

DOI: <https://doi.org/10.56124/allpa.v8i15.0106>

Influencia de la biofertilización en el rendimiento de arveja (*Pisum sativum*) de crecimiento indeterminado var. San Isidro

Influence of biofertilization on the performance of peas (*Pisum sativum*) of indeterminate growth var. San Isidro

Pérez-Salinas Marco Oswaldo ¹; Mangui-Tobar José Ernesto ²; Curay-Quispe Segundo Euclides ³; Yáñez-Villacis Juan José ⁴; Chicaiza-Chicaiza Jessica ⁵

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato. Tungurahua, Ecuador.
Correo: mo.perez@uta.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4186-1590>.

² Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato. Tungurahua, Ecuador.
Correo: je.mangui@uta.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7928-826X>.

³ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato. Tungurahua, Ecuador.
Correo: se.curay@uta.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-8559-9627>.

⁴ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato. Tungurahua, Ecuador.
Correo: jj.yanez@uta.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2078-7982>

⁵ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato. Tungurahua, Ecuador.
Correo: j.chicaiza@uta.edu.ec. ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7432-6957>

Resumen

Se evaluó el efecto del uso de varias dosis de biofertilizantes en combinación con tres niveles de fertilización sobre el rendimiento de arveja var. San Isidro (*Pisum sativum*), el control no tuvo aplicación de tratamientos. La investigación se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, provincia de Tungurahua - Ecuador. Se determinó el crecimiento de la planta, el peso de las vainas y el rendimiento. El ensayo fue conducido en un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de 3 x 3 + 1, con tres repeticiones. El mayor crecimiento fue alcanzado con el tratamiento 1,5 ml L⁻¹ de biofertilizantes + 221-0-0 unidades fertilizantes (UF) (D3N1) con promedio de 1,67 m, el mayor peso promedio de vaina en las tres cosechas se alcanzó con el tratamiento 1,5 ml L⁻¹ + 404-62-0 UF (D3N3) con 1,80 g y el mayor rendimiento registrado se obtuvo con el tratamiento 1,5 ml L⁻¹ + 404-62-0 UF (D3N3) con 8719,8 kg ha⁻¹, compartiendo el rango con el tratamiento 1,5 ml L⁻¹ + 312-20-0 UF (D3N2) con 8181,2 kg ha⁻¹ pero con menos UF utilizadas que también resulta ser una buena alternativa de producción.

Palabras clave: *Pisum sativum*, biofertilizante, crecimiento, microorganismos.

Abstract

The effect of the use of different doses of biofertilizers and their combination with levels of fertilization on pea yield (*Pisum sativum*) was evaluated, a control without treatments was performed. The research was carried out in the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Ambato, province of Tungurahua - Ecuador at an altitude of 2,875 meters, at 01° 22 '07 "South latitude and 78° 36' 24" West longitude (GPS,. Plant growth, pod weight and yield were evaluated. The assay was conducted in a randomized complete block design with factorial arrangement of 3 x 3 + 1, with three replicates. The highest growth was achieved with the treatment 1.5 ml L⁻¹ of biofertilizer + 221-0-0 fertilizer units (UF) (D3N1) with 1.67 m, The highest average pod weight in the three harvests was reached with the treatment 1.5 ml L⁻¹ + 404-62-0 UF (D3N3) with 1.80 g and the highest recorded yield was obtained with the treatment 1.5 ml L⁻¹ + 404-62-0 UF (D3N3) with 8719.8 kg ha⁻¹, sharing the range with the treatment 1.5 ml L⁻¹ + 312-

99

Fecha de recepción: 04 de octubre de 2024; **Fecha de aceptación:** 11 de diciembre de 2024; **Fecha de publicación:** 09 de enero del 2025.

20 -0 UF (D3N2) with 8181.2 kg ha⁻¹ but with less UF used, which also turns out to be a good production alternative with less UF used.

Keywords: Pisum sativum, biofertilizer, growth, microorganisms.

1. Introducción

En las zonas productivas de arveja del Ecuador es frecuente el uso excesivo de fertilizantes de síntesis química con el objetivo de incrementar los rendimientos, lo cual ha influenciado negativamente en las características físico-químicas y biológicas del suelo (Flores-Gallegos y Rodríguez-Herrera, 2014; y consecuentemente puede afectar directamente la bionutrición de las plantas. Además, se han reportado severos problemas ambientales debido a la generación de impurezas química (Mercado et al., 2009), así como trazas de Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Molibdeno (Mo), Plomo (Pb), Uranio (U), Vanadio (V), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Arsénico (As), Mercurio (Hg), Níquel (Ni) y Manganeso (Mn) (López, 2002; Marbán et al., 1999).

Dentro de las múltiples funciones que cumplen los biofertilizantes (microorganismos benéficos) (García-Olivares 2012) se encuentran: la conversión de sustancias orgánicas a inorgánicas, fijación de N atmosférico

(FBN), fijación de P y S (Constantino et al., 2011; Saldaña, 2004), solubilizan nutrientes elementales a asimilables, producción de sideróforos (Wani et al., 2016), producción de hormonas y enzimas propicias para el crecimiento y un mejor rendimiento de las plantas, así como antibióticos e inductores de resistencia ante el ataque de fitopatógenos, resistencia al estrés hídrico entre otros (García et al., 2010; Rangel-Lucio et al., 2011).

Varios estudios validan la utilización y efectos de los biofertilizantes en los cultivos, así como se demuestra en el tomate *Solanum lycopersicum* la efectividad de *Azospirillum brasilense* estimulando su nutrición y crecimiento por ende el rendimiento agrícola del cultivo (Alfonso et al., 2005). Además, con la adición de biofertilizantes, los nutrientes aportados al suelo (fertilizantes) se vuelven mucho más asimilables por las plantas logrando alcanzar niveles altos de rendimiento, así como fue reportado por Matheus (2004) en un estudio de maíz al adicionar

conjuntamente biofertilizante y fertilizante inorgánico, en donde la asimilación del Nitrógeno por parte de la planta fue más eficiente.

Con los antecedentes mencionados el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los biofertilizantes y su influencia en la eficiencia de asimilación de los nutrientes utilizados en los diferentes niveles de fertilización para alcanzar mayores rendimientos en el cultivo.

2. Metodología (materiales y métodos)

El experimento se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Ambato, Provincia de Tungurahua, Ecuador (78°36'24''O; 1° 22'07''S; altitud 2875 msnm). Según los datos registrados en la estación meteorológica "Querochaca" ubicada en la misma Facultad, el clima de esta zona es templado con una temperatura media anual de 17,6°C; pluviosidad promedio anual 465 mm; humedad ambiental 75,1% y velocidad del viento 1,7 m s⁻¹. El suelo de la zona es franco-arenoso, con pendiente del 1% y un relieve plano ondulado. El agua de riego tiene un pH promedio de 7,4.

Para la preparación del suelo se practicó labranza mínima, luego se delinearón las hileras con una cinta métrica a 1,2 m de separación, la distancia entre hoyos fue de 0,1 m donde se ubicaron dos semillas de arveja variedad san Isidro. Para el tutoreo se emplearon estacas de eucalipto de 2 m de alto, alambre galvanizado y cinta plástica. La aplicación de las dosis de biofertilizantes al suelo vía drench fueron aplicadas con una regadera de mano de 4 litros con boquilla tipo ducha. Los fertilizantes granulados fueron ubicados alrededor de las plántulas a 5 cm del tallo, (se usaron productos como Lambda Cialotrina 0,5 ml L⁻¹ para el control de insectos; cobre pentahidratado 1,25 ml L⁻¹, Carbendazim 1,25 ml L⁻¹ y Myclobutanil 0,5 g L⁻¹ para el control de enfermedades de la parte aérea que fueron aplicados con una bomba de espalda (Matabi super 20, de 20 litros de capacidad, con una presión de 2-4 bares). La cosecha se realizó manualmente. Los factores estudiados fueron las dosis del biofertilizante comercial Arveja-Cat (Azospirillum brasilense: 10.000 UFCx /ml de producto comercial. 5%; Azotobacter chroococcum: 10.000 UFCx /ml de

producto comercial. 5%; Lactobacillus acidophilus: 10.000 UFCx /ml de producto comercial. 5%; Saccharomyces cerevisae 100 UFCx /ml de producto comercial. 5%; Enzimas Proteolíticas: 100 UPx /min/ml; Enzimas Celulolíticas: 100 UCx /min/ml 5%; Enzimas Lipolíticas 100 ULx /min/ml 5%; Enzimas Amilolíticas: 100 UAx /min/ml 5%) y los niveles de fertilización con N – P₂O₅ – K₂O (tabla 1) se realizó en base al requerimiento del cultivo. Tomando en cuenta el análisis químico del suelo y la eficiencia de los elementos en el suelo,

de la necesidad efectiva media de nutrientes (NEN) se bajó un 30% para el nivel bajo y para el nivel alto se incrementó un 30% de la NEN media. Se consideró como control una parcela en la cual no se hizo aplicaciones de biofertilizantes ni fertilizantes químicos. El riego en las parcelas se hizo por método localizado, con emisores separados a 0,2 m y descarga de 1 L h⁻¹. Se evaluaron 10 plantas tomadas al azar de la parcela neta, los datos se tomaron hasta la tercera cosecha.

Tabla 1. Tratamientos

SÍMBOLO	DOSIS BIOFERTILIZANTE + N - P ₂ O ₅ - K ₂ O (Kg/ha)		
D1N1	1,0 ml L ⁻¹	+	221 - 00 - 00
D1N2	1,0 ml L ⁻¹	+	312 - 20 - 00
D1N3	1,0 ml L ⁻¹	+	404 - 62 - 00
D2N1	1,25 ml L ⁻¹	+	221 - 00 - 00
D2N2	1,25 ml L ⁻¹	+	312 - 20 - 00
D2N3	1,25 ml L ⁻¹	+	404 - 62 - 00
D3N1	1,5 ml L ⁻¹	+	221 - 00 - 00
D3N2	1,5 ml L ⁻¹	+	312 - 20 - 00
D3N3	1,5 ml L ⁻¹	+	404 - 62 - 00
Testigo	0,0 ml L ⁻¹	+	000 - 00 - 00

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial 3 x 3 +1 con tres repeticiones. Las variables estudiadas fueron: altura de planta medida desde el cuello hasta el ápice de la rama principal, el peso de vaina determinado en las tres cosechas a los 120, 135 y 150 días después de la

siembra para lo cual se utilizó una balanza digital. El rendimiento (en vaina) se calculó con los valores obtenidos en las 3 cosechas y se expresó en kg ha⁻¹.

3. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en la investigación se observan en la tabla 2:

En general, los máximos valores de altura de planta, peso de vainas y rendimientos fueron obtenidos en plantas tratadas con las máximas dosis de biofertilizantes, mientras que el comportamiento de estas variables no parece estar relacionado con la cantidad de fertilizante inorgánico (Tabla 1). La mayor altura fue alcanzada en plantas de arveja tratadas con 1,5 ml L⁻¹ de biofertilizante + 221-0-0 UF con un promedio de 167,8 cm, en tanto que el control tuvo la menor altura de los casos estudiados con un promedio de 137,0 cm. El mayor peso de vaina fue alcanzado con la aplicación de 1,5 ml L⁻¹ de biofertilizante + 312-20-0 UF durante la primera cosecha, mientras que en la segunda y tercera cosecha fue alcanzado con 1,5 ml L⁻¹ de biofertilizante + 404-62-0 UF y 1,5 ml L⁻¹ de biofertilizante + 221-0-0 UF, respectivamente. Consecuentemente, los máximos rendimientos fueron obtenidos con 1,5 ml L⁻¹ de biofertilizante + 404-62-0 UF y 1,5 ml L⁻¹ de biofertilizante + 312-20-0 UF, alcanzando valores de 8719,8 y 8181,2 kg ha⁻¹ respectivamente.

La aplicación del tratamiento D3N1 (1,5 ml L⁻¹ de biofertilizante + 221-00-00 UF) produjo una mayor altura de planta con un promedio de 167,8 cm, esto puede deberse a que los biofertilizantes o bioinoculantes pueden realizar la conversión de compuestos orgánicos a inorgánicos en el suelo y ponerlos a disposición de las plantas (Bilbao y Fernández, 2007; Vogel *et al.*, 2015), además incentivan un aumento del volumen radical favoreciendo la interceptación y asimilación de los nutrientes que ésta necesita (Delgado, 2012; Ferlini *et al.*, 2005). Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR) (Salazar *et al.*, 2011) o diazotrofos solubilizadores de nutrientes estimulan la eficiencia en la fijación biológica del nitrógeno (FBN) atmosférico aproximadamente del 5 – 10% en leguminosas (Parra y Cuevas, 2002; Castañeda, 2013); bacterias biofertilizadoras del género *Azospirillum* son productoras de AIA, IBA, citoquininas y giberelinas las cuales controlan procesos fisiológicos como: diferenciación de tejidos, división y alargamiento celular relacionados directamente en el crecimiento radicular

y aéreo, floración y fructificación de las plantas (Méndez *et al.*, 2014).

Tabla 2. Variables respuestas

Tratamientos	Altura de planta a los 100 días	Peso de vaina a la 1ª cosecha (g)	Peso de vaina a la 2ª cosecha (g)	Peso de vaina a la 3ª cosecha (g)	Rendimiento kg ha ⁻¹
D1N1	141,8 bc	2,333 d	1,667 abc	0,300 ab	4531,9 e
D1N2	160,4 ab	2,333 d	1,300 bcde	0,246 bc	4852,7 de
D1N3	155,3 abc	3,067 abc	1,267 cde	0,200 cd	6723,7 bc
D2N1	144,8 bc	2,467 cd	1,167 de	0,213 bcd	5251,6 cde
D2N2	160,9 ab	2,733 bcd	0,667 f	0,240 bcd	4818,3 de
D2N3	147,7 abc	3,133 ab	1,767 ab	0,233 bcd	8008,9 ab
D3N1	167,8 a	2,733 bcd	1,600 abcd	0,350 a	6372,1 cd
D3N2	154,4 abc	3,400 a	1,600 abcd	0,296 ab	8181,2 ab
D3N3	151,1 abc	3,300 ab	1,833 a	0,263 abc	8719,8 a
T	137,0 c	2,967 abcd	1,100 ef	0,150 d	5777,0 cde
Media	152,12	2,84	1,39	0,24	6323,7
CV %	5,08	7,91	12,26	14,10	8,66

^{a-f} Medias en la fila seguida de letras diferentes indican diferencias significativas ($P < 0,05$). ¹D1N1: Tratamientos. ²CV: Coeficiente de Variación.

Analizados los datos de campo de la variable peso de vaina se evidenció que la aplicación de 1,5 ml L-1 de biocatalizador comercial tuvo influencia directa sobre esta variable debido a que los biofertilizantes mediante su elevada actividad enzimática favorecen la transformación de carbono y nutrientes para su posterior acumulación en el grano (Luévano-Escareño *et al.*, 2014; Espinosa *et al.*, 2006; Baca *et al.*, 2010) además de permitir la elasticidad de su pared celular (Creus *et al.*, 1998) dentro de estos las levaduras del género *Saccharomyces* facilitan la síntesis y degradación de disacáridos y polisacáridos de las células del grano y vaina (Lillie y Pringle 1980; Satroutdinov *et al.*, 1992).

En la figura 1, se observa la regresión lineal entre dosis de aplicación del producto versus el peso de vaina a la primera cosecha, en donde la tendencia lineal positiva de la recta indica que el peso de vaina fue mayor mientras se incrementaron las dosis del biofertilizante, con un coeficiente de determinación de 0,9721.

Figura 1. Regresión lineal entre dosis de biofertilizante versus peso de vaina a la primera cosecha

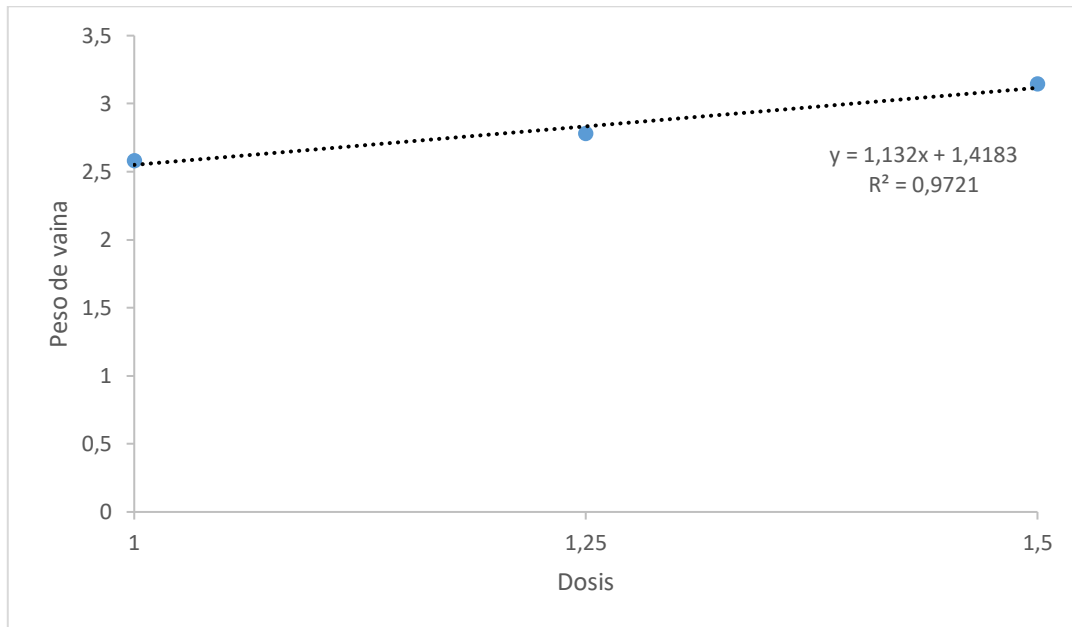
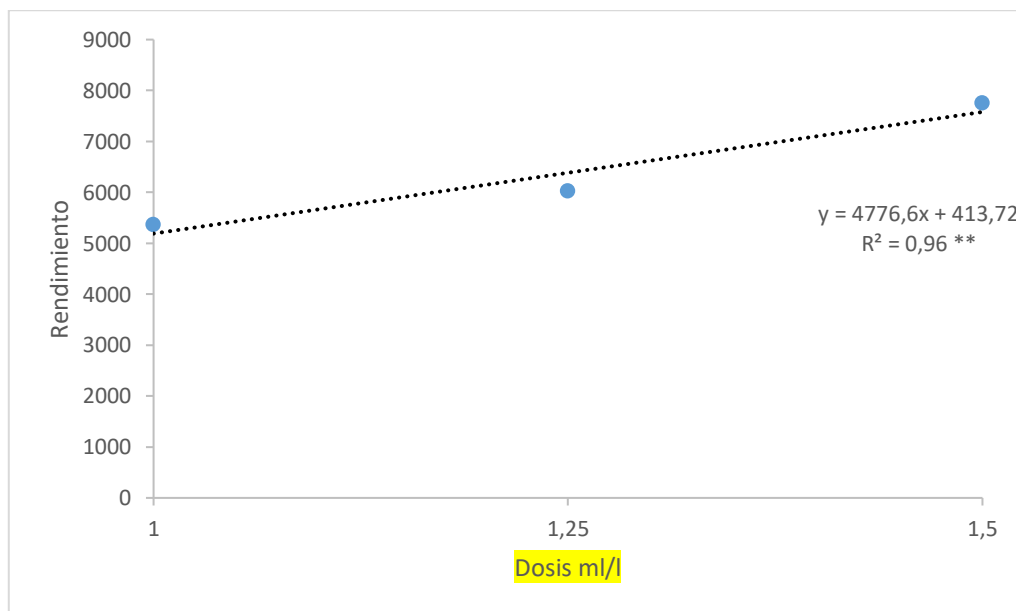


Figura 2. Regresión lineal entre dosis de biofertilizante versus rendimiento



La regresión lineal presentada en la figura 2, entre dosis del biofertilizante versus rendimiento, permite diferenciar una tendencia lineal positiva de la recta, indica que el rendimiento fue mayor en tanto se elevó la dosis del biofertilizante,

con un coeficiente de determinación de 0,96.

En cuanto al rendimiento, se alcanzaron los mejores resultados con el tratamiento D3N3 (1,5 ml L-1 de biofertilizador + 404-62-00 UF) con un

promedio de 8719,8 kg ha⁻¹, esto puede deberse a la actividad solubilizadora de fosfatos y residuos orgánicos por bacterias del género *Azotobacter* (Flores y Rodríguez 2014; Escobar et al., 2011), lo cual estimula la división celular en tejidos meristemáticos favoreciendo la ramificación, florecimiento y fructificación de la planta (Jnawali et al., 2015) alcanzando incrementos significativos del rendimiento hasta un 30% en la producción de grano y materia seca (Dartora et al., 2013); estas en conjunto con bacterias del género *Azospirillum* conforman un sistema de adquisición de hierro que induce resistencia contra actividades fitopatogénicas generando vigor vegetal (Page 1987; Cruz-Aguilar et al., 2010; Castañeda-Saucedo et al., 2013).

Las PGPR aerobios y anaerobios facultativos Gram + pueden modificar y sobrevivir en medios ácidos y básicos, y de ésta manera pueden ejercer un poder biocontrolador sobre fitopatógenos como *Fusarium* sp. donde el rango de pH promedio es 6,8 siendo éste patógeno uno de los más agresivos frente a *Pisum sativum*, así mismo las PGPR inhiben la síntesis de enzimas celulares de los patógenos aumentando las

concentraciones de peptonas y glucosas, de ésta manera se logra tener una buena sanidad de raíces para la absorción de iones (Serrano-Coll et al., 2015; Adinarayana & Ellaiah 2002).

4. Conclusiones

La aplicación del tratamiento D3N2 (1,5 ml L⁻¹ de biofertilizante y 312-20-0 UF) constituye la mejor opción para la producción de arveja variedad San Isidro en la Granja Experimental Docente de Querochaca de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UTA, Ecuador, ya que influyen directamente en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

Bibliografía

- Adinarayana, K., & Ellaiah, P. (2002). Response surface optimization of the critical medium components for the production of alkaline protease by a newly isolated *Bacillus* sp. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 5(3), 272–278.
- Alfonso, E., Leyva, Á., & Hernández, A. (2007). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Revista*

- Colombiana de Biotecnología, 7(2), 47–54.
- Baca, K., Sanchez, M., Carreño, C., y Mendoza, G. (2010). Polihidroxicanoatos de cepas de *Azospirillum* spp. aisladas de raíces de *Lycopersicon esculentum* Mill "tomate" y *Oryza sativa* L. "arroz" en Lambayeque. *Scientia Agropecuaria*, 1, 213–224.
- Bilbao, A., y Fernández, E. (2007). *Azospirillum brasilense* y micorrizas en trigo, en el Sudeste de Buenos Aires: campaña 2006/07. Aapresid. <https://www.aapresid.org.ar/blog/trigo-en-siembra-directa-2007>
- Castañeda-Saucedo, M., Gómez-González, G., Tapia-Campos, E., Núñez, O., Barajas, J., y Rujano, L. (2013). Efecto de *Azospirillum brasilense* y fertilización química sobre el crecimiento, desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch). *Interciencia*, 38(10), 737–744.
- Constantino, M., Gómes, R., Álvarez, J., Pat, J., y Espín, E. (2011). Efecto de la inoculación de *Azotobacter chroocolum*. *Agronomía Costarricense*, 35(1), 15–31.
- Creus, C., Sueldo, R., y Barassi, C. (1998). Water relations in *Azospirillum* - inoculated wheat seedlings under osmotic stress. *Canadian Journal of Botany*, 76, 238–244.
- Luévanos-Escareño, M. P., Vázquez-Vuelvas, O.F., Balagurusamy, N., Romero-Cedillo, L. y Loera Valenzuela, P. B. (2014). Biocatalizadores: Desarrollo tecnológico de enzimas con beneficios a gran escala. En: M. Cueto, M., De la Fuente, N., y Luévanos, M. (eds), *Fronteras en Microbiología Aplicada* (89-148). Universidad Autónoma de Coahuila.
- Dartora, J., Guimarães, V., Marini, D., y Sander, G. (2013). Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(10), 1023–1029. <http://doi.org/10.1590/S1415-43662013001000001>
- Escobar, C., Horna, Y., Carreño, C., y Mendoza, G. (2011). Caracterización de cepas nativas de *Azotobacter* spp. y su efecto en el desarrollo de *Lycopersicon esculentum* Mill. "tomate" en Lambayeque. *Scientia Agropecuaria*, 2, 39–49.
- Espinosa-Victoria, D., Hernández-Flores, L., y López-Reyes, L. (2006). Diversidad genética de *Azospirillum brasilense* en suelos cultivados con maíz con labranza convencional y de conservación. *Terra Latinoamericana*, 24(2), 215–223.

- Ferlini, H., Díaz, S., y Traut, C. (2005). Beneficios del uso de inoculantes sobre la base de *Azospirillum brasilense* en cultivos extensivos de granos y forrajes. *Unne*, 1–3.
- Flores-Gallegos, C. y Rodríguez-Herrera, R. (2014). *Azotobacter*: una bacteria con potencial como biofertilizante eco-amigable. En A. C. Flores-Gallegos, et al. (eds), *Biofertilizantes Microbianos*. (85-107). Universidad Autónoma de Coahuila.
file:///C:/Users/Hp/Downloads/Azotobacter_una_bacteria_con_potencial_c.pdf
- García-Olivares, J. (2012). Efecto de *Azospirillum brasilense* en el rendimiento del maíz en el norte de Tamaulipas, México. *Universidad y Ciencia*, 28(1), 79–84.
- García, F., Muñoz, H., Carreño, C., y Mendoza, G. (2010). Characterization of native strains of *Azospirillum* spp. and its effect on growth of *Oryza sativa* L. "rice" in Lambayeque. *Scientia Agropecuaria*, 1, 107–116.
- Jnawali, A., Ojha, R., y Marahatta, S. (2015). Role of *Azotobacter* in Soil Fertility and Sustainability: a review. *Advances in Plants & Agriculture Research*, 2(6), 250–253.
<http://doi.org/10.15406/apar.2015.02.00069>
- Lillie, S., y Pringle, J. (1980). Reserve carbohydrate metabolism in *Saccharomyces cerevisiae*: Responses to nutrient limitation. *Journal of Bacteriology*, 143(3), 1384–1394.
- López, R. (2002). Degradación del suelo, causas, procesos, evaluación e investigación. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial.
<http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libroselectronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.pdf>
- Marbán, L., De López Camelo, L. G., Ratto, S., y Agostini, A. (1999). Contaminación con metales pesados en un suelo de la cuenca del río Reconquista. *Ecología Austral*: 9:15–19.
- Matheus, J. (2004). Evaluación agronómica del uso de compost de residuos de la industria azucarera (biofertilizante) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Bioagro*, 16(3), 219–224.
- Cruz-Aguilar, M., Melgarejo, L. M., y Romero, M: (2010). Fitohormonas. En L. M. Melgarejo (ed), *Experimentos en Fisiología Vegetal* (1era ed.) (39-62). Universidad Nacional de Colombia 1. 25-37
- Méndez, M., Castro, E., y García, E. (2014). *Azospirillum* una rizobacteria con uso potencial en la agricultura. *Biológicas*, 16(1), 11–18.

- Mercado, M., García, M., y Quintanilla, J. (2009). Evaluación de los niveles de contaminación por plomo y arsénico en muestras de suelos y productos agrícolas procedentes de la región cercana al complejo metalúrgico Vinto. *Revista Boliviana de Química*, 26(2), 101-110.
- Page, W. (1987). Iron-dependent production of hydroxamate by sodium-dependent *Azotobacter chroococcum*. *Applied and Environmental Microbiology*, 53(7), 1418–1424.
- Parra, Y., y Cuevas, F. (2002). Potencialidades de *Azospirillum* como inoculante para la agricultura. *Cultivos Tropicales*, 23(3), 31–41.
- Rangel-Lucio, J., Rodríguez-Mendoza, M., Ferrera-Cerrato, R., Castellanos-Ramos, J., Ramírez-Gama, R., y Alvarado-Bárceñas, E. (2011). Afinidad y efecto de *Azospirillum* sp. en maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 269–279.
- Salazar, S., Toffoli, L., Tortora, M., Kirschbaum, D., y Pedraza, R. (2011). Efecto de la inoculación con *Azospirillum brasilense* en la producción de frutilla (*Fragaria ananassa* Duch). *Ciencia*, 6(22), 103–111.
- Saldaña, P. (2004). Determinación de parámetros para la fertilización racional fosforada en el cultivo de arveja (*Pisum sativum* L) en un suelo trumao de la décima región [Tesis de grado, Universidad Austral de Chile]. Repositorio <https://biblioteca.inia.cl/items/3def897f-e2ec-4376-ac98-05a30f947fe8>.
- Satroutdinov, A., Kuriyama, H., y Kobayashi, H. (1992). Oscillatory metabolism of *Saccharomyces cerevisiae* in continuous culture. *Fems Microbiology Letters*, 98, 261–267.
- Serrano-Coll, H., & Cardona-Castro, N. (2015). Micotoxicosis y micotoxinas: generalidades y aspectos básicos. *Revista Ces Medicina*, 29(1), 143–152.
- Vogel, G., Martinkoski, L., Jadoski, S., y Fey, R. (2015). Efeitos da combinação de *Azospirillum brasilense* com fungicidas no desenvolvimento de trigo. *Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science*, 8(3), 73–80.
- Wani, S. A., Chand, S., Wani, M. A., Ramzan, M., & Hakeem, K. R. (2016). *Azotobacter chroococcum*: A potential biofertilizer in agriculture: an overview. En S. R. Imadi et al. (eds), *Soil Science: Agricultural and Environmental Perspectives* (333-348). Springer, 333–348. doi:10.1007/978-3-319-34451-5_15.