



ATN_RF-16926-RG. Intensificación sostenible de sistemas ganaderos con leguminosas: plataforma de cooperación Latinoamericana y del Caribe

Producto 7.1. Publicaciones. Fijación biológica de nitrógeno en pastizales mejorados con leguminosas.

Romina Romaniuk, Fernadno Lattanzio y Bruno Alves

2024



Ministry for Primary Industries
Manatū Ahu Matua



FONTAGRO



Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Romina Romaniuk, investigadora del INTA Argentina, con la información aportada por Fernando Lattanzi, investigador de INIA Uruguay, y Bruno Alves, investigador de EMBRAPA Brasil.

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org



Tabla de Contenidos

Resúmen y palabras claves.....	4
Astract.....	4
Capítulo 1. Maximizing Nitrogen Fixation in Legumes as a Tool for Sustainable Agriculture Intensification	5
Capítulo 2. Bradyrhizobium occurrence in nodules of perennial horsegram.....	7
Capítulo 3. Maximizing Nitrogen Fixation in Legumes as a Tool for Sustainable Agriculture Intensification. Volume II.	¡Error! Marcador no definido.
Capítulo 4. Balancing nitrogen at the farm gate: Economic-environmental sustainability trade-off in pastoral dairy systems of Uruguay	11
Instituciones participantes.....	13



RESUMEN

Dentro de la actividad 2.1, correspondiente al componente 2 del proyecto, se buscó evaluar la variabilidad que tienen las leguminosas forrajeras en cuanto a la fijación biológica de nitrógeno (FBN) en diversos sistemas pastoriles de los países que forman parte del proyecto. En base a ello y atendiendo las estrategias de comunicación del proyecto, se han generado diversas publicaciones con los resultados obtenidos en revistas indexadas, que permitan extender y difundir los principales hallazgos a la comunidad científica internacional.

Al momento se han publicado cuatro artículos en la temática indicada en revistas indexadas, de las cuales participaron investigadores de Brasil y Uruguay vinculados al proyecto. Cabe mencionar que aún están en proceso de elaboración otras publicaciones con datos de Argentina, Paraguay y Ecuador. A continuación, se presentan los lineamientos principales de cada uno de los artículos publicados durante los años 2021, 2022 y 2024.

PALABRAS CLAVE: fijación biológica de nitrógeno, leguminosas, estrategia de disseminación de conocimiento, divulgación

ABSTARCT

Within activity 2.1, corresponding to component 2, the countries that are part of the project evaluated the variability that forage legumes in terms of biological nitrogen fixation (BNF) in various pastoral systems. Based on this results and taking into account the project's communication strategies, various publications have been generated with the results obtained in indexed journals, which allow the main findings to be extended and disseminated to the international scientific community.

To date, four articles have been published on the indicated topic in indexed journals, with the participation of researchers from Brazil and Uruguay linked to the project. It is worth mentioning that other publications with data from Argentina, Paraguay and Ecuador are still in elaboration. Below are the main guidelines of each of the articles published during the years 2021, 2022 and 2024.

KEYWORDS: biological nitrogen fixation, legumes, knowledge dissemination strategy, dissemination



CAPÍTULO 1. MAXIMIZING NITROGEN FIXATION IN LEGUMES AS A TOOL FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE INTENSIFICATION

Título	Editorial: Maximizing Nitrogen Fixation in Legumes as a Tool for Sustainable Agriculture Intensification
Autores	Irisarri P., Imperial J., Lattanzi F.A., Monza J., Palacios J., Sanjuan J. and Grossman J.
Año de publicación	2021
Revista	Frontiers in agronomy
Estado	PUBLICADO
Tipo de acceso	Revista de acceso libre
Link	https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fagro.2021.796717/full
Citación	Irisarri P, Imperial J, Lattanzi FA, Monza J, Palacios J, Sanjuan J and Grossman J (2021) Editorial: Maximizing Nitrogen Fixation in Legumes as a Tool for Sustainable Agriculture Intensification. <i>Front. Agron.</i> 3:796717. doi: 10.3389/fagro.2021.796717
Resumen	En este artículo los autores expresan la importancia de la fijación biológica de nitrógeno como herramienta para la producción agropecuaria sustentable y explican algunos de los mecanismos que regulan el proceso de fijación.



Editorial: Maximizing Nitrogen Fixation in Legumes as a Tool for Sustainable Agriculture Intensification

Pilar Iturrí^{1*}, Juan Imperial², Fernando A. Lattanzi³, Jorge Monza⁴, Jose Palacios⁵, Juan Sanjuan⁶ and Julio Grossman⁶

¹Department of Biología Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay; ²Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, Spain; ³Programa Pasturas y Forrajes, Estación Experimental INIA La Estación, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Colonia, Uruguay; ⁴Department of Biotechnology-Plant Biology, CIGEP UFM-INIA, IITSAAR, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain; ⁵Department of Soil Microbiology and Symbiotic Systems, Estación Experimental de Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Granada, Spain; ⁶Department of Horticultural Science, University of Minnesota Twin Cities, St. Paul, MN, United States

Keywords: biological nitrogen fixation, inoculants, symbiosis, rhizobia, legumes

Editorial on the Research Topic

Maximizing Nitrogen Fixation in Legumes as a Tool for Sustainable Agriculture Intensification

Today's agricultural systems are challenged by providing sufficient food for a growing world population while improving soil and water quality, maintaining farmer profitability (Stephens et al., 2018), and contributing to climate change mitigation (Niles et al., 2018). Nitrogen is an essential nutrient for plant growth and development, and intensification of agricultural systems typically encourages greater use of nitrogen to increase yields. Unfortunately, nitrogen is also directly linked to negative environmental impact via direct (N₂O) and indirect (NH₃) greenhouse gas emissions, ozone depletion (NO), and water pollution (NO₃⁻). Thus, nitrogen must play a central role in the sustainable transformation that global food production faces (Ying et al., 2017).

Most, if not all, agricultural production systems are limited by nitrogen availability, hence the widespread—and increasing—use of fertilizers (Rötting et al., 2018). Fertilizers are a source of nitrogen that is costly, of only moderate efficiency and with a relatively large CO₂ footprint, due to the energy intensity of the synthesis of chemical fertilizers by the Haber-Bosch process. Globally,

OPEN ACCESS

Edited and reviewed by:
Dewey Jones,
Bangor University, United Kingdom

*Correspondence:
Pilar Iturrí
iturr@hgoz.ula.uy

Specialty section:
Soil Science and Plant Nutrition



CAPÍTULO 2. BRADYRHIZOBIUM OCCURRENCE IN NODULES OF PERENNIAL HORSEGRAM

Título	Bradyrhizobium occurrence in nodules of perennial horsegram
Autores	Amaral, M. B., dos Santos Lopes, T., Feder, C. B., Ribeiro, T. G., Pacheco, R. S., Teixeira, T. N., Monteiro, E. C., Ramalho, I. O., Macedo, R. O., Boddey, R. M., Zilli, J. E., & Alves, B. J.
Año de publicación	2022
Revista	Brazilian Journal of Microbiology
Estado	PUBLICADO
Tipo de acceso	Revista de acceso pago
Link	https://link.springer.com/article/10.1007/s42770-022-00821-2
Citación	Amaral, M.B., dos Santos Lopes, T., Feder, C.B. et al. Bradyrhizobium occurrence in nodules of perennial horsegram. Braz J Microbiol 53, 2065–2075 (2022). https://doi.org/10.1007/s42770-022-00821-2
Resumen	La introducción de una leguminosa forrajera en un pasto tropical debería disminuir la necesidad de fertilizantes N, siempre que la fijación biológica de N ₂ (BNF) contribuya lo suficiente para compensar el N exportado. Macrotyloma axillare (caballo perenne) es una leguminosa adecuada para componer pastos mixtos, y nuestra hipótesis es que el aislamiento de los rizobios autóctonos de las raíces y la rizosfera es la forma de lograr un inoculante eficiente para maximizar el BNF de la leguminosa. Se tomaron muestras de nódulos y suelo de rizosfera tomados de M. axillare cultivado en un pasto mixto con pasto empalizada y se usaron en un ensayo de huésped trampa usando frascos Leonard que contenían una mezcla de vermiculita y arena. Inicialmente se aislaron un total de diez bacterias mediante esta técnica. Luego, los aislados se usaron en dos experimentos para evaluar las respuestas de inoculación en el caballo perenne en condiciones de invernadero en las que se midieron la nodulación, el crecimiento de las plantas y la acumulación de N en los brotes.



	<p>Los análisis filogenéticos basados en 16S rRNA y recA ubicaron todas las cepas dentro del género <i>Bradyrhizobium</i>, algunas de ellas no descritas previamente. La mejor cepa aportó más de 120 nódulos y más de 65 mg de nódulos por planta. La cepa BR14182 fue considerada la más prometedora dada la alta acumulación de materia seca y N en los brotes de las plantas. Este estudio proporciona el primer análisis de la diversidad de <i>Bradyrhizobium</i> nodulando <i>M. axillare</i> en Brasil y proporcionó evidencia del papel de la inoculación en el incremento de la simbiosis planta-rizobio en una leguminosa forrajera.</p>
Evidencia	<p>SPRINGER LINK</p> <hr/> <p>Find a journal Publish with us Track your research <input type="text" value="Search"/></p> <p>Home > Brazilian Journal of Microbiology > Article</p> <h2><i>Bradyrhizobium</i> occurrence in nodules of perennial horsegram</h2> <p>Environmental Microbiology – Research Paper Published: 08 September 2022</p> <p>Volume 53, pages 2065–2075, (2022) Cite this article</p> <p>Mayan Blanc Amaral , Tamiris dos Santos Lopes, Caroline Bueno Feder, Thiago Gonçalves Ribeiro, Rafael Sanches Pacheco, Thiago Neves Teixeira, Edevaldo de Castro Monteiro, Israel Oliveira Ramalho, Robert de O. Macedo, Robert M. Boddey, Jerri Edson Zilli & Bruno J. R. Alves</p>



CAPÍTULO 3. MAXIMIZING NITROGEN FIXATION IN LEGUMES AS A TOOL FOR SUSTAINABLE AGRICULTURE INTENSIFICATION. VOLUME II.

Título	Editorial: Maximizing Nitrogen Fixation in Legumes as a Tool for Sustainable Agriculture Intensification. Volume II.
Autores	Del Papa M.F., Delgado M.J., Irisarri P., Lattanzi F.A., Monza J.
Año de publicación	2024
Revista	Frontiers in agronomy
Estado	PUBLICADO
Tipo de acceso	Revista de acceso libre
Link	https://www.frontiersin.org/research-topics/42617/maximizing-nitrogen-fixation-in-legumes-as-a-tool-for-sustainable-agriculture-intensification-volume-ii/magazine
Citación	Del Papa MF, Delgado MJ, Irisarri P, Lattanzi FA and Monza J (2024) Editorial: Maximizing nitrogen fixation in legumes as a tool for sustainable agriculture intensification, volume II. Front. Agron. 6:1387188. doi: 10.3389/fagro.2024.1387188
Resumen	Este trabajo de Investigación complementa/amplia el anterior Volumen I (Irisarri et al., 2021), abordando diferentes enfoques dirigidos hacia la explotación de la simbiosis entre leguminosas y los rizobios como herramienta útil para desarrollar una agricultura más sostenible. La comprensión del proceso fijación biológica de nitrógeno aumentará nuestra capacidad para diseñar agro ecosistemas diversificados y sostenibles a través de la inclusión de leguminosas.



OPEN ACCESS

EDITED AND REVIEWED BY
Davey Jones,
Bangor University, United Kingdom

*CORRESPONDENCE
María Florencia Del Papa
 floppy@biol.unlp.edu.ar

RECEIVED 16 February 2024
ACCEPTED 06 March 2024
PUBLISHED 13 March 2024

CITATION
Del Papa MF, Delgado MJ, Irisarri P,
Lattanzi FA and Monza J (2024) Editorial:
Maximizing nitrogen fixation in legumes
as a tool for sustainable agriculture
intensification, volume II.
Front. Agron. 6:1387188.
doi: 10.3389/fagro.2024.1387188

COPYRIGHT
© 2024 Del Papa, Delgado, Irisarri, Lattanzi and
Monza. This is an open-access article
distributed under the terms of the [Creative
Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). The
use, distribution or reproduction in other
forums is permitted, provided the original
author(s) and the copyright owner(s) are
credited and that the original publication in
this journal is cited, in accordance with

Editorial: Maximizing nitrogen fixation in legumes as a tool for sustainable agriculture intensification, volume II

María Florencia Del Papa^{1*}, María Jesús Delgado², Pilar Irisarri³,
Fernando Alfredo Lattanzi⁴ and Jorge Monza⁵

¹Instituto de Biotecnología y Biología Molecular (IBBM), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Dep. Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Argentina, ²Experimental Station of Zaidín, Spanish National Research Council (CSIC), Granada, Spain, ³Department of Biología Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, ⁴Área de Pasturas y Forrajes, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Colonia, Uruguay

KEYWORDS

biological nitrogen fixation, inoculants, symbiosis, rhizobia, legumes

Editorial on the Research Topic

Maximizing nitrogen fixation in legumes as a tool for sustainable agriculture intensification, volume II



CAPÍTULO 4. BALANCING NITROGEN AT THE FARM GATE: ECONOMIC-ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY TRADE-OFF IN PASTORAL DAIRY SYSTEMS OF URUGUAY

Título	Balancing nitrogen at the farm gate: Economic-environmental sustainability trade-off in pastoral dairy systems of Uruguay
Autores	Stirling S, Lussich F, Ortega G, La Manna A, Pedemonte A, Artagaveytia J, Guidice G, Fariña S, Chilibroste P, Lattanzi, FA.
Año de publicación	2024
Revista	Agrociencia Uruguay
Estado	PUBLICADO
Tipo de acceso	Revista de acceso libre
Link	https://agrocienciauruguay.uy/index.php/agrociencia/article/view/1243/1732
Citación	Stirling S, Lussich F, Ortega G, La Manna A, Pedemonte A, Artagaveytia J, Guidice G, Fariña S, Chilibroste P, Lattanzi, FA. Balancing nitrogen at the farm gate: Economic-environmental sustainability trade-off in pastoral dairy systems of Uruguay. Agrociencia Uruguay [Internet]. 2024 [cited dd mmm yyyy];28(NE1):e1243. Doi: 10.31285/AGRO.28.1243.
Resumen	La lechería uruguaya presenta la oportunidad de mejorar la competitividad en la productividad de leche. Sin embargo, la intensificación aumenta el riesgo de elevar el excedente de nitrógeno (N) y la contaminación ambiental. Este estudio evaluó las entradas y salidas de N predial, N excedente (entrada-salida) y eficiencia de uso de N (NUE=salida/entrada) de 17 sistemas modales (encuestas nacionales 2014–2019), y 6 sistemas intensificados basados en estudios experimentales de alta productividad de leche por hectárea en secano. Los sistemas lecheros actuales mantuvieron un N excedente de 71 kg N ha ⁻¹ entre 2014 y 2019 (rango: 44-97 kg N ha ⁻¹), y mejoraron la



	<p>NUE de 28,3 a 30,5% (rango: 20-35%). De nuestro análisis se destacan tres puntos: (i) el N excedente comparativamente bajo de la lechería uruguaya actual, (ii) las relaciones no lineales entre N excedente y carga animal, consumo de alimento, productividad de la leche e ingreso de capital, y (iii) la contribución desigual entre los sistemas lecheros al excedente nacional de N de la lechería refleja principalmente la disparidad en el tamaño de los predios. Estos hallazgos evidencian la necesidad crucial de entender el destino real de los excedentes de N: lixiviación de nitratos, volatilización de amoníaco, desnitrificación de N₂ o acumulación de N en materia orgánica del suelo. Este es un requisito ineludible para diseñar prácticas y políticas de gestión capaces de optimizar efectivamente la sostenibilidad económica y ambiental de la lechería uruguaya.</p>
Evidencia	 <p>Agrociencia Uruguay 2024 Volume 28 Number NE1 Article e1243 DOI: 10.31285/AGRO.28.1243 ISSN 2730-5066</p> <p>Advances and trends of dairy production in Uruguay</p> <p>Balancing nitrogen at the farm gate: Economic-environmental sustainability trade-off in pastoral dairy systems of Uruguay</p> <p>Stirling, S. ¹; Lussich, F. ^{1,4}; Ortega, G. ²; La Manna, A. ¹; Pedemonte, A. ³; Artagaveytia, J. ³; Guidice, G. ³; Fariña, S. ¹; Chilibroste, P. ²; Lattanzi, F. A. ¹</p> <p>¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Colonia, Uruguay ²Universidad de la República, Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay ³Instituto Nacional de la Leche, Montevideo, Uruguay ⁴University of Tennessee, Department of Biosystems Engineering and Soil Science, Knoxville, USA</p>

INSTITUCIONES PARTICIPANTES



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org