

Soluciones basadas en la naturaleza en la Agricultura

“Uso de biofertilizantes en la agricultura: una estrecha y antigua colaboración entre las plantas y los microorganismos del suelo ”



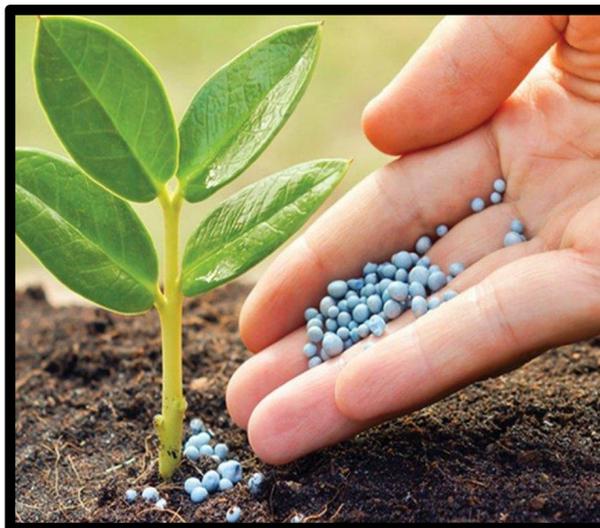
Marcelo Panichini
Sustentabilidad de suelos

23 agosto de 2022

Antecedentes

Fósforo

2^{do} elemento más importante



Baja disponibilidad suelo (98 %)

Aplicaciones de P con fertilizantes químicos

Problemas

- Alto costo energético de fabricación
- Agotamiento de las fuentes naturales
- Baja eficiencia en plantas (5-30% aplicado)

Fósforo en el suelo

Andisoles

- Alto contenido de P ($1.000-3.000 \text{ mg P kg}^{-1}$)
- 60 % suelos arables chilenos son de este origen
- Presentan buenas condiciones de cultivo
- Alta adsorción P por minerales (90 % P aplicado es retenido)

Bacterias solubilizadoras de P (BSF)

Se asocian a la rizósfera favoreciendo el crecimiento de la planta

Solubilizando fosfato inorgánico

Disponible para las plantas

Principales géneros de bacterias y hongos solubilizadores de fósforo

Tabla 2. Principales géneros bacterianos (BSF) y fúngicos (HSF) solubilizadores de fosfato

Géneros de bacterias solubilizadoras de fosfato (BSF)			Géneros de hongos solubilizadores de fosfato (HSF)
<i>Achromobacter</i>	<i>Erwinia</i>	<i>Rahnella</i>	<i>Aspergillus</i>
<i>Acinetobacter</i>	<i>Flavobacterium</i>	<i>Ralstonia</i>	<i>Fusarium</i>
<i>Aereobacter</i>	<i>Gordonia</i>	<i>Rhodobacter</i>	<i>Mucor</i>
<i>Agrobacterium</i>	<i>Kitasatospora</i>	<i>Rhodococcus</i>	<i>Paecilomyces</i>
<i>Arthrobacter</i>	<i>Klebsiella</i>	<i>Serratia</i>	<i>Penicillium</i>
<i>Bacillus</i>	<i>Mesorhizobium</i>	<i>Sinorhizobium</i>	<i>Rhizopus</i>
<i>Bradyrhizobium</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>Streptomyces</i>	<i>Sclerotium</i>
<i>Burkholderia</i>	<i>Mycobacterium</i>	<i>Streptosporangium</i>	<i>Syrialidium</i>
<i>Chryseobacterium</i>	<i>Pantoea</i>	<i>Thiobacillus</i>	<i>Talaromyces</i>
<i>Delftia</i>	<i>Phyllobacterium</i>	<i>Yarrowia</i>	<i>Trichocladium</i>
<i>Enterobacter</i>	<i>Pseudomonas</i>		

Fuente: Urbanek, 1987; Rodríguez *et al.*, 1999; Rosas *et al.*, 2006; Naik *et al.*, 2008; Chen *et al.*, 2006; Oviedo *et al.*, 2005; Moratto *et al.*, 2005; Oliviera *et al.*, 2008; Patiño, 2010; Paredes *et al.*, 2010; Chakraborty *et al.*, 2010; Scervino *et al.*, 2010; Coutinho *et al.*, 2011; Pérez *et al.*, 2012; Muleta *et al.*, 2013.

Lineamientos estratégicos MINAGRI

Son la expresión de los logros que se espera que el Ministerio y sus Servicios alcancen en el mediano plazo.

Lineamientos Estratégicos Programa de Gobierno



Desarrollo rural y buen vivir



Fortalecimiento de la agricultura familiar campesina



Agua y emergencia climática



Sustentabilidad



Seguridad y soberanía alimentaria



Desarrollo forestal



Competitividad en base a la innovación, desarrollo y transferencia tecnológica



Cooperación internacional y comercio exterior



Soluciones basadas en la naturaleza



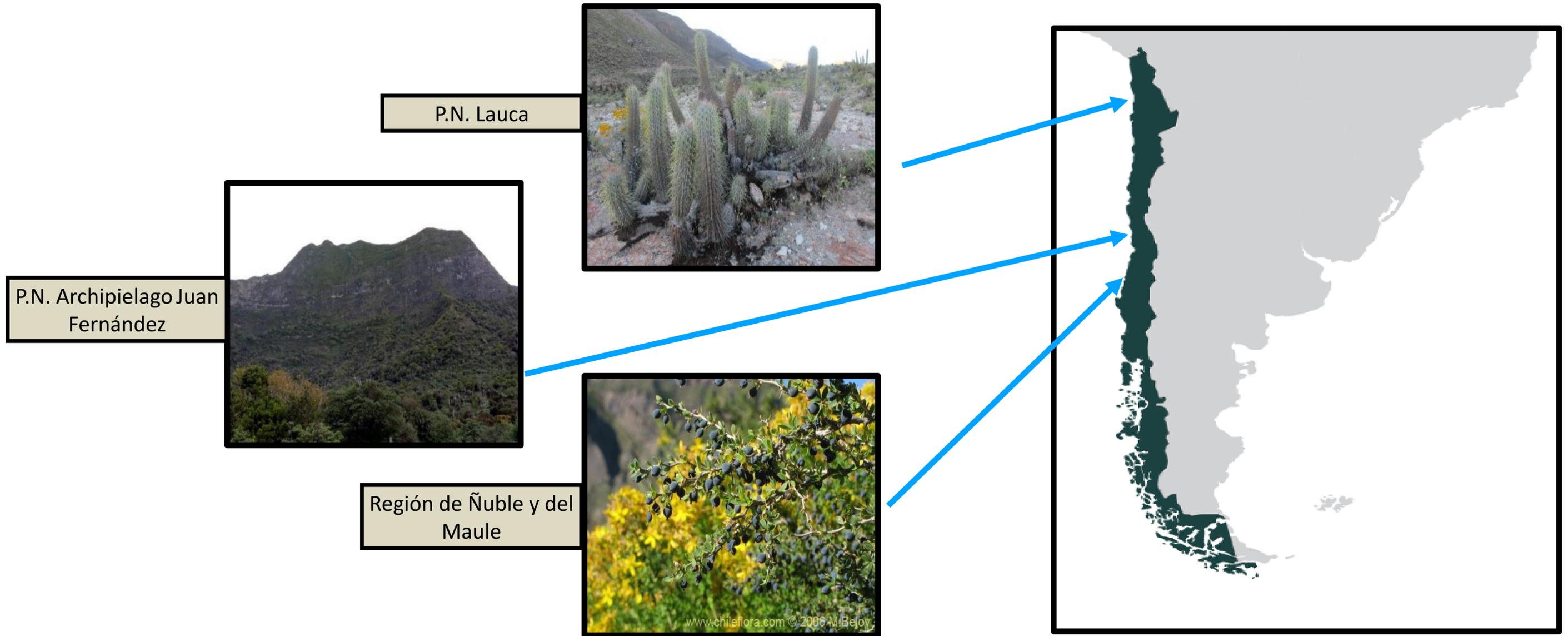
Biofertilizantes



Bacterias solubilizadoras de P

Metodología

El BRGM ha realizado colectas a lo largo de Chile con foco en aislar microorganismos desde parientes silvestres de especies alimentarias



Etapa 1

Metodología

Ensayos *in vitro*

Capacidad solubilizadora de P

Cepas bacterianas de CChRGM-INIA

Selección mejores cepas

4 cepas

Fosfato solubilizado (colorimetría a 880 nm)

ácidos orgánicos (oxálico, málico, cítrico por HPLC)

Actividad fosfatasa (PNFF colorimetría a 405 nm)

Compatibilidad de cepas (Agar nutriente)

Metodología

Etapa 2

Ensayo maceta

Inoculación de semillas de trigo

P solución (Microrrhizon)

P Olsen (Macolla y encañado)

Actividades enzimáticas:

- Fosfatasa
- Ureasa
- Arilsulfatasa

Etapa 3

Ensayos de campo

Andisoles (Ñuble y La Araucanía)



Bajo nivel P disponible

Dosis crecientes P (0, 25, 50 y 100% disponible)

- P disponible (P Olsen)
- P foliar (macolla, espigadura, madurez F)
- Actividad fosfatasa suelo
- Rendimiento trigo

RESULTADOS

Parientes silvestres y cepas bacterianas colectadas en la rizosfera

N° cepas evaluadas en medio NBRIP	Cepas seleccionadas como BSF	Cepas seleccionadas para ensayos
110	50	4

Hospedero	Región	Código Cepa	Halo de solubilización de fosfato (mm)
<i>Solanum tuberosum</i>	Arica y Parinacota	EPS 31_2N	2,9 ± 0,58
<i>Hordeum muticum</i>	Arica y Parinacota	EPS 1_01 BAC PGPR	3,14 ± 0,36
<i>Stevia chamaedrys</i>	Arica y Parinacota	EPS 4_1 BAC PGPR	2,9 ± 0,485
<i>Hordeum muticum</i>	Arica y Parinacota	EPS 8_2 BAC PGPR	3,04 ± 0,56

Todas las cepas solubilizan fosfato a 4 °C

Cuantificación de fosfato solubilizado en medio NBRIP por BSF

Código Cepa	Fosfato soluble del cultivo bacteriano en caldo NBRIP (mg/L)	pH del cultivo bacteriano en caldo NBRIP
EPS 1_01 BAC PGPR	455,1 ± 39,27	4
EPS 4_1 BAC PGPR	467,8 ± 18,5	4
EPS 8_2 BAC PGPR	426,37 ± 43,8	4
EPS 31_2N	490,7 ± 41,8	4

Actividad Fosfatasa en ensayos en macetas

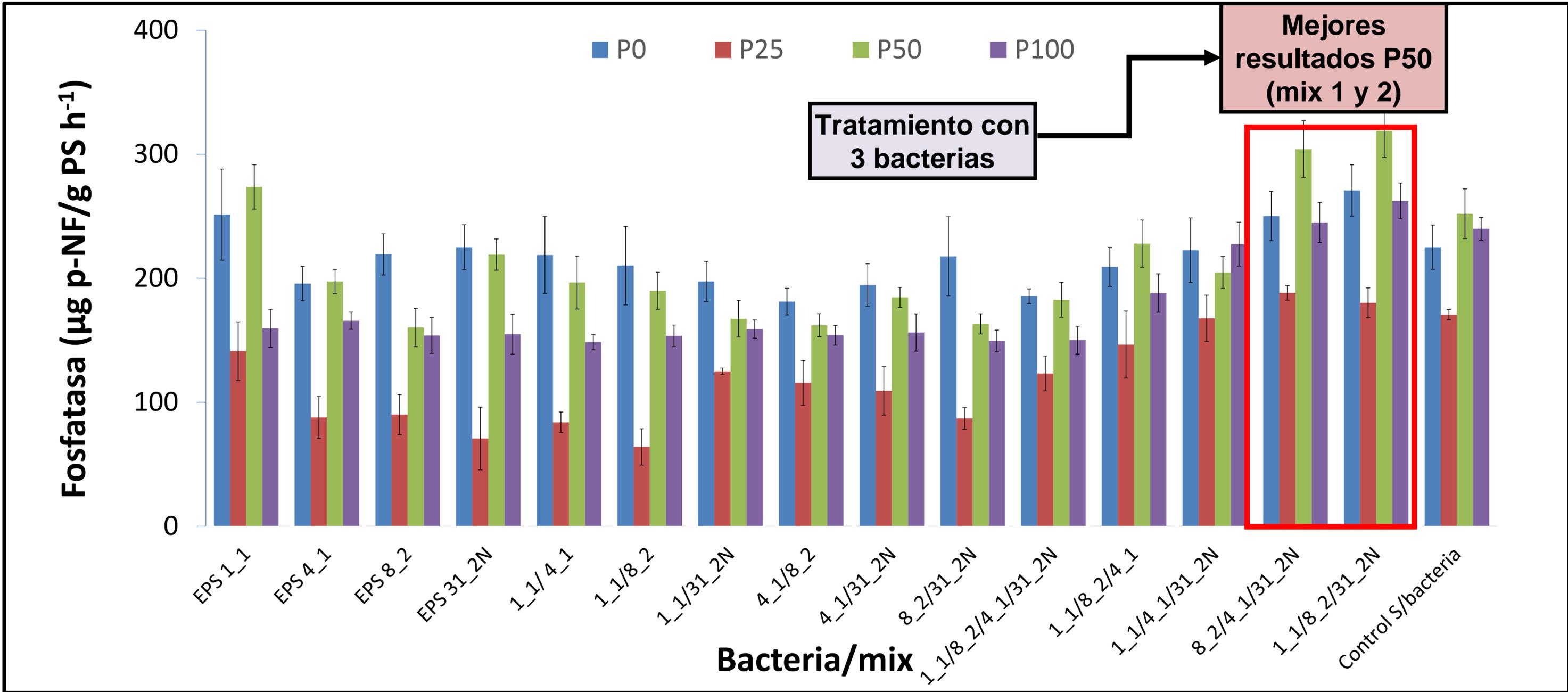


Figura 1. Actividad fosfatasa en ensayos en maceta con trigo invernal variedad Rocky-INIA, inoculado con 15 soluciones bacterianas. Valores corresponde a la media de n=4.

Componentes del rendimiento con trigo en campo

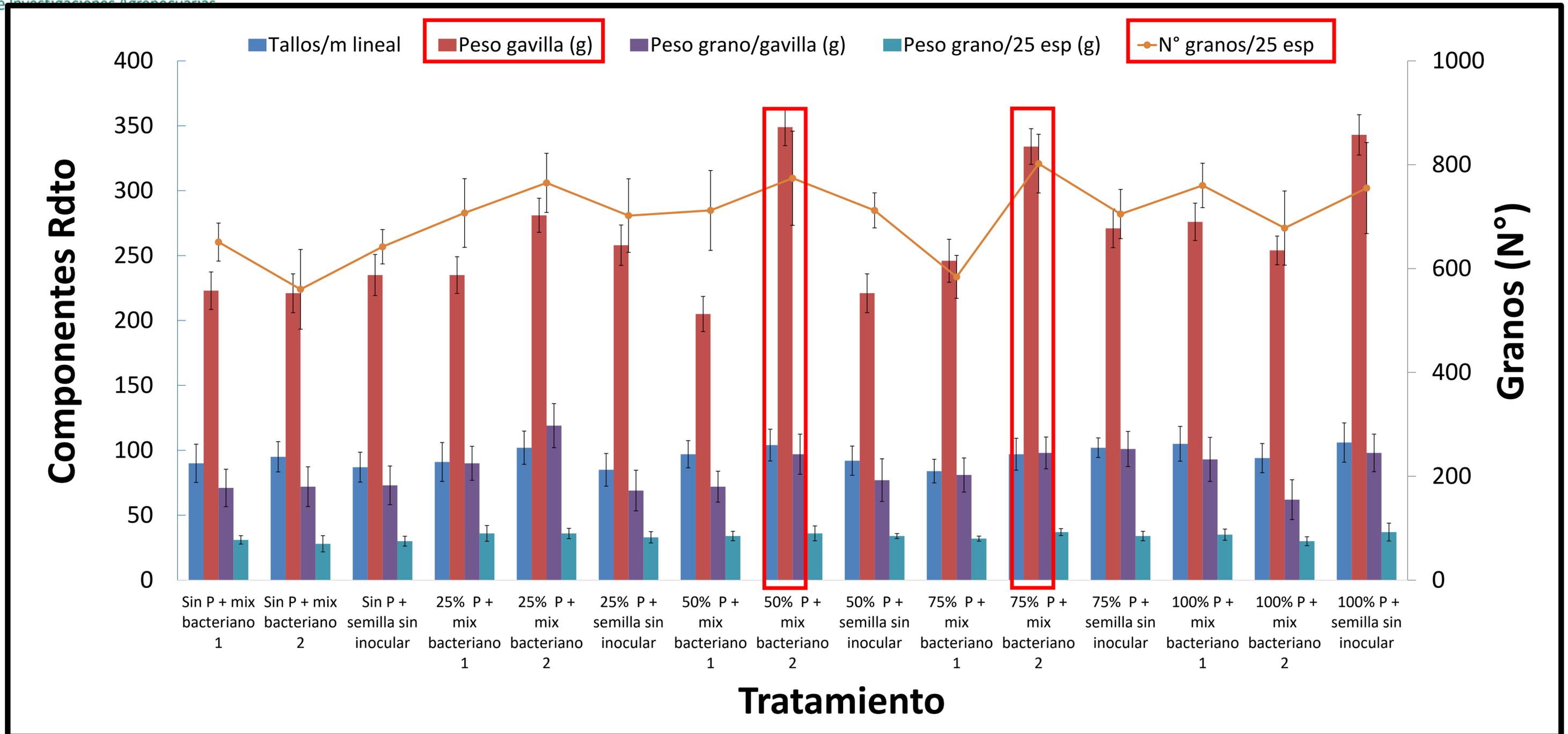


Figura 2. Componentes del rendimiento en trigo variedad Lasana-INIA, inoculado con dos soluciones de bacterias solubilizadoras de fosfato y 5 dosis de fósforo (n=4).

Absorción de fósforo y rendimiento con trigo en campo

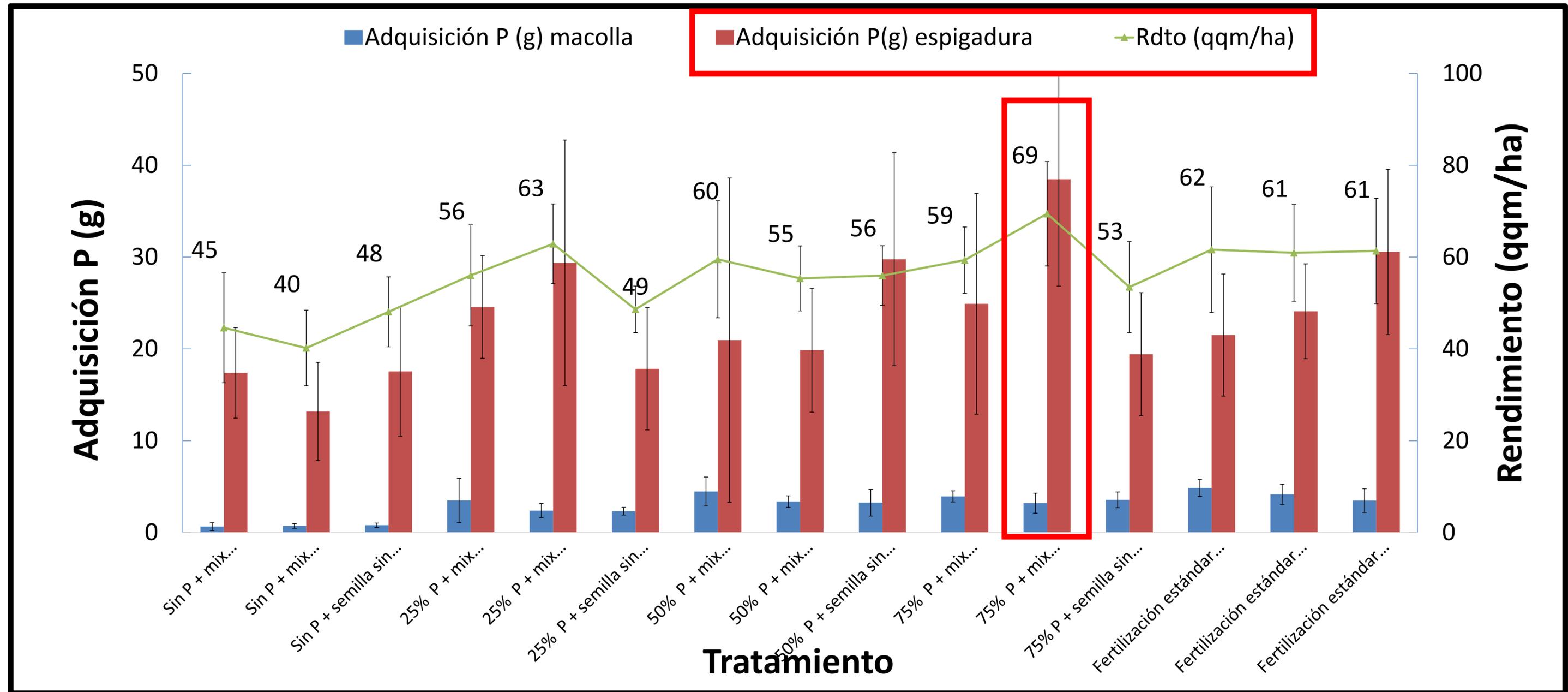


Figura 13. Adquisición de P en trigo variedad Lasana-INIA, inoculado con dos soluciones bacterianas (n=4) y 5 dosis de fósforo en estado fenológico de macolla y espigadura (Carillanca).

Potencial de la microbiología de suelos para enfrentar los desafíos en la agricultura

- Disminución del uso y dependencia de los fertilizantes a través de microorganismos promotores del crecimiento vegetal (bacterias solubilizadoras de fosfatos, micorrizas).
- Aprovechamiento residuos de cosecha (compostaje, incorporación de rastrojos) para aumentar los contenidos de materia orgánica en el suelo (secuestro de C) y el ciclaje de nutrientes a través de los microorganismos del suelo.
- Uso de parámetros microbiológicas de suelo como indicadores tempranos de los cambios producidos por el cambio de uso y manejo del suelo (índices calidad)
- Fomentar el uso de herramientas biotecnológicas para adaptar y mitigar el efecto del cambio climático sobre los cultivos (bioestimulantes, biofertilizantes, etc).

Grupo de microbiología aplicada al suelo



Programa Mejoramiento genético de trigo



Fertilidad de suelo y Recursos genéticos



¡MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN!