

TEMA DE DEBATE EN ESTE NÚMERO

BIOINSUMOS Y BIOPREPARADOS EN LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

ARTÍCULOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS

Extractos del árbol del paraíso con efecto insecticida y antiviral.

Efectos de la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el crecimiento y rendimiento de frutilla en la localidad de General Rodríguez, Buenos Aires, Argentina.

Experiencia grupal en la elaboración de un biofertilizante para producciones extensivas en Arrecifes.

Revista MDA

Publicación del Ministerio
de Desarrollo Agrario
Provincia de Buenos Aires

ISSN edición impresa 2718- 6652
ISSN en línea 2718- 6660
Vol. 5, N.º 2, septiembre 2024
La Plata, Argentina

INSTITUCIÓN EDITORA

Ministerio de Desarrollo Agrario (MDA)
del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

Impreso en Imprentas del Estado Bonaerense.

Periodicidad trimestral

SEDE EDITORIAL

Av. 51, esquina 12. Torre Gubernamental 1, piso 5to.
Ciudad de La Plata. Provincia de Buenos Aires.
Tel. (0221) 429 – 5341
ediciones.mda@gmail.com
https://www.gba.gob.ar/desarrollo_agrario

Autoridades

GOBERNADOR

Dr. Axel KICILLOF

MINISTRO

Dr. Javier RODRÍGUEZ

Jefe de Gabinete

Abg. Viviana DI MARZIO

Subsecretaria de Agricultura, Ganadería y Pesca

Lic. Carla SEAIN

Subsecretario de Desarrollo Agrario y Calidad Alimentaria

Lic. Cristian AMARILLA

Subsecretario Técnico, Administrativo y Legal

Abg. Leonardo LAGUNA

Staff Revista

Comité Editorial

PRESIDENTE

Javier Rodríguez

VOCALES

Cristian Amarilla

Carla Seain

Viviana Di Marzio

Merino Soto Sainz

Javier Cernadas

Pablo Menéndez Portela

Comité Asesor Científico - Técnico

Natalia Carrasco

Eduardo Lacentre

Alejandro Giaquinta

Julio Hollmann

Ariel Melin

Matías Baïlles

Inti Ganganelli

María De Estrada

Aylin Gollo

Emiliano Pérez

Franco Zabala

Valeria Cataldi

Juan Percaz

Juan Francisco Almada

Equipo Editorial

DIRECTOR

Emiliano Cucciuffo

EDITORA GENERAL

Yanina Zárate

EDITOR ASOCIADO

Cristian Amarilla

SECRETARIA EDITORIAL

Rocío Godoy

ASISTENTES EDITORIALES

Gustavo Ciuffo

Victoria Lucesoli

DISEÑO Y COMUNICACIÓN VISUAL

Jessica Agudo

La Revista MDA es una publicación electrónica trimestral perteneciente al Ministerio de Desarrollo Agrario del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Presenta una sección destinada a propiciar debates de temas de interés para el desarrollo agrario, con foco en sus aspectos sociales, económicos, políticos y culturales. Publica artículos técnicos y científicos de profesionales que integran las Chacras Experimentales y de otras instituciones que conforman el sistema científico y tecnológico provincial y nacional.

Lo expresado por autores, corresponsales o columnistas no necesariamente reflejan el pensamiento del Comité Editorial, de la revista o de su institución editora.

TEMA DE DEBATE

EDITORIAL

4
Editorial
 POR DR. JAVIER RODRÍGUEZ

NOTAS

7
Bioinsumos y biopreparados en la producción agropecuaria: conceptos y marco normativo
 POR RAMÓN CAMPOMANE, GUILLERMINA FERRARIS Y SANTIAGO ARECHAGA

14
Organización estratégica para la transformación
 POR ROBERTO O. RAPELA Y NATALIA CURCIO

17
El poder creciente de los biológicos
 POR FABIO KNELL, JOSÉ MARTÍNEZ Y JUAN CATRACCIA

24
Motores de la transición agroecológica
 POR GUILLERMINA FERRARISA Y SOFÍA CAROLINA BARBIERI

30
Bioinsumos y su incorporación en la matriz sanitaria de los cultivos
 POR GUILLERMO PERUZZI

36
Innovación y sustentabilidad en el sector lechero
 POR GERMÁN CAIRO

41
Mejorar la comunicación sobre manejo de productos biológicos
 POR RAMIRO GARFAGNOLI, MARTÍN TORRES DUGGAN Y ANDRÉS MADIAS

ARTÍCULOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS

45
Uso de modelo de equilibrio químico para predecir precipitación de fósforo como estruvita en digeridos anaeróbicos
 POSE, N.; LUPI, L.; ECHARTE, M.

48
Uso estratégico de abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) para incrementar el número y tamaño de frutos de kiwi (*Actinidia chinensis* var. *deliciosa*)
 DAVID, M. A.; YOMMI, A.; SÁNCHEZ, E.; MARTINEZ, A.; MURILLO, N.; MARCELLÁN, O.; ATELA, O.; PALACIO, M.A.

57
Resultados económicos de bioregeneración de suelos en una rotación trigo/maíz 2da, campaña 2023-2024 en la Chacra Experimental Rojas MDA
 ZABALA, F. A.; SGARBI, C.; ROSSELOT, V.; LAGLER, J. C.

62
Efecto del biopreparado cola de caballo (*Equisetum spp*) sobre el número de esclerocios del hongo *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (1884) en pruebas *in vitro*: ensayo preliminar
 PONCE, N.; GORGA, L.; TERMINIELLO, L.; ROLLERI, J.

68
Efectos de la inoculación con *Trichoderma harzianum* en el crecimiento y rendimiento de frutilla en la localidad de General Rodríguez, Buenos Aires, Argentina
 MORILLO, J. D.; PICCINETTI, C.F.; LATTANZIO, G.

75
Tratamientos de semillas con bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fosfato adaptadas a suelos alcalino-sódicos para la producción de *Lotus tenuis* en la Cuenca del Salado
 SANNAZZARO, A. I.; OTONDO, J.; ANDERSEN, M.; BAILLERES, M.; GUALANO, L.; BISCAYART, J.; BISCAYART, T.; PIECKENSTAIN, F. L.; ESTRELLA, M. J.

81
Experiencia grupal en la elaboración de un biofertilizante para producciones extensivas en Arrecifes
 CONTRERAS, C.; MAGRI, L.; GIZZI, G.; GRAMAGLIA, C.; TORTI, J.

87
Evaluación de la variedad de tomate 'UCO 19 INTA' para uso industrial a pequeña escala en el Cinturón Hortícola de La Plata
 VENTURA, F.T.; PALADINO, I.R.; SÁNCHEZ, E.C.; CASTRO, I.R.; PÉREZ, M.; FILIPPI, M.S.; D'AMICO, M.; GANGANELLI, I.M.

94
Evaluación inicial del Registro de Productores Agroecológicos de provincia de Buenos Aires
 DE PAZ, M.; DUBROVSKY BERENZSTEIN, N.; PERRONE, A.; GARIBALDI, L.

103
Extractos del árbol del paraíso con efecto insecticida y antiviral
 POO, J.I.; ROMEO, F.; ESCORIZA, M.; PEREYRA, S.; DELGADO, S.; GONZÁLEZ ALTAMIRANDA, E.; GERPE, M.; VERNA, A.

RESEÑAS

111
Estación Experimental Gorina MDA: desarrollo de herramientas hacia la producción agroecológica
 POR INTI GANGANELLI

116
8º Simposio Internacional de Biofumigación, Abonos Verdes y Cultivos de Cobertura, San Pedro, Buenos Aires, octubre de 2024
 POR MARIEL MITIDIERY MARCO D'AMICO

Tratamientos de semillas con bacterias fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fosfato adaptadas a suelos alcalino-sódicos para la producción de *Lotus tenuis* en la Cuenca del Salado

SANNAZZARO, A. I.¹; OTONDO, J.²; ANDERSEN, M.²; BAILLERES, M.³; GUALANO, L.⁴; BISCAYART, J.⁵; BISCAYART, T.⁵; PIECKENSTAIN, F. L.⁶; ESTRELLA, M. J.¹

RESUMEN

En la Región Pampeana, la producción ganadera se basa principalmente en el pastoreo directo de pastizales naturales y pasturas, compuestos tanto por gramíneas como por leguminosas. La leguminosa *Lotus tenuis* es un componente fundamental de las pasturas producidas en la Cuenca del Salado por su aporte a la calidad nutricional del forraje destinado al ganado vacuno (Rubio *et al.*, 2019). Esta leguminosa establece una asociación simbiótica mutualista con bacterias conocidas como rizobios. Este proceso es altamente dependiente de la disponibilidad de fósforo en el suelo (Santachiara y col., 2019). El objetivo de este estudio consistió en evaluar a campo, en un suelo alcalino sódico, la capacidad de diferentes combinaciones de rizobios y bacterias solubilizadoras de fosfato para mejorar la producción de forraje de *L. tenuis*. El ensayo se realizó en la Chacra Experimental de Chascomús de Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires (MDA) en un suelo alcalino sódico. El diseño experimental incluyó el análisis de los efectos de cuatro cepas de bacterias solubilizadoras de fosfato y un control sin bacterias solubilizadoras. Además, se analizó el efecto de la fertilización con fósforo (100 kg/ha de superfosfato triple), usando un control sin fertilización. Por otro lado, se analizó el efecto de dos cepas de rizobios. La combinación de todos los niveles de los factores antedichos (rizobios, bacterias solubilizadoras de fosfato y fertilización fosforada) resultó en un total de 20 tratamientos. El diseño del ensayo fue en bloques al azar con tres repeticiones de cada tratamiento. Se realizaron dos cortes a los siete y doce meses post siembra y se determinó la producción de forraje (kg de materia seca/ha).

Palabras Clave: *Lotus tenuis*; rizobios, fósforo, fertilización.

¹ Laboratorio de Microbiología del Suelo, Instituto Tecnológico de Chascomús, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de San Martín (INTECH-CONICET-UNSAM), Cam. Circunvalación Km. 8,2, B7130 Chascomús, provincia de Buenos Aires.

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Agencia de Extensión Rural (AER) Chascomús (EEA Cuenca del Salado), Mitre 202, 7130 Chascomús, provincia de Buenos Aires.

³ Chacra Experimental Chascomús, Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires (MDA), (7130), Chascomús, provincia de Buenos Aires.

⁴ Laboratorio de Fisiología de Plantas, Instituto Tecnológico de Chascomús, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de San Martín (INTECH- CONICET-UNSAM), Av. Intendente Marino KM 8.2, (7130), Chascomús, provincia de Buenos Aires, Argentina.

⁵ Semillas Biscayart S.A. RP32, (2700) Pergamino, provincia de Buenos Aires.

⁶ Laboratorio de Interacciones Planta-Microorganismo, Instituto Tecnológico de Chascomús, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de San Martín (INTECH- CONICET-UNSAM), Cam. Circunvalación Km. 8,2, B7130 Chascomús, provincia de Buenos Aires.

ABSTRACT

In the Pampas Region, livestock production is mainly based on the direct grazing of natural pastures and pastures, composed of both grasses and legumes. The legume *Lotus tenuis* is a fundamental component of the pastures produced in the Salado Basin due to its contribution to the nutritional quality of forage for cattle (Rubio et al., 2019). This legume establishes a mutualistic symbiotic association with bacteria known as rhizobia. This process is highly dependent on the availability of phosphorus in the soil (Santachiara et al., 2019). The objective of this study was to evaluate in the field, in a sodium alkaline soil, the ability of different combinations of rhizobia and phosphate solubilizing bacteria to improve the production of *L. tenuis* forage. The trial was carried out in the Chascomús Experimental Farm of the Ministry of Agrarian Development of the province of Buenos Aires (MDA) in a sodium alkaline soil. The experimental design included analysis of the effects of four strains of phosphate-solubilizing bacteria and a control without solubilizing bacteria. In addition, the effect of phosphorus fertilization (100 kg/ha of triple superphosphate) was analyzed, using a control without fertilization. On the other hand, the effect of two strains of rhizobia was analyzed. The combination of all levels of the above factors (rhizobia, phosphate solubilizing bacteria and phosphorus fertilization) resulted in a total of 20 treatments. The trial design was randomized blocks with three replications of each treatment. Two cuts were made at seven and twelve months after sowing and forage production (kg of dry matter/ha) was determined.

Keywords: *Lotus tenuis*; rhizobia, phosphorus, fertilization.

INTRODUCCIÓN

En la Región Pampeana, la producción ganadera se basa principalmente en el pastoreo directo de pastizales naturales y pasturas, compuestos tanto por gramíneas como por leguminosas. Las deficiencias nutricionales que presentan los suelos destinados a la ganadería en esta región, principalmente en los niveles de fósforo y nitrógeno, son los principales factores limitantes de la producción de forraje, tanto en términos cuantitativos como cualitativos.

Las prácticas habituales para la producción de forraje incluyen el manejo y mejoramiento de pastizales naturales, la implantación de pasturas, la producción de verdeos, el control de malezas y el pastoreo rotativo.

En muchas de estas prácticas, el aporte de nutrientes se realiza a través de la fertilización química, lo cual encarece los costos de producción y a largo plazo genera desequilibrios ambientales. Esta desventaja de la fertilización química atenta contra la sustentabilidad y la viabilidad de las economías regionales y familiares.

En este contexto cobran particular interés las tecnologías que contemplan el uso de fertilizantes biológicos, basados en microorganismos que promueven

el crecimiento vegetal, entre los cuales se encuentran las bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (de vida libre y simbióticas), solubilizadoras de fosfato, y productoras de fitohormonas y moléculas que facilitan la captación de hierro por parte de plantas. Estas capacidades las convierten en aliadas indispensables en los sistemas de producción, dado que pueden contribuir de manera sustentable a la nutrición y el desarrollo de las plantas, disminuyendo o reemplazando el uso de fertilizantes químicos, y por ende reduciendo los costos de producción. Si bien el uso de fertilizantes biológicos ha alcanzado amplia difusión en cultivos agrícolas, su aplicación a cultivos forrajeros está poco desarrollada.

La leguminosa *Lotus tenuis* es un componente fundamental de las pasturas producidas en la Cuenca del Salado (CS) por su aporte a la calidad nutricional del forraje destinado al ganado vacuno (Rubio et al., 2019). Esta leguminosa establece una asociación simbiótica mutualista con bacterias conocidas como rizobios, que implica la formación de nódulos a nivel de la raíz dentro de los cuales estas bacterias se alojan y fijan el nitrógeno atmosférico transformándolo en amonio. Gracias a esta interacción, *L. tenuis* puede autoabastecerse de nitrógeno, independizándose del aporte exógeno de fertilizantes nitrogenados. Este proceso es altamente dependiente de la disponibilidad de fósforo en el suelo (Santachiara y col.,

2019). De este modo, asegurar un nivel adecuado de fósforo asimilable para las leguminosas es crucial no solo por las funciones generales de este elemento como macronutriente, sino también por su contribución a la fijación biológica de nitrógeno. Los niveles de fósforo en los suelos de la CS destinados a la producción bovina son en general bajos, en particular en aquellos afectados por condiciones de salinidad y alcalinidad, factores que restringen aún más la disponibilidad de este nutriente esencial (Hopkins and Ellsworth, 2005).

Teniendo en cuenta las características de los suelos de la CS, en este trabajo planteamos como hipótesis que es posible mejorar la productividad de *L. tenuis* mediante el uso de bacterias promotoras del crecimiento vegetal adaptadas a estos ambientes, reduciendo así la dependencia del uso de fertilizantes químicos.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio consistió en evaluar a campo, en un suelo alcalino sódico, la capacidad de diferentes combinaciones de rizobios y bacterias solubilizadoras de fosfato para mejorar la producción de forraje de *L. tenuis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características fisicoquímicas del suelo.

El ensayo se realizó en la Chacra Experimental de Chascomús (Ministerio de Desarrollo Agrario de la provincia de Buenos Aires (MDA) en un suelo alcalino sódico. Las características fisicoquímicas del suelo en 0-20 cm de profundidad fueron: pH, 8,85; conductividad eléctrica, 0,61 dS/m; nitrógeno total, 0,16 %; materia orgánica, 2,3 %; fósforo disponible (Bray I), 3,4 ppm; porcentaje de sodio intercambiable, 31,4 %.

Material vegetal

Se utilizó la variedad 'Nahuel' de *Lotus tenuis* (Biscayart Semillas).

Cepas bacterianas

Para los ensayos a campo se utilizaron dos cepas de rizobios. Una de ellas es una cepa de *Mesorhizobium loti* presente en inoculantes comerciales para Lotus ("rizobio comercial"), mientras que la otra fue la cepa BD68, originalmente aislada de nódulos

de plantas de *L. tenuis* naturalizadas en suelos de la CS (Estrella *et al.*, 2009) que corresponde a una nueva especie del género *Mesorhizobium* (*M. intechi*) descrita en nuestro laboratorio (Estrella *et al.*, 2019). Las cepas solubilizadoras de fosfato *Pantoea eucalypti* M91, *Pantoea eucalypti* P163, *Pseudomonas chlororaphis* P195 y *Enterobacter ludwigii* 4G1B, al igual que la cepa *M. intechi* BD68 pertenecen a una colección de bacterias promotoras del crecimiento vegetal del Laboratorio de Microbiología del Suelo y el Laboratorio de Interacciones Planta-Microorganismo del INTECH. Todas las cepas de dicha colección fueron aisladas de especies forrajeras que crecen en la CS.

Preparación del inóculo

Previo a la siembra se prepararon los inóculos a partir de cultivos en medio TY (Beringer, 1974) de cada una de las cepas bacterianas y una formulación en base líquida para aplicar sobre las semillas, la cual contuvo diferentes componentes (oligoelementos, polivinilpirrolidona como adherente, bentonita como soporte y sorbitol como agente osmoprotector).

Ensayo a campo

La siembra se llevó a cabo el 4 de mayo del 2023 en la Chacra Experimental de Chascomús. El diseño experimental incluyó el análisis de los efectos de cuatro cepas de bacterias solubilizadoras de fosfato y un control sin bacterias solubilizadoras. Además, se analizó el efecto de la fertilización con fósforo (100 kg/ha de superfosfato triple), usando un control sin fertilización. Por otro lado, se analizó el efecto de dos cepas de rizobios. La combinación de todos los niveles de los factores antedichos (rizobios, bacterias solubilizadoras de fosfato y fertilización fosforada) resultó en un total de 20 tratamientos. El diseño del ensayo fue en bloques al azar con tres repeticiones de cada tratamiento. Se realizaron dos cortes a los siete y doce meses post siembra y se determinó la producción de forraje (kg de materia seca/ha).

Análisis estadísticos

Los datos de materia seca obtenidos en este estudio fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA) de tres factores seguido del test de Tukey para realizar comparaciones múltiples entre los tratamientos. Para este propósito, se empleó el software R (R Core Team, 2023).

RESULTADOS

El análisis de los resultados de biomasa obtenidos para el primer corte mostró la existencia de una interacción triple entre los factores analizados (cepa solubilizadora, fertilización fosforada y rizobio, $P=0,039$, **tabla 1**), por lo cual se realizaron comparaciones múltiples entre todos los tratamientos. Asimismo, la comparación de la eficacia de los distintos tratamientos para el segundo corte mostró resultados muy similares a los del primero ($P=0,0064$, **tabla 1**). En consecuencia, se observa una tendencia similar al analizar la producción de biomasa acumulada en ambos cortes ($P=0,0173$, **tabla 1** y **figura 1**), en los cuales el tratamiento consistente en la combinación de *P. eucalypti* P163 y el rizobio *M. intechi* BD68, sin fertilización fosforada, se destacó por encima de todos los demás.

Los análisis revelaron que el tratamiento consistente en la combinación de la cepa solubilizadora *P.*

eucalypti P163 y el rizobio *M. intechi* BD68, en ausencia de fertilización fosforada, dio como resultado una producción de masa seca (MS) total de 9.291 kg MS/ha. Dicho valor fue un 29 % superior al obtenido con la inoculación de dicho rizobio sin bacteria solubilizadora de fosfato, en ausencia de fertilización fosforada. Al mismo tiempo, la producción de biomasa obtenida con la combinación antes mencionada fue superior a la obtenida con la mayoría de los tratamientos que involucran combinaciones de cepas solubilizadoras con la cepa de rizobio comercial en cualquiera de los dos niveles de fertilización.

Por otra parte, el conjunto de los valores de biomasa obtenidos para los distintos tratamientos que incluyeron a la cepa *M. intechi* BD68 fueron algo superiores a los obtenidos con la cepa de *M. loti* comercial, para ambos cortes (**tabla 1** y **figura 1**).

En conjunto, el análisis global de los resultados obtenidos con ambos rizobios sugiere una mayor efi-

	Cepa solubilizadora de P	<i>M. loti</i> comercial		<i>M. intechi</i> BD68	
		Sin P	Con P	Sin P	Con P
1er. corte	M91	3.736,67 ± 246,96 ^{ab}	4.532,00 ± 196,25 ^{abc}	4.374,33 ± 387,42 ^{abc}	4.304,33 ± 116,42 ^{abc}
	P163	3.922,67 ± 175,97 ^{ab}	4.320,00 ± 218,35 ^{abc}	4.994,33 ± 35,32 ^c	4.529,33 ± 228,35 ^{abc}
	P195	3.757,00 ± 248,67 ^{ab}	3.820,67 ± 118,85 ^{ab}	4.222,33 ± 133,92 ^{abc}	4.101,33 ± 75,83 ^{abc}
	4G1B	3.890,67 ± 21,33 ^{ab}	3.798,33 ± 279,78 ^{ab}	4.199,00 ± 163,85 ^{abc}	4.111,33 ± 63,62 ^{abc}
	Control	3.632,00 ± 119,18 ^a	3.829,00 ± 145,92 ^{ab}	3.853,00 ± 169,92 ^{ab}	4.660,00 ± 124,13 ^{bc}
2do. corte	M91	3.146,67 ± 177,98 ^a	3.540,00 ± 96,00 ^{abc}	3.829,00 ± 286,76 ^{bcd}	3.700,33 ± 51,36 ^{abcd}
	P163	3.283,33 ± 128,11 ^{abc}	3.678,00 ± 147,16 ^{abcd}	4.296,67 ± 23,33 ^d	3.863,33 ± 144,95 ^{bcd}
	P195	3.204,67 ± 128,67 ^{ab}	3.307,67 ± 51,24 ^{abc}	3.780,00 ± 105,04 ^{abcd}	3.600,00 ± 86,60 ^{abc}
	4G1B	3.277,33 ± 62,48 ^{abc}	3.274,33 ± 154,78 ^{abc}	3.766,67 ± 133,83 ^{abcd}	3.652,67 ± 142,03 ^{abcd}
	Control	3.259,67 ± 75,30 ^{abc}	3.266,67 ± 75,35 ^{abc}	3.343,33 ± 83,73 ^{abc}	3.890,00 ± 70,00 ^{cd}
Total	M91	6.883,33 ± 424,50 ^a	8.072,00 ± 254,38 ^{abc}	8.203,00 ± 673,90 ^{abc}	8.004,67 ± 167,72 ^{abc}
	P163	7.206,00 ± 303,44 ^{ab}	7.998,00 ± 358,69 ^{abc}	9.291,00 ± 58,19 ^c	8.392,67 ± 372,99 ^{abc}
	P195	6.961,67 ± 377,27 ^{ab}	7.128,33 ± 91,46 ^{ab}	8.002,33 ± 238,96 ^{abc}	7.701,33 ± 160,31 ^{abc}
	4G1B	7.168,00 ± 183,78 ^{ab}	7.072,67 ± 433,24 ^{ab}	7.965,67 ± 296,61 ^{abc}	7.764,00 ± 176,87 ^{abc}
	Control	6.891,67 ± 192,06 ^a	7.095,67 ± 220,91 ^{ab}	7.196,33 ± 252,21 ^{ab}	8.550,00 ± 193,62 ^{bc}

Tabla 1.

Producción de biomasa aérea (kg MS/ha) de *Lotus tenuis* en suelos alcalinos-sódicos. Se muestran los datos obtenidos para cada corte, así como el total de la biomasa acumulada en los 2 cortes. Las medias (± error estándar) seguidas por la misma letra indican diferencias no significativas entre los datos de un corte determinado ($P<0,05$). Las medias (± error estándar) seguidas por la misma letra indican diferencias no significativas entre los datos de un corte determinado ($P<0,05$).

Figura 1. Producción total de biomasa aérea (kg MS/ha) de *Lotus tenuis* en suelos alcalinos-sódicos.

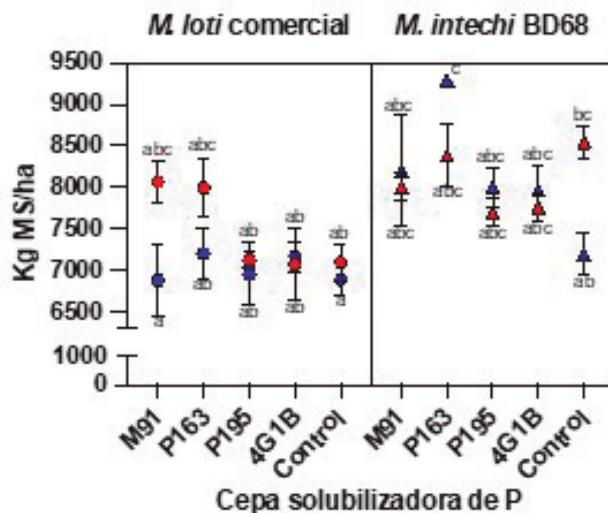


Imagen 1. Vista del experimento a los 4 meses y medio postsiembra.



ciencia de *M. intechi* BD68. Actualmente, se encuentran en marcha ensayos enfocados específicamente en la comparación de la eficiencia de *M. intechi* BD68 con la cepa *M. loti* comercial con el fin de verificar esta hipótesis.

CONCLUSIÓN

Se comprobó que la inoculación de semillas de *L. tenuis* con combinaciones específicas de rizobios y cepas solubilizadoras de fósforo puede incrementar la producción de forraje sin la necesidad de fertilización con fósforo. En particular, la combinación de *P. eucalypti* P163 y *M. intechi* BD68 mostró una alta eficiencia en la promoción del crecimiento y por ende en la producción de forraje de *L. tenuis* a lo largo de un año. Este hallazgo proporciona información valiosa para el desarrollo de biofertilizantes destinados a mejorar la producción forrajera en suelos ganaderos de la Pampa Deprimida y reducir el uso de fertilizantes químicos. Al mismo tiempo los resultados obtenidos resaltan la importancia de la prospección y uso de microorganismos nativos para incrementar la sustentabilidad de los sistemas de producción de forraje.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal del MDA y a la Asocia-

ción Cooperadora Manantiales por el aporte de personal técnico para las tareas de campo, así como el aporte de Patricia Uchiya (CIC) en las tareas de laboratorio. El trabajo fue financiado con el aporte de fondos de los proyectos FITBA 2022-A03 (Fondo de Innovación Tecnológica de Buenos Aires) y PICTA Cat III 2021. La Dra. MJE es Investigadora de la Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CIC), los Dres. AIS y FLP son Investigadores de CONICET.

BIBLIOGRAFÍA

BERINGER, J. E. (1974). R factor transfer in Rhizobium leguminosarum. *Journal of General Microbiology*, 84 (1), 188-198.

ESTRELLA, M. J.; MUÑOZ, S.; SOTO, M. J.; RUIZ, O. A.; SANJUÁN, J. Genetic diversity and host range of rhizobia nodulating *Lotus tenuis* in typical soils of the Salado River Basin (Argentina). *Appl. Environ. Microbiol.*, 75: 1088-1098, 2009

ESTRELLA, M. J.; FONTANA, M. F.; CUMPA VELÁSQUEZ, L. M.; TORRES TEJERIZO, G. A.; DIAMBRA, L.; HESTBJERG HANSEN, L.; PISTORIO, M.; SANNAZZARO, A. I. (2019). Mesorhizobium *intechi* sp. nov. isolated from nodules of *Lotus tenuis* in soils of the Flooding Pampa, Argentina. *Systematic and Applied Microbiology*, <https://doi.org/10.1016/j>

syapm.2019.126044

HOPKINS, B.G.; ELLSWORTH, J. (2005). Phosphorus availability with alkaline / calcareous soil. West. Nutr. Manag. Conf. 88–93.

R CORE TEAM (2024). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

RUBIO, G.; PEREYRA, F.X.; TABOADA, M. A. (2019). The Soils of Argentina. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76853-3>

SANTACHIARA, G.; SALVAGIOTTI, F.; ROTUNDO, J. L. (2019). Nutritional and environmental effects on biological nitrogen fixation in soybean: A meta-analysis. Field Crops Research 240: 106-115.