



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v5i1.1064>

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículo de investigación

Microorganismos benéficos MOBs obtenidos de plantas, como promotores en la germinación de semillas

MOBs beneficial microorganisms obtained from plants, as promoters in seed germination

MOBs microrganismos benéficos obtidos de plantas, como promotores na germinação de sementes

Jacinto Enrique Vázquez-Vázquez ⁱ
jvazquez@ucacu.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7960-7491>

Juan Carlos González-Rojas ⁱⁱ
jgonzalezr@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8241-0991>

Jorge Rodrigo Castillo-Guevara ⁱⁱⁱ
jcastillo@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4279-9626>

Manuel Salvador Álvarez-Vera ^{iv}
malvarezv@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2521-0042>

***Recibido:** 05 de septiembre de 2019 ***Aceptado:** 28 de octubre de 2019 ***Publicado:** 12 de noviembre de 2019

ⁱ Ingeniero Agrónomo, Master en Administración de Empresas, PhD en Ingeniería y Ciencias Ambientales; Docente de la Carrera de Ingeniería Agronómica en la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

ⁱⁱ Ingeniero Agrónomo, PhD en Biología Animal y Ecología: Perspectivas Ambientales, Docente Investigador de la Carrera de Ingeniería Agronómica en la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

ⁱⁱⁱ Ingeniero de Minas, Especialista en Docencia Universitaria, Magíster en Ingeniería Ambiental y Seguridad Industrial; Docente de la Carrera de Ingeniería Ambiental en la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

^{iv} Ingeniero Agrónomo, Especialista en Docencia Universitaria, Magíster en Protección y Remedación Ambiental, Doctoris Philosophiae en Ingeniería y Ciencias Ambientales. Docente en la Carrera de Ingeniería Ambiental, Jefatura de Posgrados en la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Resumen

El uso de microorganismos benéficos MOBs es una alternativa de sostenibilidad, debido a la natural interacción suelo - planta, siendo el objetivo de la investigación determinar el efecto de MOBs obtenidos de la filosfera de plantas de banano de regiones del Ecuador, en la germinación de semillas (lechuga, rábano), con un diseño completamente al azar (DCA) con trece tratamientos y cuatro repeticiones. En laboratorio se evaluaron dos métodos de aplicación: directo en dosis de 0,5 y 0,25% y en imbibición al 2,5 y 5% de concentración. En cajas Petri con papel absorbente y 3 milímetros de solución se sembraron 10 semillas, con la metodología del Test de Zucchini, se determinó el Índice de Germinación IG, los valores más altos para lechuga y rábano se obtuvieron con los MOBs de la región Costa por el método directo, en dosis de 0,5% y 0,25% respectivamente, con valores superiores al control en 15,9% y 20,2%. La comparación de la longitud de la radícula no presentó diferencias significativas en ninguno de los tratamientos. Utilizar MOBs en la germinación de las semillas testeadas mejora el proceso, los microorganismos de la región Costa aplicados con el método directo en dosis de 0,25% presentan los mejores resultados.

Palabras claves: Microorganismo benéficos; filosfera; índice de germinación.

Abstract

The use of beneficial microorganisms MOBs is an alternative of sustainability, due to the natural soil - plant interaction, being the objective of the investigation to determine the effect of MOBs obtained from the banana plant philosophy of regions of Ecuador, in the germination of seeds (lettuce, radish), with a completely random design (DCA) with thirteen treatments and four repetitions. In the laboratory two methods of application were evaluated: direct in doses of 0.5 and 0.25% and in imbibition at 2.5 and 5% concentration. In Petri dishes with absorbent paper and 3 millimeters of solution 10 seeds were sown, with the Zucchini Test methodology, the Germination Index IG was determined, the highest values for lettuce and radish were obtained with the MOBs of the Costa region by the direct method, in doses of 0.5% and 0.25% respectively, with values above the control in 15.9% and 20.2%. The comparison of the radicle length did not show significant differences in any of the treatments. Using MOBs in the germination of the seeds tested improves the process, the microorganisms of the Costa region applied with the direct method at a dose of 0.25% have the best results.

Keywords: Beneficial microorganisms; philosophy germination rate

Resumo

O uso de MOBs de microrganismos benéficos é uma alternativa de sustentabilidade, devido à interação natural solo - planta, sendo o objetivo da investigação determinar o efeito dos MOBs obtidos a partir da filosofia da bananeira das regiões do Equador, na germinação de sementes (alface, rabanete), com delineamento completamente aleatório (ACD), com treze tratamentos e quatro repetições. No laboratório foram avaliados dois métodos de aplicação: direto em doses de 0,5 e 0,25% e em embebição nas concentrações de 2,5 e 5%. Em placas de Petri com papel absorvente e 3 milímetros de solução, 10 sementes foram semeadas, com a metodologia do Teste Zucchini, foi determinado o Índice de Germinação IG, os maiores valores de alface e rabanete foram obtidos com os MOBs da região Costa por o método direto, em doses de 0,5% e 0,25%, respectivamente, com valores acima do controle em 15,9% e 20,2%. A comparação do comprimento da radícula não mostrou diferenças significativas em nenhum dos tratamentos. Usando MOBs na germinação das sementes testadas, melhora o processo, os microrganismos da região Costa aplicados com o método direto na dose de 0,25% apresentam os melhores resultados.

Palavras chaves: Microrganismos benéficos; filosofia taxa de germinação.

Introducción

Los microorganismos se presentan como actores importantes en los sistemas de producción agrícola sostenible, debido a la interacción que mantienen con el suelo y la planta, considerándose tres categorías: los microorganismos que se asocian con las plantas y son responsable de su nutrición, los grupos que estimulan el crecimiento indirecto impidiendo el desarrollo de patógenos, y los responsables de la promoción directa del crecimiento de las plantas (Nihorimbere et al., 2011).

Desde el punto de vista agrícola, los microorganismos son opciones amigables con el medio ambiente, pues regulan la eficiencia y la accesibilidad de los nutrientes a las plantas de cultivo, mejorando la fertilidad al enriquecer la biodiversidad y elevando los niveles de nutrientes en el suelo. (Mahawar y Prasanna 2018). Es muy probable que los inoculantes microbianos tengan un

papel preponderante en la agricultura a medida que avanza la tendencia a disminuir los tratamientos químicos para las plantas. (Paau 1988).

Los microorganismos beneficiosos se pueden aislar de plantas para ser aprovechados en diferentes procesos agrícolas, siendo un consorcio microbiano que habita el suelo y las superficies de todos los seres vivos, que tienen la potencialidad entre otras de la fijación de nitrógeno, mejora de la fertilidad del suelo y la producción de hormonas de crecimiento vegetal (Lakshman y Gopal 2015), dependiendo de la planta de la cual se obtengan los microorganismos benéficos, varía su potencial de unidades formadoras de colonias (Alvarez-Vera et al. 2018).

Está reconocido que los microorganismos promotores del crecimiento de las plantas (PGPM) son contribuyentes esenciales para elevar la productividad agrícola a través de la aplicación directa a la rizosfera y los tejidos vegetales, o la inoculación de semillas (Ma 2019).

La germinación de semillas es uno de los procesos más importantes en el ciclo de vida de una planta, recubrir las semillas para germinación con materiales exógenos como biopolímeros, colorantes, agentes de control biológico y microorganismos, es una técnica confiable, que en última instancia mejora la calidad de la semilla (viabilidad y vigor) y el rendimiento (Adak et al., 2016). El recubrimiento de semillas se considera una herramienta biológica que estimula la calidad de las semillas (Hazra y Patanjali, 2016). Diferentes microorganismos se han utilizado como promotores de crecimiento y estimulantes de germinación de semillas, recientemente Ma et al. (2019), recubrieron semillas de *Vigna unguiculata* usando una mezcla que contenía *Pseudomonas libanensis*; por otra parte, Young et al. (2006) encapsuló semillas con una mezcla de *Bacillus subtilis* CC - pg104 con perlas de alginato enriquecidas con ácido húmico logrando la promoción exitosa del crecimiento de plantas de lechuga.

Fundamentados en lo anterior, se plantea como objetivo determinar el efecto de MOBs obtenidos de la filosfera de plantas de banano de diferentes regiones del Ecuador, en la germinación de semillas de rábano y lechuga.

Metodología

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de principios activos del Centro de Investigación/Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT) de la Universidad Católica de Cuenca ubicados en la parroquia Ricaurte, cantón Cuenca, provincia de Azuay.

Los consorcios de microorganismos benéficos (MOBs) fueron obtenidos de la filosfera, específicamente de las hojas de plantas de banano de tres regiones del Ecuador: Costa, Sierra y Amazonia, mediante un proceso de hidrólisis; las hojas fueron trituradas en fragmentos pequeños para luego ser mezclados con agua, sal, melaza e hígado de res de acuerdo a las proporciones recomendadas por Alvarez et al. (2018). Muestras de los diferentes consorcios fueron enviadas al laboratorio Plant Sphere Labs (PSL) en la ciudad de Quito para su caracterización, los resultados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1.- Resultados de la caracterización de los consorcios microbianos de banano de las tres regiones en log UFC ml⁻¹

Microorganismos	BR1	BR2	BR3
	log UFC ml ⁻¹		
<i>Actinomyces</i> sp.	1.0923154	n.d.	1.1584217
<i>Arthrobacter</i> sp.	1.5546265	0.2314735	0.8513147
<i>Bacillus subtilis</i>	1.6032468	0.4215487	1.1452144
<i>Bacillus amynoliquefaciens</i>	0.9520165	0.2315486	0.8951234
<i>Devaromyces</i> sp.	0.7314248	n.d.	1.1475132
<i>Enterobacter</i> sp.	2.9598478	1.1562129	0.5321456
<i>Hanseniaspora</i> sp.	1.8754674	0.4215485	0.9985621
<i>Kloekera</i> sp.	2.9854089	0.3121465	1.1713245
<i>Kluyveromyces</i> sp.	3.2016411	1.1251547	0.6542153
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	2.9019878	1.4851775	2.5421467
<i>Lactobacillus plantarum</i>	2.3544678	0.5487546	3.5474614

Microorganismos benéficos MOBs obtenidos de plantas, como promotores en la germinación de semillas

<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	2.2415391	n.d.	2.0545846
<i>Paenibacillus</i> sp.	1.0124413	n.d.	2.0132421
<i>Pseudomonas</i> sp.	1.2150154	0.3621543	1.5545214
<i>Pichia</i> sp.	0.9512473	1.1024521	2.9454989
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	3.2547634	1.1845727	3.2156858
<i>Saccharomyces</i> sp	3.2057958	1.0512786	2.4301578

BR1 (Banano, costa). BR2 (Banano, sierra). BR3 (Banano, amazonia). nd (no detectado)

A nivel de laboratorio se evaluaron dos métodos de aplicación de los MOBs, uno de aplicación directa a la semilla en el agua de germinación en dosis de 0,5 y 0,25% y el otro mediante imbibición de las semillas durante 30 minutos antes de la siembra en dosis de 2,5 y 5% de concentración, Se planteó un diseño completamente al azar (DCA) con trece tratamientos y cuatro repeticiones como se observa en la tabla 2, con un total de 52 unidades experimentales; cada una constó de una caja Petri en la que se colocó papel toalla humedecido con 3 mililitros de agua destilada pura o con MOBs de acuerdo al tratamiento, luego se colocaron 10 semillas, probándose dos especies: rábano (SAKATA N0 25) y lechuga (variedad Winterhaven).

Tabla 2.- Representación de los tratamientos del experimento

Tratamientos	MOBs	Aplicación	Dosis
T1			
T2	R1B	Imbibición	5%
T3			2,50%
T4		Directo	0,50%
T5			0,25%
T6	R2B	Imbibición	5%
T7			2,50%
T8		Directo	0,50%
T9			0,25%
T10	R3B	Imbibición	5%
T11			2,50%
T12		Directo	0,50%
T13			0,25%

T1 (Tratamiento testigo).

Luego de permanecer 4 días en una cámara de clima constante marca Memmert HPP 110, a temperatura de 25 °C y con humedad de 55%, se determinó el Índice de Germinación (IG), en base al test de Zuconni (Zuconni et al.1981) con la fórmula:

$$IG = \frac{GRS \times CRR}{100}$$

Donde GRS es el Porcentaje de la Germinación Relativa de Semillas, que esta dado por la división entre el promedio de semillas germinadas del tratamiento sobre el promedio de semillas germinadas del testigo y multiplicado por 100. En tanto que el CRR es el Crecimiento Relativo de la Radícula y está dado por la división entre la longitud promedio de la radícula del tratamiento sobre la longitud promedio de la radícula del control y multiplicado por 100, se tomó como base que el IG del tratamiento testigo es el 100. Se determinó la longitud de la radícula en milímetros con la ayuda de papel milimetrado.

Resultados y Discusión

Índice de Germinación (IG).- los valores más altos se obtuvieron con los MOBs de la región Costa BR1 y método directo de aplicación, en rábano con el tratamiento T5 con la dosis de 0,25% con un valor superior al testigo T1 en 20,2% (Gráfico 1); en lechuga con el tratamiento T4 con una dosis de 0.50% con un valor medio de 15,9% superior al testigo T1 (Grafico 2).

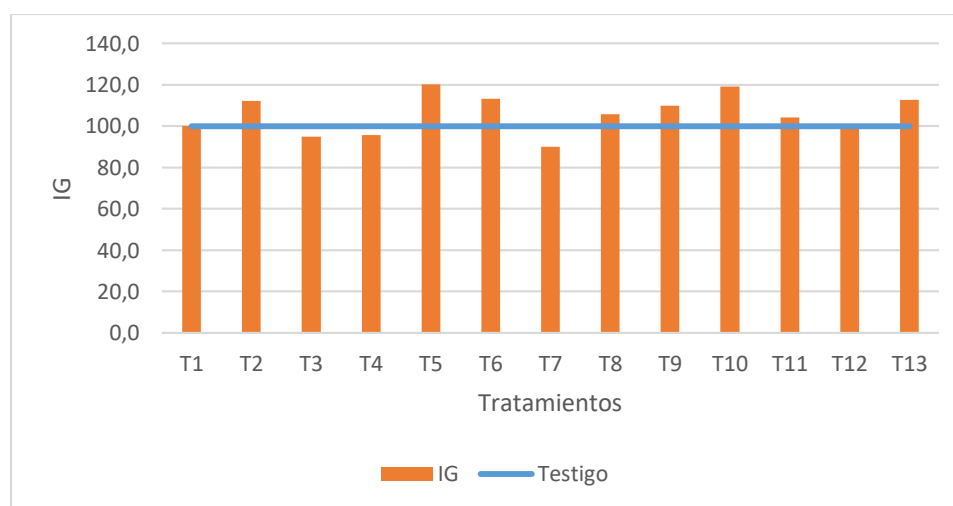


Gráfico 1.- Índice de Germinación (IG) de semillas de rábano

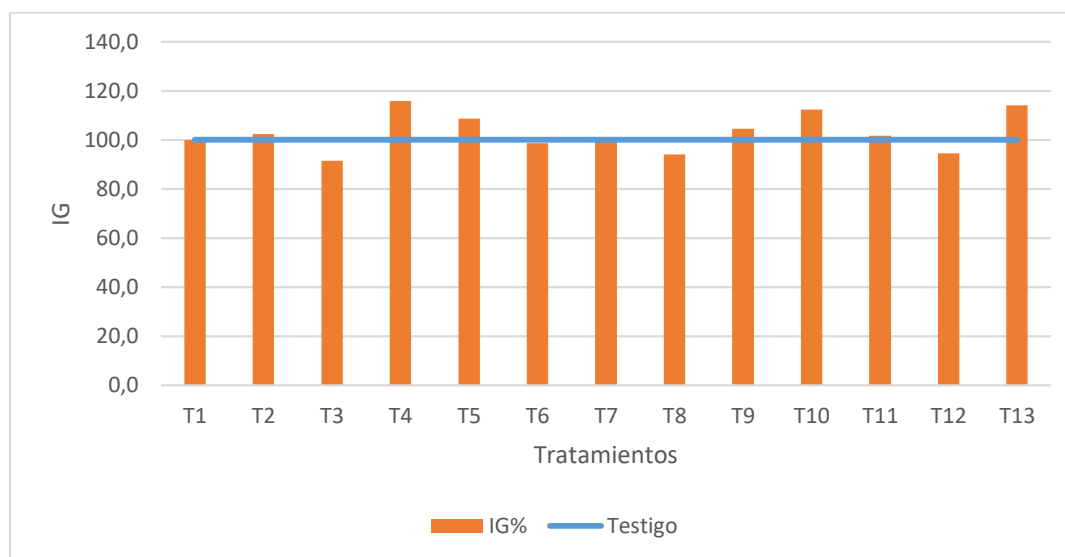


Gráfico 2.- Índice de Germinación (IG) de semillas de lechuga

Los consorcios de microorganismos benéficos pueden tener un efecto positivo sobre la germinación de las semillas, al respecto Barreto et al. (2007), probó biopreparados a base de *Pseudomonas fluorescens*, *putida* y *Bacillus licheniformis* en la germinación de semillas de *Anacardium excelsum*, con resultados en los que el efecto promotor fue superior al tratamiento control, en tanto que Paredes-Páliz et al. (2016), menciona que la inoculación de semillas de *Spartina densiflora* con cepas gram positivas de *Bacillus aryabhattai* RSO25 han demostrado ser eficientes en la protección de la germinación de semillas contra el exceso de metal, aumentando la germinación de semillas hasta 2.5 veces con respecto a las semillas no inoculadas.

En otro estudio se evaluó la inoculación de *Bacillus spp.*, *Trichoderma spp.*, *Glomus intraradices* y rizobacterias halófilas en la germinación de semillas de *Echinocactus platyacanthus*, demostrando que los microorganismos juegan un papel importante en la promoción del proceso de germinación de las semillas (Castillo-Reyes et al. 2014). De igual manera, los microorganismos beneficiosos (*Clonostachys rosea*, *Pseudomonas chlororaphis*, *Pseudomonas fluorescens*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride*) se aplicaron con éxito a semillas de zanahoria y cebolla, con una mejora consistente en la emergencia de las semillas (Bennett et al. 2009).

Longitud de radícula.- para esta variable no existen diferencias estadísticas para las semillas en estudio (gráfico 3 y 4), para rábano con un p-valor de 0,2443 y 0,4328 para lechuga. En rábano el tratamiento con la media mayor es T13, con los MOBs de la región Amazónica BR3, aplicados con el método directo, en dosis de 0,25% con una media de 45,5 milímetros y un valor superior en 8,6% al tratamiento testigo T1, al que le corresponde una media de 41,6 milímetros.

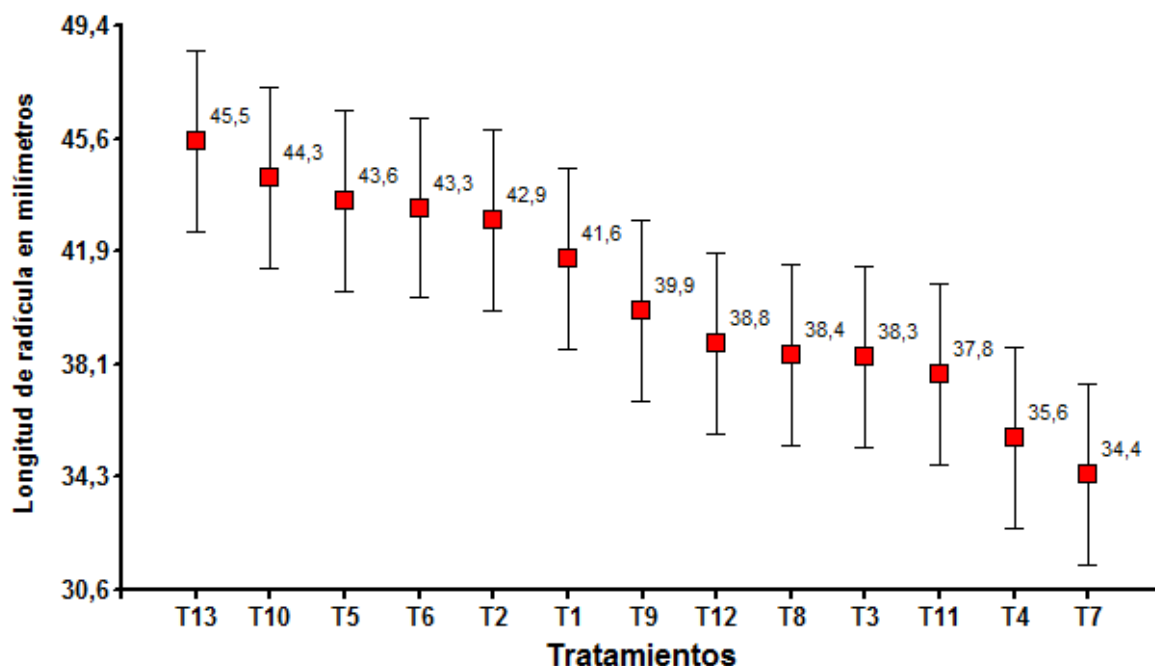


Gráfico 3. Longitud de radícula en milímetros en semillas de rábano

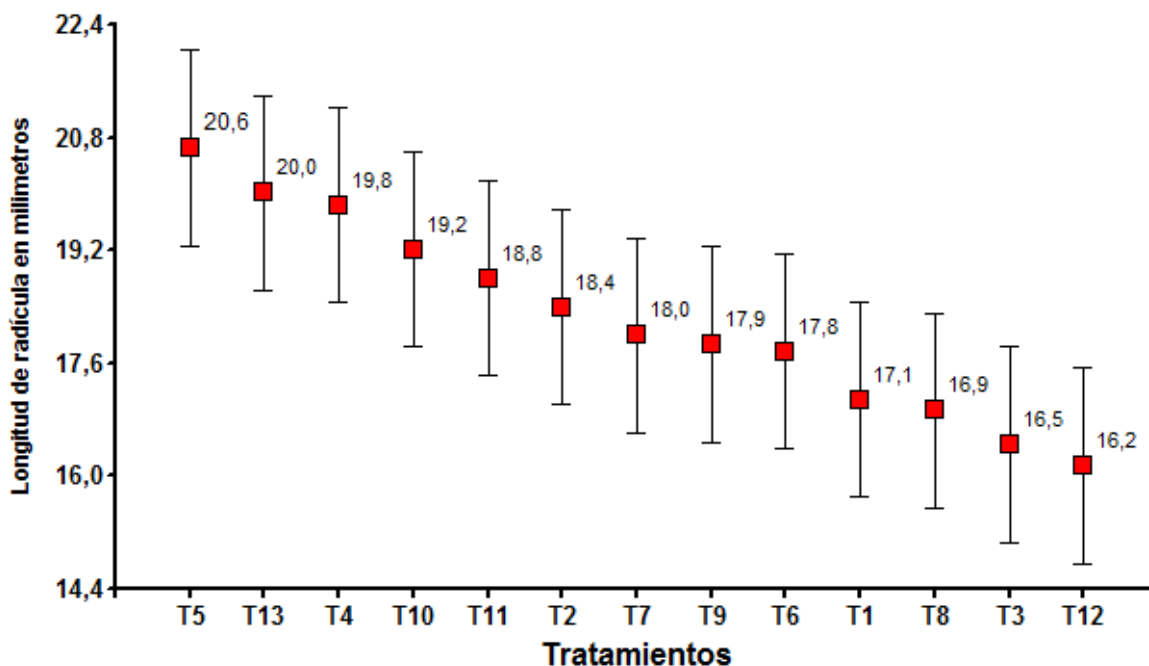


Gráfico 4.- Longitud de radícula en milímetros en semillas de lechuga

Para la semilla de lechuga, el tratamiento T5, con los MOBs de la región Costa BR1, aplicados con el método directo, en dosis de 0,25% obtuvo la media mayor con un valor de 20,6 milímetros, valor que es superior en 17% a la media del tratamiento testigo T1 con una media de 17,1 milímetros.

Microorganismos obtenidos con diferentes métodos han sido probados como promotores de crecimiento de las raíces y plantas. El uso de la tecnología de los Microorganismos Efectivos (EM), proporciona amplios beneficios a la agricultura entre estos, promueve el crecimiento de las raíces y el desarrollo de las plantas (BID 2009). En otro estudio se analizó un total de 89 actinomicetos, escogiendo cuatro de estos, con los que se concluyó que estos tienen un buen efecto de promoción del crecimiento de las plantas y un potencial de biocontrol en el garbanzo (Sreevidya et al., 2015)

Conclusiones

Utilizar MOBs obtenidos de la filosfera de plantas de banano en la germinación de semillas mejora el proceso, los microorganismos de la región costa BR1, aplicados con el método directo, en dosis de 0,25% para rábano y de 0,50% para lechuga, obtuvieron el mayor Índice de Germinación (IG%). Los MOBs de la región Amazónica BR3 para rábano y los MOBs de la región Costa BR1 para

lechuga, los dos aplicados con el método directo en dosis de 0,25%, lograron la media mayor para la longitud de radícula.

Referencias

1. Adak T, Kumar J, Shakil NA, Pandey S. 2016. Role of nano-range amphiphilic polymers in seed quality enhancement of soybean and imidacloprid retention capacity on seed coatings. *J Sci Food Agric.* 96(13):4351-7.
2. Alvarez, M; Tuca, F; Quispe, E; Meza, V. 2018. Incidencia de la inoculación de microorganismos benéficos en el cultivo de fresa (*Fragaria sp.*). *Scientia Agropecuaria* 9(1): 33-42.
3. Alvarez-Vera, M; Vázquez, J; Castillo, J; Tuca, F; Meza, V. 2018. Potencial de la flora de la provincia del Azuay (Ecuador) como fuente de microorganismos benéficos Potential of the flora of the province of Azuay (Ecuador) as a source of beneficial microorganisms. *Scientia Agropecuaria* 9(4): 561-568.
4. Barreto, D; Valero, N; Muñoz, A; Peralta, A. 2007. Efecto de Microorganismos Rizosféricos sobre Germinación y Crecimiento Temprano de *Anacardium Excelsum*. *Zonas Áridas* 11(1): 240-250.
5. Bennett, A; Mead, A; Whipps, J. 2009. Performance of carrot and onion seed primed with beneficial microorganisms in glasshouse and field trials. *Biological Control* 51(3): 417-426.
6. BID, Banco Interamericano de Desarrollo. 2009. Manual Práctico de Uso de EM. 2009: 33.
7. Castillo-Reyes, F; Sánchez, J; Rangel, S; Canul, J. 2014. Efecto de Microorganismos en la promoción de la germinación de semillas la cactácea *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto. *Interciencia.* 39 (12): 863-867
8. Hazra DK, Patanjali PK. 2016. Seed coating formulation technologies: an environmental biology friendly approaches for sustainable agriculture. *Biosci Meth.*7:1-10.
9. Lakshman, B; Gopal, KDVR. 2015. Effective role of indigenous microorganisms for sustainable environment. *3 Biotech* 2015: 867-876.

10. Ma, Y. 2019. Seed coating with beneficial microorganisms for precision agriculture, *Biotechnology Advances*, <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107423>
11. Ma Y, Látr A, Rocha I, Freitas H, Vosátka M, Oliveira RS. 2019. Delivery of inoculum of *Rhizophagus irregularis* via seed coating in combination with *Pseudomonas libanensis* for cowpea production. *Agronomy*. 9(1):33. <https://doi.org/10.3390/agronomy9010033>
12. Mahawar, H; Prasanna, R. 2018. Prospecting the interactions of nanoparticles with beneficial microorganisms for developing green technologies for agriculture. *Environmental Nanotechnology, Monitoring; Management* 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2018.09.004>
13. Nohoribere, V; Ongena, M; Smargissi, M; Thonart, P. 2011. Beneficial effect of the Rhizosphere Microbial Community for Plant Growth and Health. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(2): 327-337.
14. Paau, AS. 1988. Formulations useful in applying beneficial microorganisms to seeds. *Trends in Biotechnology* 6(11): 276-279.
15. Paredes-Páliz, KI; Pajuelo, E; Doukkali, B; Ángel, M; Rodríguez-Illorente, ID; Mateos-Naranjo, E. 2016. Bacterial inoculants for enhanced seed germination of *Spartina densiflora*: Implications for restoration of metal polluted areas. *Marine Pollution Bulletin*. 1-5.
16. Sreevidya, M; Gopalakrishnan, S; Kudapa, H; Varshney, RK. 2015. Exploring plant growth-promotion actinomycetes from vermicompost and rhizosphere soil for yield. *Brazilian Journal of Microbiology* 47(1): 85-95.
17. Young CC, Rekha PD, Lai WA, Arun AB. 2006. Encapsulation of plant growth-promoting bacteria in alginate beads enriched with humic acid. *Biotechnol Bioeng.* 95(1):76–83.
18. Zucconi F, Pera A, Forte M, de Bertoldi M (1981) Evaluating toxicity of immature compost. *BioCycle* Vol 22, pp 54-57. ISSN:0276-5055

References

1. Adak T, Kumar J, Shakil NA, Pandey S. 2016. Role of nano-range amphiphilic polymers in seed quality enhancement of soybean and imidacloprid retention capacity on seed coatings. *J Sci Food Agric.* 96 (13): 4351–7.
2. Alvarez, M; Tucta, F; Quispe, E; Meza, V. 2018. Incidence of the inoculation of beneficial microorganisms in strawberry cultivation (*Fragaria sp.*). *Agricultural Scientia* 9 (1): 33-42.
3. Alvarez-Vera, M; Vázquez, J; Castillo, J; Tucta, F; Meza, V. 2018. Potential of the flora of the province of Azuay (Ecuador) as a source of beneficial microorganisms. *Agricultural Scientia* 9 (4): 561-568.
4. Barreto, D; Valero, N; Muñoz, A; Peralta, A. 2007. Effect of Rhizospheric Microorganisms on Germination and Early Growth of *Anacardium Excelsum*. *Arid Zones* 11 (1): 240-250.
5. Bennett, A; Mead, A; Whipps, J. 2009. Performance of carrot and onion seed primed with beneficial microorganisms in glasshouse and field trials. *Biological Control* 51 (3): 417-426.
6. IDB, Inter-American Development Bank. 2009. *Practical Manual of MS Use*. 2009: 33.
7. Castillo-Reyes, F; Sánchez, J; Rangel, S; Canul, J. 2014. Effect of Microorganisms in the promotion of seed germination of the *Echinocactus platyacanthus* Link & Otto cactacea. *Interconsciousness* 39 (12): 863-867
8. Hazra DK, Patanjali PK. 2016. Seed coating formulation technologies: an environmental biology friendly approaches for sustainable agriculture. *Biosci Meth.* 7: 1–10.
9. Lakshman, B; Gopal, KDVR. 2015. Effective role of indigenous microorganisms for sustainable environment. *3 Biotech* 2015: 867-876.
10. Ma, Y. 2019. Seed coating with beneficial microorganisms for precision agriculture, *Biotechnology Advances*, <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.107423>
11. Ma Y, Látr A, Rocha I, Freitas H, Vosátka M, Oliveira RS. 2019. Delivery of inoculum of *Rhizophagus irregularis* via seed coating in combination with *Pseudomonas libanensis* for cowpea production. *Agronomy* 9 (1): 33. <https://doi.org/10.3390/agronomy9010033>

12. Mahawar, H; Prasanna, R. 2018. Prospecting the interactions of nanoparticles with beneficial microorganisms for developing green technologies for agriculture. *Environmental Nanotechnology, Monitoring; Management* 2018. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2018.09.004>
13. Nohoribere, V; Ongena, M; Smargissi, M; Thonart, P. 2011. Beneficial effect of the Rhizosphere Microbial Community for Plant Growth and Health. *Biotechnol Agron Soc. Environ.* 15 (2): 327-337.
14. Paa, AS. 1988. Formulations useful in applying beneficial microorganisms to seeds. *Trends in Biotechnology* 6 (11): 276-279.
15. Paredes-Páliz, KI; Handkerchief, E; Doukkali, B; Angel, M; Rodríguez-Illente, ID; Mateos-Naranjo, E. 2016. Bacterial inoculants for enhanced seed germination of *Spartina densiflora*: Implications for restoration of metal polluted areas. *Marine Pollution Bulletin.* 1-5.
16. Sreevidya, M; Gopalakrishnan, S; Kudapa, H; Varshney, RK. 2015. Exploring plant growth-promotion actinomycetes from vermicompost and rhizosphere soil for yield. *Brazilian Journal of Microbiology* 47 (1): 85-95.
17. Young CC, Rekha PD, Lai WA, Arun AB. 2006. Encapsulation of plant growth-promoting bacteria in alginate beads enriched with humic acid. *Biotechnol Bioeng.* 95 (1): 76–83.
18. Zucconi F, Pear A, Forte M, by Bertoldi M (1981) Evaluating toxicity of immature compost. *BioCycle* Vol 22, pp 54-57. ISSN: 0276-5055

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).