

Efecto de agregado de biofertilizantes en *Melilotus alba* Med.**Effect of biofertilizer application on *Melilotus alba* Med.****Efeito da aplicação de biofertilizantes em *Melilotus alba* Med.**

DOI: 10.34188/bjaerv8n2-091

Submetido: 10-02-2025

Aprovado: 31-03-2025

Javier Dejesus Galloso

Estudiante de ingeniería agronómica
Instituto Agrotécnico- Universidad Nacional del Nordeste
Chaco. Argentina
Correo electrónico: homerogalloso93@gmail.com

Cristina Esther Sotelo

Magister en Producción Vegetal (FCA, UNNE)
Instituto Agrotécnico- Universidad Nacional del Nordeste
Chaco. Argentina
Correo electrónico: cristinasotelo4480@gmail.com

Claudina María Hack

Magister en Producción Animal Subtropical (FCV, UNNE)
Instituto Agrotécnico- Universidad Nacional del Nordeste
Chaco. Argentina
Correo electrónico: cmhack@agr.unne.edu.ar

Germán Luis Pérez

Especialista en Fertilización y Fertilidad de suelos de la UBA
Instituto Agrotécnico - Universidad Nacional del Nordeste
Chaco. Argentina
Correo electrónico: glp@comunidad.unne.edu.ar

Carnicer Sebastian

Magister en Producción Vegetal (FCA, UNNE)
Instituto Agrotécnico- Universidad Nacional del Nordeste
Chaco. Argentina
Correo electrónico: sebastiancarnicer1@hotmail.com

Porta Miriam

Magister en Producción Animal Subtropical (FCV, UNNE)
Instituto Agrotécnico- Universidad Nacional del Nordeste
Chaco. Argentina
Correo electrónico: miriam.porta@agr.unne.edu.ar

RESUMEN

La provincia de Chaco, Argentina, enfrenta la necesidad de optimizar su oferta forrajera durante el período invernal. Para esto se evaluó el efecto de distintos biofertilizantes sobre el rendimiento de biomasa y el contenido de fósforo foliar en *Melilotus alba*, una leguminosa forrajera con potencial para mejorar la oferta invernal en sistemas ganaderos. El ensayo se realizó en invernáculo, utilizando suelo agrícola no esterilizado y aplicando tratamientos con rizobios (*Ensifer meliloti*), *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* y hongos micorrícicos arbusculares (*Rhizophagus irregularis*), individualmente y en combinación. Se evaluaron cuatro tratamientos: testigo (T); rizobios (R); rizobios + micorrizas + *Pseudomonas* (RMP); y rizobios + *Bacillus* (RBc).

Los resultados mostraron que todos los tratamientos con bioinoculantes aumentaron significativamente la producción de biomasa respecto al testigo en el primer corte, destacándose R por su mayor rendimiento inicial. En el segundo corte no se observaron diferencias significativas, aunque al considerar la biomasa acumulada total, los tratamientos inoculados mantuvieron ventajas sobre el control. El contenido de fósforo foliar no presentó variaciones significativas entre tratamientos, probablemente debido a una alta disponibilidad del nutriente en el suelo o a la acción de micorrizas nativas. Estos resultados confirman el beneficio de los bioinoculantes en el crecimiento inicial de *M. alba* y su potencial para promover sistemas agrícolas más sostenibles. Sin embargo, la variabilidad observada entre combinaciones microbianas y su efecto en diferentes momentos del cultivo evidencia la necesidad de seguir investigando las interacciones entre plantas y microorganismos.

Palabras clave: rizobios, micorrizas, microorganismos, forrajeras

RESUMO

A província do Chaco, Argentina, enfrenta a necessidade de otimizar sua oferta de forragem durante o período de inverno. Para isso, foi avaliado o efeito de diferentes biofertilizantes sobre o rendimento de biomassa e o teor de fósforo foliar em *Melilotus alba*, uma leguminosa forrageira com potencial para melhorar a oferta invernal em sistemas pecuários.

O experimento foi conduzido em estufa, utilizando solo agrícola não esterilizado e aplicando tratamentos com rizóbios (*Ensifer meliloti*), *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* e fungos micorrízicos arbusculares (*Rhizophagus irregularis*), isoladamente e em combinação. Foram avaliados quatro tratamentos: controle (T); rizóbios (R); rizóbios + micorrizas + *Pseudomonas* (RMP); e rizóbios + *Bacillus* (RBc).

Os resultados mostraram que todos os tratamentos com bioinoculantes aumentaram significativamente a produção de biomassa em comparação com o controle no primeiro corte, destacando-se o tratamento R pelo maior rendimento inicial. No segundo corte, não foram observadas diferenças significativas, embora, ao considerar a biomassa total acumulada, os tratamentos inoculados tenham mantido vantagem sobre o controle. O teor de fósforo foliar não apresentou variações significativas entre os tratamentos, possivelmente devido à alta disponibilidade do nutriente no solo ou à ação de micorrizas nativas.

Esses resultados confirmam o benefício dos bioinoculantes no crescimento inicial de *M. alba* e seu potencial para promover sistemas agrícolas mais sustentáveis. No entanto, a variabilidade observada entre as combinações microbianas e seus efeitos em diferentes momentos do cultivo evidenciam a necessidade de continuar investigando as interações entre plantas e microorganismos.

Palavras-chave: rizóbios, micorrizas, microorganismos, forrageiras

ABSTRACT

The province of Chaco, Argentina, faces the need to optimize its forage supply during the winter period. To address this, the effect of various biofertilizers on biomass yield and foliar phosphorus content in *Melilotus alba*, a forage legume with potential to improve winter supply in livestock systems, was evaluated.

The experiment was conducted in a greenhouse using non-sterilized agricultural soil and applying treatments with rhizobia (*Ensifer meliloti*), *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, and arbuscular mycorrhizal fungi (*Rhizophagus irregularis*), individually and in combination. Four treatments were evaluated: control (T); rhizobia (R); rhizobia + mycorrhizae + *Pseudomonas* (RMP); and rhizobia + *Bacillus* (RBc).

The results showed that all treatments with bioinoculants significantly increased biomass production compared to the control in the first harvest, with R standing out for its higher initial yield. In the second harvest, no significant differences were observed, although when considering total accumulated biomass, the inoculated treatments maintained advantages over the control. Foliar phosphorus content showed no significant variation among treatments, likely due to high nutrient availability in the soil or the activity of native mycorrhizae.

These findings confirm the benefit of bioinoculants in the early growth of *M. alba* and their potential to promote more sustainable agricultural systems. However, the variability observed among microbial combinations and their effects at different crop stages highlights the need for further research on plant-microorganism interactions.

Keywords: rhizobia, mycorrhizae, microorganisms, forage crops

1 INTRODUCCIÓN

La productividad agrícola sostenible y la resiliencia de los cultivos frente a los desafíos ambientales son metas fundamentales en la agricultura moderna. La alimentación de los rumiantes en el subtrópico se basa mayormente en la utilización de pastos nativos como fuente de nutrientes. En el nordeste argentino (NEA) los campos naturales constituyen el principal recurso forrajero para la ganadería y en menor medida las pasturas implantadas (Pizzio et al., 2021). Una característica de estos pastizales es que están compuestos por especies megatérmicas con alta capacidad fotosintética (C4) y crecimiento estival. La tasa de crecimiento de las especies dominantes disminuye en otoño e invierno, asociado a una baja calidad nutritiva, bajo porcentaje de proteína y alto contenido de pared celular lignificada (Porta et al., 2020). En este contexto, la provincia de Chaco, Argentina, enfrenta la necesidad de optimizar su oferta forrajera durante el período invernal, crítico para la ganadería. La implementación de especies como *Melilotus alba*, una fabácea con potencial para mejorar la producción forrajera y ofrecer beneficios como cultivo de servicio y melífero, emerge como una estrategia prometedora. Para maximizar su rendimiento de forma ecológica y sostenible, resulta esencial buscar alternativas a los insumos agrícolas tradicionales. Los microorganismos promotores del crecimiento vegetal (MPCV) representan una herramienta biotecnológica clave para reducir la dependencia de fertilizantes sintéticos y agroquímicos, fomentando prácticas más amigables con la salud del suelo y el ambiente (González y Fuentes, 2017). Dentro de este grupo, los hongos

micorrízicos arbusculares (HMA) y los rizobios son particularmente relevantes para las fabáceas. Sus interacciones simbióticas han demostrado consistentemente la capacidad de incrementar la absorción de fósforo (P) y nitrógeno (N), mejorar la fijación biológica de nitrógeno (FBN) y aumentar la producción de biomasa vegetal (Keymer et al., 2017; Jiang et al., 2017; Brundrett y Tedersoo, 2018; Gong y Xin, 2021). Si bien las interacciones entre HMA, rizobios y otras rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal suelen manifestar efectos sinérgicos, antagónicos o aditivos en las plantas (Afkhami et al., 2020; Primieri et al., 2021), el conocimiento sobre estas complejas relaciones aún es limitado. Estudios previos han revelado que la coinoculación de HMA y *Bacillus amyloliquefaciens* puede modificar la arquitectura radical y el área foliar en *Elaeagnus angustifolia* L. y (Pan et al., 2020). Asimismo, la combinación de HMA y rizobios ha mejorado la absorción de nutrientes en leguminosas (Tavasolee et al., 2011) y la productividad en especies como *Panicum virgatum* (Bauer et al., 2012). De manera similar, la coinoculación de rizobios y MPCV ha promovido la producción de rendimiento y la nodulación en el frijol común, facilitando la acumulación de nitrógeno y el peso de granos (de Souza y Ferreira, 2017; Filipini et al., 2021). Dentro de este marco, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de diferentes biofertilizantes, tanto de forma individual como combinada, sobre el rendimiento de materia seca y el contenido de fósforo foliar de *M. alba*. Se busca así generar conocimiento que contribuya a optimizar las estrategias de inoculación en esta especie de interés forrajero, impulsando sistemas agrícolas más sostenibles y productivos en la región.

2 MARCO TEÓRICO

M. alba es una leguminosa forrajera clave para mejorar la oferta invernal en el Chaco-Argentina, valorada por su adaptabilidad y valor nutricional (Xie et al., 2021; Guo et al., 2022). Para potenciar el cultivo de forma sostenible, la biofertilización es esencial, dado que los microorganismos del suelo son vitales para la productividad y resistencia vegetal, actuando como agentes biológicos que facilitan el crecimiento, la asimilación de nutrientes y la descomposición de materia orgánica (Nadeem et al., 2014; Berg et al., 2016; Goldford et al., 2018). Para *Melilotus*, los rizobios específicos como *Ensifer meliloti* son cruciales, y la presencia de cepas ineficientes resalta la necesidad de una selección cuidadosa (Ballard y Peck, 2021). Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal como *Bacillus* y *Pseudomonas* mejoran el crecimiento, la absorción de nutrientes, la tolerancia al estrés mediante la producción de fitohormonas y, en algunos casos, la fijación de nitrógeno (Vejan et al., 2016; Jayakumar et al., 2020; Routray et al., 2021). La interacción entre estos microorganismos es compleja, se han documentado sinergias que mejoran la absorción de nutrientes, la biomasa y la nodulación en varias leguminosas. Sin embargo, también

existen reportes de impactos limitados en ciertos casos lo que sugiere que los efectos de las inoculaciones combinadas no son universalmente positivos y dependen de la especie vegetal, las cepas microbianas y las condiciones ambientales (de Souza y Ferreira 2017; Hack et al. 2019; Pan et al. 2020; Xie et al. 2020; Filipini et al. 2021; El-Sawah et al. 2021). A pesar de los avances, en la dinámica de las simbiosis multipartitas (HMA-rizobios-PGPR) en leguminosas hay varios interrogantes que resolver.

3 METODOLOGÍA

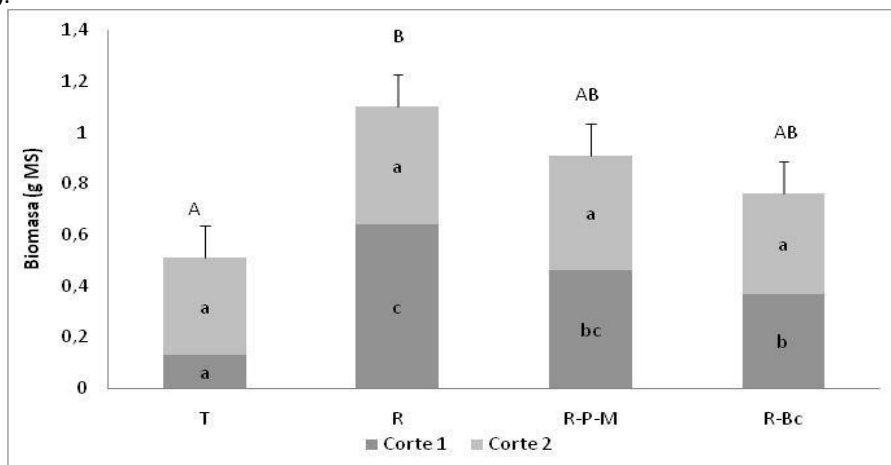
El ensayo se realizó en invernáculo bajo cobertura, en el Instituto Agrotécnico Pedro M. Fuentes Godo de la Universidad Nacional del Nordeste, en la ciudad de Resistencia, Chaco, Argentina. Se utilizó suelo de un lote agrícola de la localidad de Colonia Benítez (Chaco), con 36,2 ppm de fósforo (P), 0,61% de carbono orgánico (CO) y 0,1% de nitrógeno total (Nt). Se emplearon macetas de 1,2 kg de capacidad, con suelo sin esterilizar. Antes de la siembra se inocularon las semillas de *M. alba* con productos comerciales a base de *Bacillus subtilis* (1×10^9 UCF/ml), *Ensifer melilotus* (1×10^9 UCF/ml) y esporas de *Rhizophagus irregularis* (5×10^5 esporas/ml) + *Pseudomonas fluorescens* 5×10^6 UFC/ml). Luego de la germinación se dejaron cuatro plantas por maceta para las evaluaciones. Los tratamientos fueron: Testigo (T); Rizobios (R); Rizobios + Pseudomonas + Micorrizas (RPM); Rizobios + Bacillus (RBc). El diseño fue completamente al azar con cuatro repeticiones. A los 50 y 85 días desde la siembra se realizaron cortes a 5 cm de altura, para determinar materia seca (MS). Del material foliar se analizó el contenido de fósforo con el método colorimétrico de Murphy-Riley. Los datos fueron sometidos a ANOVA y las diferencias entre medias se probaron mediante el test de Duncan ($p \leq 0,05$) con el software Infostat 2022.

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el primer corte se observaron diferencias significativas en la biomasa entre el tratamiento testigo, que fue el de menor producción, y los tratamientos inoculados. Entre estos últimos, el tratamiento R presentó la mayor producción inicial y se diferenció estadísticamente del tratamiento RBc ($p < 0,05$). El tratamiento RPM tuvo un rendimiento intermedio sin diferencias significativas respecto a R ni a RBc. Los resultados obtenidos evidencian la efectividad de la biofertilización en el establecimiento temprano de *M. alba*. Si bien al inicio se observaron diferencias marcadas, en el segundo corte las mismas no resultaron estadísticamente significativas. Este comportamiento podría explicarse por una convergencia en las tasas de crecimiento a medida que avanza el ciclo del cultivo o por disminución en la efectividad de los inoculantes en etapas posteriores. Sin embargo, al considerar la biomasa seca total, los tratamientos con bioinoculantes mantuvieron una diferencia

significativa respecto al testigo ($p < 0,05$), lo que resalta el beneficio general de la inoculación microbiana sobre la producción acumulada de *M. alba* (Figura 1).

Figura 1. Producción de biomasa de *M. alba* con el agregado de biofertilizantes (R= rizobios; RPM= Rizobios+ Pseudomonas +Micorrizas; RBc= Rizobios+Bacillus). Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para cada corte. Letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas en la biomasa total (suma de ambos cortes).



Estos hallazgos son consistentes con la literatura que destaca el papel crucial de los bioinoculantes en la mejora del rendimiento de las leguminosas. De manera similar, Yu et al. (2023) investigaron los efectos de la biofertilización en *Medicago ruthenica* L., una leguminosa con atributos agronómicos similares a *M. alba*. Sus estudios revelaron que las inoculaciones con HMA y *Rhizobium*, en forma individual o combinada, condujeron a mejoras significativas en la biomasa total de las plantas, el diámetro del tallo, la altura y el área superficial de las raíces. Esto es fundamental, ya que una mayor área superficial de la raíz potencia la capacidad de las plantas huésped para absorber nutrientes y agua, lo que directamente se traduce en un mejor crecimiento y rendimiento. Un punto de convergencia relevante es el impacto de las inoculaciones múltiples. Yu et al. (2023) encontraron que la combinación de HMA, *Rhizobium* y *Bacillus* incrementó notablemente la longitud y el área superficial de la raíz, superando incluso a las inoculaciones duales de *Rhizobium* y *Bacillus*. Esta observación sugiere que la presencia de HMA puede desempeñar un rol regulador clave en el desarrollo de la planta dentro de complejas interacciones microbianas, maximizando los beneficios de la simbiosis. En nuestro estudio, la tendencia hacia una mayor producción inicial en el tratamiento RPM (que incluye HMA y Rizobios) en comparación con RBc (que incluye *Rhizobios* y *Bacillus*) podría, aunque no se analizó la morfología radical, reflejar una sinergia similar mediada por los HMA.

Sin embargo, el estudio de Yu et al. (2023) también arrojó una observación interesante: la efectividad de *Bacillus* podría ser limitada en simbiosis triples que involucren a los tres

microorganismos. Esto plantea la necesidad de una comprensión más profunda sobre cómo los diferentes microorganismos interactúan en consorcios complejos y cómo estas interacciones pueden variar según las especies de plantas y las cepas microbianas específicas. Nuestros datos, donde el tratamiento RBc no fue estadísticamente superior a otros tratamientos con bioinoculantes en la biomasa total, podrían apoyar tangencialmente la idea de que la contribución de *Bacillus* en simbiosis múltiples podría no ser siempre sinérgica, especialmente cuando otros microorganismos como HMA están presentes.

Existen antecedentes que indican que en ciertas condiciones, la inoculación combinada de HMA y *Rhizobium* puede tener efecto sinérgico en el crecimiento de algunas leguminosas, al potenciar la absorción de P y la fijación de N (Hack et al., 2019, Xie et al., 2020; El-Sawah et al., 2021). No obstante, a pesar de estos hallazgos prometedores, existen evidencias que sugieren impactos limitados de ciertas combinaciones de HMA y *Rhizobium* en el crecimiento de nódulos, la nutrición de las plantas y la fijación de nitrógeno en cultivos como el frijol común (Ide Franzini et al. 2010). Esta variabilidad en los resultados subraya la necesidad de una comprensión más profunda sobre las interacciones entre HMA, *Rhizobium* y RPCV en leguminosas específicas.

Si bien se evidenció un incremento en la biomasa, el contenido de P en planta no varió en respuesta al agregado de los inoculantes. La concentración de P foliar fue similar en todos los tratamientos, tanto en el primer corte como en el segundo (Tabla 1).

Tabla 1. Concentración de P foliar (g P.kg⁻¹ de MS en *M. alba* con el agregado de biofertilizantes).

	Corte 1		Corte 2	
T	0,18	a	0,23	a
R	0,19	a	0,23	a
RPM	0,20	a	0,26	a
RBc	0,18	a	0,27	a
E.E.	0,001		0,01	

5 CONCLUSIÓN

Los microorganismos evaluados promovieron el crecimiento inicial de *M. alba*, con un incremento en la producción total de biomasa, principalmente como efecto de la inoculación con rizobios (R) que mostraron una eficiencia superior. El análisis de la biomasa seca total confirmó un efecto acumulativo favorable asociado al uso de bioinoculantes. En cuanto a la concentración de fósforo foliar, no hubo respuesta a los inoculantes. Para evaluar con mayor precisión la eficacia específica del inoculante micorrícico, sería necesario realizar ensayos bajo condiciones controladas, como con sustratos previamente tinalizados. Consecuentemente, al estudiar las interacciones

planta-microorganismo, debemos prestar mayor atención a la complejidad y las asociaciones de las simbiosis múltiples.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al equipo técnico de laboratorio del Instituto Agrotécnico Pedro M. Fuentes Godo y a la Secretaria General de Ciencia y Técnica – UNNE, por financiar el PI 20A005: “Estrategias para incrementar la producción sustentable de sistemas ganaderos del NEA”.

REFERENCIAS

- Afkhami, M. E., Almeida, B. K., Hernandez, D. J., Kieseewetter, K. N., & Revillini, D. P. (2020). Tripartite mutualisms as models for understanding plant–microbial interactions. *Current Opinion in Plant Biology*, 56, 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2020.02.003>
- Ballard, R.A., & Peck, D.M. (2021). Sensitivity of the messina (*Melilotus siculus*)–*Sinorhizobium medicae* symbiosis to low pH. *Crop and Pasture Science*, 72(9), 754–761. <https://doi.org/10.1071/CP20292>.
- Bauer, J.T., Kleczewski, N.M., Bever, J.D., Clay, K., & Reynolds, H.L. (2012). Nitrogen-fixing bacteria, arbuscular mycorrhizal fungi, and the productivity and structure of prairie grassland communities. *Oecologia*, 170(4), 1089–1098. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2363-3>.
- Berg, G., Rybakova, D., Grube, M., & Köberl, M. (2016). The plant microbiome explored: Implications for experimental botany. *Journal of Experimental Botany*, 67(12), 995–1002. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv466>.
- Brundrett, M.C., & Tedersoo, L. (2018). Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. *New Phytologist*, 220(4), 1108–1115. <https://doi.org/10.1111/nph.14976>.
- de Souza, J.E.B., & Ferreira, E.P.B. (2017). Improving sustainability of common bean production systems by co-inoculating rhizobia and azospirilla. *Agricultural Systems*, 237, 250–257. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.12.040>.
- El-Sawah, A. M., El-Keblawy, A., Ali, D. F. I., Ibrahim, H. M., El-Sheikh, M. A., Sharma, A., Alhaj Hamoud, Y., Shaghaleh, H., Brestič, M., Skalický, M., Xiong, Y.-C., & Sheteiwy, M. S. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria enhance soil key enzymes, plant growth, seed yield, and qualitative attributes of guar. *Agriculture*, 11(3), 194. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030194>
- Filipini, L.D., Pilatti, F.K., Meyer, E., Ventura, B.S., Lourenzi, C.R., & Lovato, P.E. (2021). Application of *Azospirillum* on seeds and leaves, associated with *Rhizobium* inoculation, increases growth and yield of common bean. *Archives of Microbiology*, 203(7), 1033–1038. <https://doi.org/10.1007/s00203-020-02092-7>.
- Goldford, J.E., Lu, N., Bajić, D., Estrela, S., Tikhonov, M., Gorostiaga, A.S., Segre, D., Mehta, P., & Sanchez, A. (2018). Emergent simplicity in microbial community assembly. *Science*, 361(6401), 469–474. <https://doi.org/10.1126/science.aat1168>.
- Gong, T., & Xin, X.F. (2021). Phyllosphere microbiota: community dynamics and its interaction with plant hosts. *Journal of Integrative Plant Biology*, 63(3), 297–304. <https://doi.org/10.1111/jipb.13060>.
- González, H., & Fuentes, N. (2017). Mecanismo de acción de cinco microorganismos promotores de crecimiento vegetal. *Revista de Ciencias Agrarias*, 34(1), 17–31.
- Guo, M. W., Zhu, L., Li, H.Y., Liu, W.P., Wu, Z.N., Wang, C.H., Liu, L., Li, Z.Y., & Li, J. (2022). Mechanism of pod shattering in the forage legume *Medicago ruthenica*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 185, 260–267. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2022.06.013>.
- Hack, C.M., Porta, M., Schäufele, R., & Grimoldi, A.A. (2018). Arbuscular mycorrhiza mediated effects on growth, mineral nutrition and biological nitrogen fixation of *Melilotus alba* Med. in a

subtropical grassland soil. *Applied Soil Ecology*, 134, 38–44.
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.10.008>

Ide Franzini V, Azcón R, Latanze Mendes F, Aroca R (2010) Interactions between *Glomus* species and *Rhizobium* strains affect the nutritional physiology of drought-stressed legume hosts. *J Plant Physiol* 167:614–619. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.11.010>

Jayakumar, A., Krishna, A., Nair, I. C., & Radhakrishnan, E. K. (2020). Drought-tolerant and plant growth-promoting endophytic *Staphylococcus* sp. having synergistic effect with silicate supplementation. *Archives of Microbiology*, 202(7), 1899–1906. <https://doi.org/10.1007/s00203-020-01911-1>

Jiang, Y., Wang, W., Xie, Q., Liu, N., Liu, L., Wang, D., Zhang, X., Yang, C., Chen, X.-Y., Tang, D., & Wang, E. (2017). Plants transfer lipids to sustain colonization by mutualistic mycorrhizal and parasitic fungi. *Science*, 356(6343), 1172–1175. <https://doi.org/10.1126/science.aam9970>

Keymer, A., Pimprakar, P., Wewer, V., Huber, C., Brands, M., Bucerius, S.L., Delaux, P.M., Klingl, V., Röpenack-Lahaye, E.V., Wang, T.L., Eisenreich, W., Dörmann, P., Parniske, M., & Gutjahr, C. (2017). Lipid transfer from plants to arbuscular mycorrhiza fungi. *eLife*, 6. <https://doi.org/10.7554/eLife.29107>.

Nadeem, S.M., Ahmad, M., Zahir, Z.A., Javaid, A., & Ashraf, M. (2014). The role of mycorrhizae and plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) in improving crop productivity under stressful environments. *Biotechnology Advances*, 32(3), 429–448. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.12.005>.

Pan, J., Huang, C., Peng, F., Zhang, W.J., Luo, J., Ma, S.X., & Xue, X. (2020). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and plant growth-promoting bacteria (PGPR) inoculations on *Elaeagnus angustifolia* L. in saline soil. *Applied Sciences*, 10(3), 945. <https://doi.org/10.3390/app10030945>.

Pizzio, R.M., Bendersky, D., Barbera, P., & Maidana, C.E. (2021). *Caracterización y manejo de los pastizales correntinos*. Ediciones INTA. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/8899>

Porta, M., Burgos, A. M., Castelán, M. E., & Hack, C. M. (2020). Uso forrajero del follaje de yuca: un cambio de paradigma productivo para un cultivo tradicional del NEA. *Revista Agrotecnia*, 29, 50–54. <https://doi.org/10.30972/agr.0294520>.

Primieri, S., Santos, J. C. P., & Antunes, P. M. (2021). Nodule-associated bacteria alter the mutualism between arbuscular mycorrhizal fungi and N₂-fixing bacteria. *Soil Biology and Biochemistry*, 154, 108149. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2021.108149>.

Routray, S., Kumari, S., Borah, B., Shelat, H., Solanki, J. P., & Khanna, V. (2021). A review on rhizobia and PGPRs interactions in legumes. *Pharma Innovation Journal*, 7(6), 1448–1457.

Tavasolee, A., Nasser, A., Gholamreza, S., & Mardi, M. (2011). Interactive effects of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobial strains on chickpea growth and nutrient content in plant. *African Journal of Biotechnology*, 10(39), 7585–7591. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5765-6_26.

Vejan, P., Abdullah, R., Khadiran, T., Ismail, S., & Nasrulhaq, B.A. (2016). Role of plant growth promoting rhizobacteria in agricultural sustainability: A review. *Molecules*, 21(5), 573. <https://doi.org/10.3390/molecules21050573>.

Xie, J.X., Liang, B.C., Li, Z.R., Ji, Z.K., Ou, W.Y., Liu, H., Wang, H.C., & Kazhuocairang, H.Z.Q. (2021). Characteristics of complete chloroplast genome of a high-quality forage on Qinghai-Tibet

Plateau, *Medicago archiducis-nicolai* Sirj. (Fabaceae: Trifolieae). *Mitochondrial DNA Part B: Resources*, 6(1), 217–219. <https://doi.org/10.1080/23802359.2020.1861558>.

Xie, M. M., Zou, Y. N., Wu, Q. S., & Zhang, Z. Z. (2020). Single or dual inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobia regulates plant growth and nitrogen acquisition in white clover. *Plant Soil and Environment*, 66(6), 287–294. <https://doi.org/10.17221/234/2020-PSE>.

Yu, L., Zhang, H., Zhang, W., & Song, L. (2023). Arbuscular mycorrhizal fungi alter the interaction effects between *Bacillus* and *Rhizobium* on root morphological traits of *Medicago ruthenica* L. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 23(2), 2868–2877. <https://doi.org/10.1007/s42729-023-01242-2>