiblemente debido a una disminución en la oxigenación radicular (Chadha et al., 2019; Cordeau, 2022).

Estudios como el de Souza et al. (2021) señalan que un exceso de agua en el suelo reduce la disponibilidad de oxígeno, afectando la respiración de las raíces y retrasando procesos como la deshidratación y la regeneración postaplicación del herbicida. Esto puede explicar el comportamiento más prolongado observado en T1 (Benvenuti & Mazzoncini, 2018; Singh et al., 2014).

La falta de significancia estadística sugiere que las especies arvenses presentes poseen un alto grado de adaptabilidad fisiológica frente a diferentes condiciones hídricas. De acuerdo con Sims et al. (2018), ciertas malezas pueden mantener sus procesos de desarrollo con mínima variación ante cambios en la humedad del suelo, gracias a mecanismos de plasticidad funcional y eficiencia en el uso del agua (Chadha et al., 2019). Esta característica confiere ventaja competitiva frente a cultivos forrajeros como *M. maximus*, especialmente en ecosistemas tropicales con variabilidad edáfica (Benvenuti & Mazzoncini, 2018).

CONCLUSIONES

El análisis estadístico demostró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos de saturación, agua disponible y capacidad de campo en relación con el tiempo de marchitez y rebrote de las malezas en potreros de *M. maximus*. La concentración de humedad del suelo no influyó de manera significativa en la eficacia del control químico, lo que indica que las arvenses presentes muestran una alta capacidad de adaptación a distintos niveles hídricos.

Dado que ninguno de los tratamientos evaluados generó una respuesta diferencial estadísticamente relevante, se concluye que el control de malezas puede realizarse bajo cualquiera de las condiciones de humedad analizadas. Esta flexibilidad resulta favorable para la gestión agronómica del potrero, ya que permite aplicar estrategias de manejo sin depender de un estado específico de humedad del suelo. Se sugiere validar estos resultados en diferentes ciclos climáticos y tipos de suelo para fortalecer su aplicabilidad en otros sistemas productivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdelaal, K., Alsubeie, M. S., Hafez, Y., Emeran, A., Moghanm, F., Okasha, S., Omara, R., Basahi, M. A., Darwish, D. B. E., & Ibrahim, M. F. (2022). Physiological and biochemical changes in vegetable and field crops under drought, salinity and weeds stresses: Control strategies and management. *Agriculture*, 12(12), 2084.



- Alomía-Lucero, J. M., Baltazar-Ruiz, M. A., Estrada-Carhuallanqui, H. N., DaciaCañari-Contreras, M., & Castro-Garay, A. (2022). Composición y comportamiento inicial de malezas precoces en sustrato con plantas de *Solanum lycopersicum* L. en Satipo. *Revista Investigación Agraria*, 4(3), 33-44.
- Benvenuti, S., & Mazzoncini, M. (2018). Soil physics involvement in the germination ecology of buried weed seeds. *Plants*, 8(1), 7.
- Berbegall-Beltrán, F. J. (2017). *Determinación y evaluación de las propiedades hidráulicas del suelo y su aplicación al estudio del balance de agua en cultivos de regadío*. 1(12), 23-35.
- Bhattarai, S. P., Midmore, D. J., & Su, N. (2011). Sustainable irrigation to balance supply of soil water, oxygen, nutrients and agro-chemicals. *Biodiversity, biofuels, agroforestry and conservation agriculture*, 253-286.
- Chadha, A., Florentine, S. K., Chauhan, B. S., Long, B., & Jayasundera, M. (2019). Influence of soil moisture regimes on growth, photosynthetic capacity, leaf biochemistry and reproductive capabilities of the invasive agronomic weed; *Lactuca serriola*. *PloS one*, 14(6), e0218191.
- Chávez-Suárez, L., Labrada, Y., Rodríguez García, I., Álvarez Fonseca, A., Bruqueta Yero, D., & Licea Castro, L. (2018). Caracterización de la macrofauna edáfica en un pastizal de la provincia Granma. *Centro Agrícola*, 45(4), 43-48.
- Chhokar, R., Das, T., Choudhary, V., Chaudhary, A., Raj, R., Vishwakarma, A., Biswas, A., Singh, G., & Chaudhari, S. (2021). Weed dynamics and management in conservation agriculture. *J. Agric. Phys*, 21, 222-246.
- Cordeau, S. (2022). Conservation agriculture and agroecological weed management. *Agronomy*, 12(4), 867.
- Ellsworth, L. M., Litton, C. M., Taylor, A. D., & Kauffman, J. B. (2013). Spatial and temporal variability of guinea grass (*Megathyrsus maximus*) fuel loads and moisture on Oahu, Hawaii. *International journal of wildland fire*, 22(8), 1083-1092.
- Farooq, M., Tabassum, R., & Afzal, I. (2006). Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. *Plant Production Science*, 9(4), 446-456.



- Fernández-Ojeda, P. R., Acevedo, D. C., Villanueva-Morales, A., & Uribe-Gómez, M. (2016). Estado de los elementos químicos esenciales en suelos de los sistemas natural, agroforestal y monocultivo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 7(35), 65-77.
- Fries, A., Silva, K., Pucha-Cofrep, F., Oñate-Valdivieso, F., & Ochoa-Cueva, P. (2020). Water balance and soil moisture deficit of different vegetation units under semiarid conditions in the andes of southern Ecuador. *Climate*, 8(2), 30.
- Holland, E. P., Thomas, V., & Soti, P. (2022). Low soil nitrogen and moisture limit the expansion of the invasive grass, *Megathyrsus maximus* (Guinea grass) in semi-arid soils. *Journal of Arid Environments*, 204, 104788.
- Knuesting, J., Brinkmann, M. C., Silva, B., Schorsch, M., Bendix, J., Beck, E., & Scheibe, R. (2018). Who will win where and why? An ecophysiological dissection of the competition between a tropical pasture grass and the invasive weed Bracken over an elevation range of 1000 m in the tropical Andes. *PLoS One*, 13(8), e0202255.
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>
- López-Herrera, M. J., Rojas-Bourrillon, A., & Briceño-Arguedas, E. (2019). Sustitución del pasto *Megathyrsus maximus* por guineo cuadrado y urea en mezclas ensiladas. *Agronomía Mesoamericana*, 179-194.
- Macay-Anchundia, M. A., Cevallos-Lopez, V. C., Guzmán, P. J., & Andrade, D. Y. (2023). Optimización de la Carga Animal De Pollos Camperos para la Supresión Efectiva de Arvenses en Sistemas Agroecológicos. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 3917-3928.
- Macay-Anchundia, M. A., Pesantez-Muñoz, M. J., Cevallos-López, V. C., & López-Mejía, F. X. (2024). Caracterización de la producción de *Megathyrsus maximus* (Jacq.) BK Simon & SWL Jacobs y *Urochloa decumbens* (Stapf) RD Webster en pastoreo con caprino. *Pastos y Forrajes*, 47.
- Macay-Anchundia, M. A., Pinargote-Guerra, I. A., Vélez, J. A., & Zambrano-Mendoza, M. E. (2025). Fertilización Orgánica en King Grass Verde (*Pennisetum* sp.) como Alternativa en Producción Forrajera. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 5477-5488.

- Martínez Fernández, J., & Ceballos, A. (2001). Diseño y validación de una sonda TDR para la medición de la humedad del suelo. *JJ López, M. Quemada, M. Eds.) Temas de Investigación de Zona no Saturada. Universidad Pública de Navarra. Pamplona, 37-43.*
- Palma-León, R. P., Cevallos-López, V. C., Macay-Anchundia, M. A., Bermeo Velásquez, K. A., & Pesantez Muñoz, M. J. (2024). Impacto del Pastoreo Racional Voisin en la respuesta productiva de pastos *Urochloa* y *Megathyrsus*. *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 9(42).
- Parra, M. V., Sobrero, M. T., & Pece, M. G. (2015). Solarización: Una alternativa de control de malezas para viveristas. *Foresta Veracruzana*, 17(1), 9-16.
- Sánchez-Espinosa, J. A., & Rubiano Sanabria, Y. (2015). Procesos específicos de formación en Andisoles, Alfisoles y Ultisoles en Colombia. *Revista EIA, SPE2*, 85-97.
- Sims, B., Corsi, S., Gbehounou, G., Kienzle, J., Taguchi, M., & Friedrich, T. (2018). Sustainable weed management for conservation agriculture: Options for smallholder farmers. *Agriculture*, 8(8), 118.
- Singh, J., Singh, S., Vig, A., & Kaur, A. (2018). *Influencia ambiental del suelo hacia un vermicompostaje efectivo*. BoD – Books on Demand.
- Singh, V., Barman, K., Singh, R., & Sharma, A. (2014). Weed management in conservation agriculture systems. En *Conservation agriculture* (pp. 39-77). Springer.
- Sreekanth, D., Pawar, D. V., Mahesh, S., Chethan, C., Sondhia, S., Singh, P., Mishra, J., Mukkamula, N., Kumar, B. K., & Basavaraj, P. (2024). Elucidating the interactive effects of drought, weeds, and herbicides on the physiological, biochemical, and yield characteristics of rice. *Plant and Soil*, 1-25.
- Velásquez-Valle, R., Reveles-Torres, L. R., Amador-Ramírez, M. D., Medina-Aguilar, M. M., & Medina-García, G. (2012). Presencia de *Circulifer tenellus* Baker y Beet mild curly top virus en maleza durante el invierno en el centro norte de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(4), 813-819.

Wu, Y., Ren, D., Gao, C., Li, J., Du, B., Wang, Z., & Qian, S. (2021). Recent advances for alkaloids as botanical pesticides for use in organic agriculture. *International Journal of Pest Management*, 69(3), 288-298.

