

NOTA CIENTÍFICA

Efecto de la inoculación y peletización en la germinación y crecimiento de plantas de maca (*Lepidium meyenii* W.) a nivel in vitro e invernadero

Effect of inoculation and pelleting on the germination and growth of maca (*Lepidium meyenii* W.) in vitro and greenhouse

Italo Vergani-Boza y Doris Zúñiga-Dávila *

Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología, Departamento de Biología-Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Av. La Molina s/n. Lima 12, Perú.

*Autor para correspondencia

Email Italo Vergani: italovergani@gmail.com

Email Doris Zúñiga: dzuniga@lamolina.edu.pe

Resumen

Se compararon semillas inoculadas sin peletizar y peletizadas con tres distintas cepas (C32, DZ50 y AC7) en maca (*Lepidium meyenii*) a nivel in-vitro e invernadero en donde a nivel in-vitro se midió el porcentaje de germinación y peso seco y a nivel de invernadero el porcentaje de emergencia, peso seco de raíz y peso seco de la parte aérea, encontrándose que tanto en la germinación como en la emergencia los porcentajes fueron mayores en los tratamientos peletizados que los no peletizados. En los pesos secos a nivel in vitro todos los tratamientos peletizados superaron a los tratamientos sin peletizar y los tratamientos con inoculante peletizados y sin peletizar fueron superiores a los controles sin inoculante. Por otro lado se midió la cantidad de células viables y la actividad de agua (Aw) de las semillas peletizadas y sin peletizar en donde se observó que todos los tratamientos peletizados tienden a conservar estos dos parámetros a través del tiempo.

Palabras clave: inoculante; maca; peletizado; Aw.

Abstract

Non-pelleted and pelleted seeds of maca (*Lepidium meyenii* W.) inoculated with three strains (C32, DZ50 and AC7) were compared at in-vitro and greenhouse tests. Percentage of germination and dry weight of plant were measured in-vitro level. Percentage of emergence, root and shoot dry weight were measured in greenhouse. Both germination and emergence percentages were higher in pelleted than non-pelleted treatments. In vitro dry weights of all the pelleted treatments were higher than non-pelleted; pelleted and non-pelleted inoculated dry weights were higher than controls without inoculant. The amount of viable cells and water activity (Aw) of pelleted and non-pelleted seeds were measured; pelleted treatments tend to preserve these two parameters over time.

Keywords: Inoculant; maca; pelleted; Aw.

Citación:

Vergani Boza I., D. Zúñiga Dávila. 2018. Efecto de la inoculación y peletización en la germinación y desarrollo de semillas de maca (*Lepidium meyenii* W.) a nivel in-vitro e invernadero. Revista peruana de biología 25(3): 329 - 334 (Agosto 2018). doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v25i3.14035>

Presentado: 11/12/2017

Aceptado: 26/07/2018

Publicado online: 25/09/2018

Fuentes de financiamiento: Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate Perú), Proyecto contrato Nro.225 Fincyt-IA-2013

Información sobre los autores:

Los autores no incurren en conflictos de intereses.

Journal home page: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/rpb/index>

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Peruana de Biología de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citadas. Para uso comercial, por favor póngase en contacto con editor.revperubiol@gmail.com.

Introducción

Los cultivos andinos de granos, tubérculos, raíces, frutos, plantas aromáticas y medicinales, tienen un enorme potencial de transformación primaria y agroindustrial, a partir de los cuales se pueden obtener productos exclusivos y únicos (Quiroz & Aliaga 1997), por lo cual, desde hace algunos años atrás y con el objetivo de obtener una producción más natural y sana, las investigaciones se han dirigido hacia la restitución de nutrientes naturales a los suelos mediante la interacción microorganismo-suelo (Díaz Álvarez 2004).

La maca (*Lepidium meyenii*) es una planta nativa de los andes del Perú reconocida por su alta concentración de nutrientes. Su producción se da en Junín y Cerro de Pasco a más de 4000 m de altitud (Chacón 1990). Su exportación ha ido en constante aumento registrando 935 toneladas en el año 2011 y 2388 toneladas de maca el 2015, siendo en estos últimos 5 años los mayores compradores Hong Kong (27.51%) y Estados Unidos (23.42%) (SIICEX, 2016).

Originalmente la peletización fue usada para cambiar la forma y tamaño de las semillas, con la finalidad de una mejor manipulación de las semillas hortícolas, además de ser usados como un sistema de identificación, protección y siembra de precisión (Bennett 2015). Es una técnica de mejora que aumenta el rendimiento de los cultivos, es aclamada por jugar un papel importante en la siembra de precisión al uniformizar las condiciones externas de las semillas sobre todo si estas son pequeñas además de contribuir a la nutrición complementaria (Jerlin et al. 2008).

La peletización de semillas con biofertilizantes es una alternativa muy atractiva debido a al alto potencial de las capacidades bioquímicas de los microorganismos, permitiendo una mayor asimilación de nutrientes, fijando nitrógeno, produciendo hormonas vegetales, actuando como antagonista de patógenos, etc. El uso de biofertilizantes con microorganismos autóctonos como una alternativa natural es un medio económicamente atractivo debido a su capacidad de reducir la dependencia de los recursos externos y aumentar la calidad y cantidad de los recursos internos (Leyva et al. 2005). Por otro lado, la peletización con biofertilizantes, también se está usando como mecanismo de restitución de nutrientes a los suelos para mejorar los rendimientos de los cultivos de pequeñas semillas (Karnathaka 2006), así como combatir enfermedades mediante la incorporación de antagonistas (Moënné-Locoz et al. 1999, Hu et al. 2013, Hu et al. 2011). El potencial de la peletización es amplio debido a todos los componentes, a la diversidad de microorganismos que se pueden incorporar en los mismos y a los materiales de bajo costo de los que están hechos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del peletizado de semillas de maca en su germinación y el peso seco de sus plántulas, con finalidad de usar el peletizado como una estrategia de mejora del manejo de la semilla en campo.

Material y métodos

Cepas bacterianas y condiciones de cultivo.- Se usaron las siguientes cepas del banco de germoplasma del Laboratorio de Ecología Microbiana y Biotecnología: *Pseudomonas* sp. C32 (Ortiz et al. 2017) aislada de rizosfera de maca, y *Streptomyces* sp. AC7 y diazótrofo DZ50 (Zúñiga 2013) aisladas de rizosfera de quinua. Todas ellas presentaron capacidades de promover el crecimiento de plantas.

Las tres cepas fueron incubadas en 5 mL de caldo levadura manitol (LMC) en tubos de ensayo de 20 mL a 150 rpm hasta alcanzar una concentración de 1×10^8 UFC/mL aproximadamente.

Preparación del inóculo para el peletizado.- Para la preparación del inóculo cada uno de los caldos bacterianos fueron mezclados con adhesivo en partes iguales y homogenizados. Para la elaboración de los controles se mezcló caldo estéril sin inocular con el adhesivo en partes iguales.

Inoculación de semillas.- La desinfección de las semillas de maca se realizó sumergiéndolas en alcohol al 70% durante un periodo de 3 minutos, seguido de un lavado con agua destilada estéril, luego se las embebió en una solución de hipoclorito de sodio al 3% durante 3 minutos (Zúñiga 2013) seguido de 4 lavados sucesivos con agua destilada estéril y se secaron en un flujo de aire filtrado. Las semillas desinfectadas fueron embebidas en cada caldo bacteriano de las cepas C32, DZ50 y AC7 durante 15 minutos luego de lo cual se retiró el exceso de inóculo. El control (CN) fue embebido en caldo LMC estéril durante 15 minutos y luego se retiró el exceso de caldo.

Peletización de semillas.- A las semillas desinfectadas se agregó el adhesivo conteniendo el caldo bacteriano y se dejó reposar durante 10 minutos, luego se agregó el soporte y se agitó con vigorosidad hasta la formación de los pelets. En el caso del control, el procedimiento fue el mismo con excepción de que se usó una mezcla de adhesivo con caldo estéril en partes iguales. Las semillas peletizadas se secaron durante 1 hora a 22 °C en una cámara de flujo de aire filtrado.

Germinación peso seco de plántulas a nivel in-vitro.- Las semillas inoculadas, peletizadas y sus respectivos controles fueron dispuestas en placas Petri con agar-agua en 4 repeticiones y se incubaron a una temperatura de 18 °C durante 14 días, midiendo el porcentaje de germinación y el peso seco de plántulas.

Emergencia y pesos seco de plantas de maca a nivel de invernadero.- Las semillas inoculadas, peletizadas y sus controles fueron colocadas en macetas con tierra de campo de la Universidad Nacional Agraria La Molina durante 35 días. Se realizó el riego con solución nutritiva sin nitrógeno para todos los tratamientos incluyendo a los controles negativos (CN-) y con excepción de los controles positivos (CN+) que fueron regados con solución nutritiva con nitrógeno (Broughton & Dilworth 1970) donde se evaluó el porcentaje de emergencia, peso seco de raíz y parte aérea de planta.

Medición de actividad de agua (Aw).- Se midió la actividad de agua de las semillas peletizadas, inoculadas y sus controles 5 veces, durante un periodo de 30 días, usando un medidor de actividad de agua de marca AQUALAB modelo AQUALAB PRE.

Determinación de células viables en las semillas peletizadas y sin peletizar.- Se evaluó la supervivencia de las bacterias en las semillas peletizadas al momento de la peletización, al día 1, 5, 15 y 30. Se diluyó en cada día 0.1 g de semillas peletizadas y sin peletizar en 10 mL de solución salina a 0.8%. Se homogenizó con ayuda de un vortex el tiempo suficiente para que el soporte se desprenda de la semilla y deje en suspensión a las bacterias. Luego se realizaron las diluciones sucesivas respectivas y se sembraron por extensión, alícuotas de 100 µL en agar Levadura Manitol (LMA) y se incubaron 48 horas a 28 °C para las cepas AC7 y DZ50 y a 24 °C la C32.

Resultados

Evaluación a nivel in-vitro.- En la germinación se pudo observar que las semillas sin peletizar (S/P) fueron las primeras en germinar seguidas de las semillas peletizadas (C/P), siendo mayor la germinación en semillas S/P que C/P hasta las 24 horas. Las diferencias en los porcentajes de germinación entre las semillas S/P y C/P fueron menores a las 48 h. A las 96 h, las semillas peletizadas con AC7 presentaron el mayor porcentaje de germinación, seguida de las semillas inoculadas y sin peletizar de AC7 como se muestra en la Tabla 1.

Se midieron los pesos secos de las plántulas germinadas, incubadas 14 días y se realizó un análisis multifactorial de los resultados obteniéndose diferencias estadísticamente significativas entre los inóculos usados así como entre las semillas peletizadas y sin peletizar (p -valor=0.001).

Todos los tratamientos peletizados fueron superiores a los tratamientos sin peletizar, siendo los mayores pesos los peletizados de las cepas C32 y DZ50 con un 57.4% y 22.0% más respecto al control peletizado respectivamente como se muestra en la Figura 1.

Evaluación a nivel de invernadero.- La mayor emergencia fue por parte del inoculado sin peletizar con la cepa AC7 quien presentó un mayor porcentaje durante todos los días de evaluación con una emergencia final de 79.69% seguido por los peletizados con AC7 y sin peletizar con DZ50 ambos con 73.44% a los 11 días de evaluación (Tabla 2).

Se midieron los pesos secos de la raíz y parte aérea de plantas de maca luego de 35 días de desarrollo en invernadero, en donde el peso seco de la parte aérea fue similar en todos los tratamientos como se muestra en la Figura 2, por otro lado los pesos de las

Tabla N°1: Porcentaje de germinación a nivel in vitro de semillas de maca peletizadas y sin peletizar

Tiempo (h)/Tratamiento	Semilla sin peletizar				Semilla peletizada			
	CN	C32	DZ50	AC7	CN	C32	DZ50	AC7
16	35	53	54	53	2	3	13	7
24	45	55	60	66	6	3	18	11
48	65	73	76	75	62	50	57	69
96	68	78	78	80	78	72	76	82

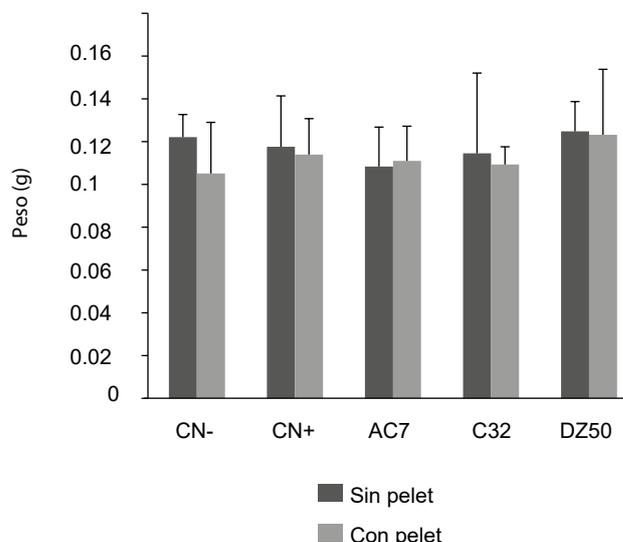
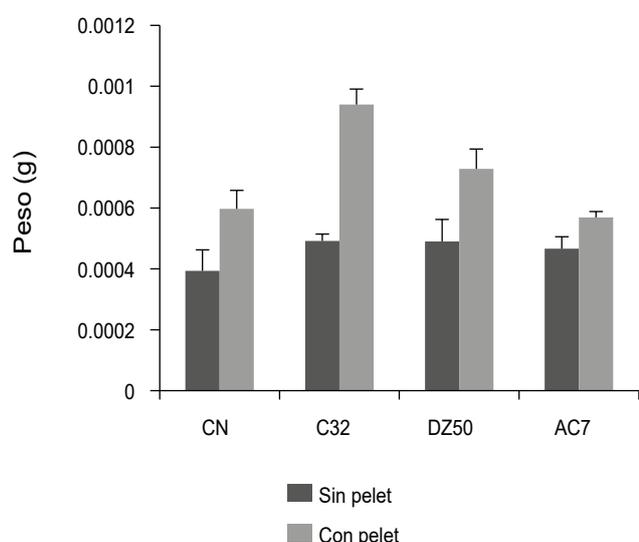


Figura 1. Peso seco de plántulas de semillas de maca incubadas 14 días a nivel in-vitro.

Figura 2. Pesos secos de parte aérea de plantas de maca, incubadas 35 días a nivel de invernadero.

Tabla 2: Porcentaje de emergencia a nivel invernadero de semillas de maca peletizadas y sin peletizar durante 11 días

Tiempo (Días)	Semilla sin peletizar					Semilla peletizada				
	CN-	CN+	AC7	C32	DZ50	CN-	CN+	AC7	C32	DZ50
4	42.11	42.19	48.44	35.94	39.06	23.44	15.63	35.94	28.13	34.38
5	51.32	57.81	71.88	50.00	65.63	43.75	46.88	65.63	54.69	57.81
6	56.58	64.06	71.88	54.69	68.75	54.69	56.25	70.31	67.19	60.94
8	57.89	65.63	76.56	64.06	73.44	57.81	64.06	73.44	67.19	65.63
11	59.21	68.75	79.69	67.19	73.44	64.06	67.19	73.44	70.31	71.88

raíces fueron superiores para todos los tratamiento peletizados a excepción del control positivo (CN+), el tratamiento con mayor peso seco fue el peletizado con la cepa C32 siendo mayor en un 24,3% al tratamiento sólo inoculado con C32 y un 42,24% mayor al tratamiento peletizado sin inocular como se aprecia en la Figura 3.

Determinación de células viables en las semillas peletizadas y sin peletizar.- A través del tiempo se observó una disminución drástica de la población de los tratamientos sin peletizar (S/P), con excepción de las semillas inoculadas con AC7, esta bacteria incremento su crecimiento entre 5 y 15 días y luego disminuyó ligeramente. Por otro lado, los tratamientos peletizados (C/P) presentaron una disminución gradual de la población en comparación a los tratamientos sin peletizar, pero en el caso de las semillas peletizadas con AC7 incrementó su crecimiento hasta el día 30, en la que alcanzó una población de 4.73×10^7 UFC/semilla (Fig. 4).

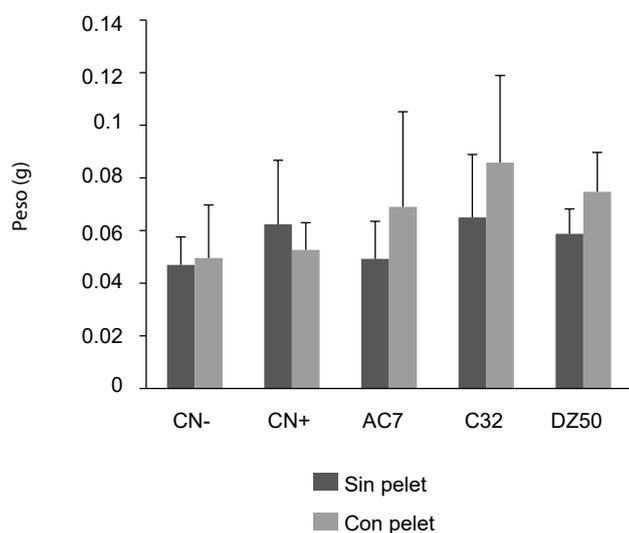


Figura 3. Peso seco de raíz de plantas de maca, 35 días a nivel de invernadero.

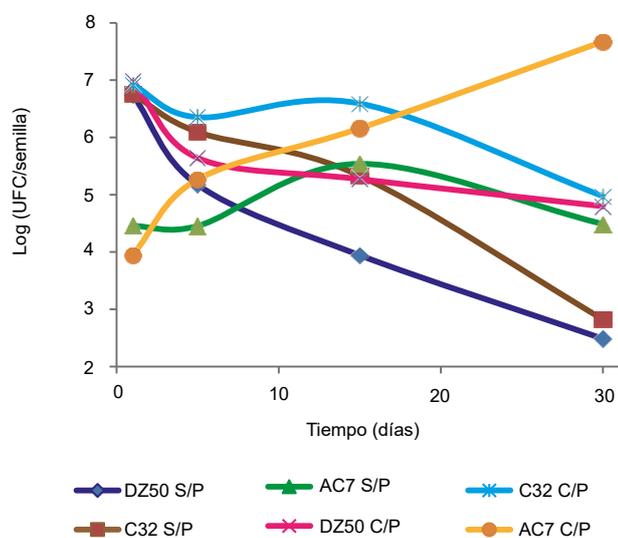


Figura 4. Células viables de bacterias en semillas de maca peletizadas (C/P) y sin peletizar (S/P) a través del tiempo.

Determinación de la actividad de agua (Aw).- Pudo apreciarse que todos los tratamientos sin peletizar tuvieron una mayor disminución a través del tiempo en la actividad de agua en comparación a los tratamientos peletizados lo cual quiere decir que se conserva mayor cantidad de agua disponible en estos últimos tratamientos (Fig. 5).

Discusión

Tanto en la germinación a nivel in vitro como en la emergencia a nivel de maceta resaltó el tratamiento con la cepa AC7. Especies de *Streptomyces* como *S. anulatus* son productoras de diversos antibióticos (Couillerot et al. 2014; Zhang et al. 2015; Priyadharsini et al. 2014) y promotoras del crecimiento vegetal (Couillerot et al. 2013), así también *Streptomyces* sp. mejoró la germinación y crecimiento de plantas de trigo (Aly et al. 2012).

Por otro lado todos los tratamientos peletizados si bien al final presentaron el mismo porcentaje de germinación y emergencia que sus contrapartes sin peletizar, si tuvieron una mayor demora en germinar y emerger respectivamente, esto se debe a que los peletizados modifican la germinación de las semillas ya que pueden actuar como barreras para el desarrollo del embrión además que cambia las tasas de transferencia de oxígeno y agua hacia la semilla (Grellier et al. 1999), cabe resaltar que también se han reportado casos en donde los peletizados de semillas mejoran la germinación bajo condiciones de laboratorio (Suma et al. 2014) así como condiciones de estrés por alta salinidad y temperatura (Sanchez et al. 2014) por lo que también pueden actuar como mejoradores de la germinación.

A nivel in-vitro todos los tratamientos peletizados presentaron un mayor peso seco de plántula a diferencia de los tratamientos sin peletizar, resaltando los peletizados con las cepas de *Pseudomonas* sp. C32 y diazotrofo DZ50. El grupo de las *Pseudomonas* fluorescentes prevalecen entre las rizobacterias y son capaces de producir ácido acético, solubilizar fosfato y producir sideróforos, mientras que los diazotrofos son promotoras de crecimiento vegetal mediante el mecanismo de fijación

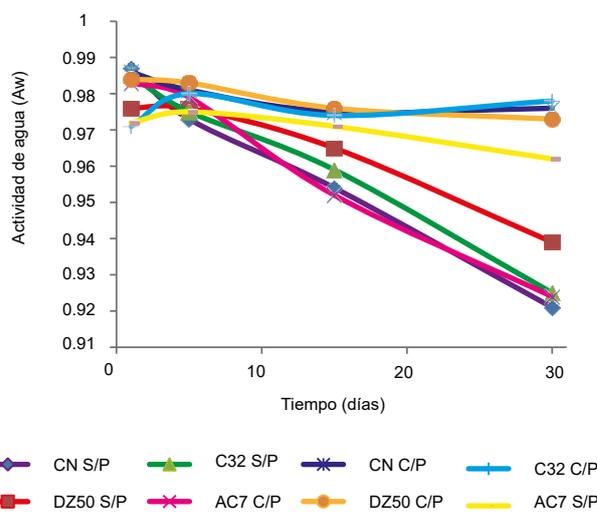


Figura 5: Actividad de agua (Aw) de semillas de maca peletizadas (C/P) y sin peletizar (S/P) a través del tiempo

de nitrógeno (Gulati et al. 2015; Xu et al. 2014; Dadoo et al. 2013). Por otro lado tanto los pesos de los peletizados sin inocular como el peletizado con la cepa AC7 también presentaron pesos mayores que los tratamientos sin peletizar, esto puede deberse a la acción de nutrición complementaria con la que actúa el peletizado (Jerlin et al., 2008) por los diversos materiales de los que puede estar compuesto o el contenido de micronutrientes que lo constituyen (Farook et al. 2012; Kloepper & Schroth 1981).

Resultados similares se presentaron al medir los pesos secos de las raíces de las plántulas en invernadero en donde, con excepción del control positivo (CN+), todos los tratamientos peletizados fueron superiores a los tratamiento sin peletizar, todos los tratamientos con inóculos tanto peletizados como sin peletizar fueron superiores al control negativo (CN-) peletizado y sin peletizar resaltando los tratamientos peletizados con las cepas C32 y DZ50. En cambio no se observaron diferencias en los pesos de la parte aérea destacando que la acción de los inoculantes es sobre todo en la raíz.

En cuanto a la viabilidad de las bacterias en el tiempo, la tendencia general, con excepción de la cepa AC7, es que disminuyen más rápidamente en semillas sin peletizar que peletizadas debido principalmente a la posible presencia de micronutrientes en los constituyentes del peletizado (Farook et al. 2012; Kloepper & Schroth 1981) además de la disposición de agua de los mismos (Moënné-Loccoz et al. 1999, Grellier et al. 1999). Los patrones de las cepas C32 y DZ50 en los peletizados corresponden a un comportamiento similar a los encontrados en los géneros *Pseudomonas* y *Rhizobium* que consta de una disminución en los primeros 5 a 7 días que luego tiende a una población constante durante 1 o 2 meses (Moënné-Loccoz et al. 1999; Bashan et al. 2014).

La cepa AC7 presentó un comportamiento diferente al de las otras cepas, sus poblaciones en las semillas peletizadas y sin peletizar, incrementaron hasta los 30 días en el primer caso, mientras que la población se mantuvo casi constante en el segundo, como se muestra en la Figura 4. Esto podría deberse a la capacidad de esporular del género *Streptomyces* en el caso de las semillas sin peletizar y su habilidad de consumir nutrientes en el caso de las semillas peletizadas (McCormick & Flårdh, 2012).

Por otro lado, la actividad de agua (Aw) es un factor importante para el crecimiento de las bacterias, por lo cual ha sido un parámetro medido en algunos estudios (Moënné-Loccoz et al. 1999; Grellier et al. 1999). La actividad de agua es la relación que existe entre la presión de vapor de una sustancia y la presión de vapor de agua en una misma temperatura para determinar el agua "disponible" de dicha sustancia para conservación o proliferación microbiana (Welti-Chanes et al. 1997). Los tratamientos peletizados tuvieron un mayor Aw en comparación a los tratamientos sin peletizar, esto debido a que los peletizados pueden conservar mayor cantidad de agua en su interior al aumentar el volumen de la semilla y disminuir la relación superficie/volumen (Grellier et al. 1999)

Conclusiones

Las semillas peletizadas presentaron mayor peso seco de plántulas germinadas que las no peletizadas a nivel in vitro (14 días), y mayor peso seco radicular a nivel de invernadero después

de 35 días de crecimiento. La viabilidad de las bacterias en las semillas peletizadas fue más alta que en las semillas sin peletizar, lo cual correspondería a una disminución menor de Aw en las semillas peletizadas.

Agradecimientos

Al Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (Innovate Perú), Proyecto contrato Nro.225 Fincyt-IA-2013 por financiar esta investigación. A la Dra. Marcia Toro por la revisión del inglés.

Literatura citada

- Aly M., A. El Sayed, S. Jastaniah. 2012. Synergistic effect between *Azotobacter vinelandii* and *Streptomyces* sp. isolated from saline soil on seed germination and growth of wheat plant. *Journal of American Science*. 8 (5): 667-676.
- Bashan Y., L. de Bashan, S. Prabhu, J. Hernandez. 2014. Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998-2013). *Plant Soil*. 378: 1-33. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1956-x>
- Bennett G. & J. Lloyd. 2015. *Seed Inoculation, Coating and Precision Pelleting: Science Technology and Practical Applications*. CRC Press Taylor & Francis Group. Original Edition. Boca Raton, FL, USA. Pp: 09-14.
- Broughton W. & M. Dilworth. 1970. Methods in legume-rhizobium technology: plant nutrient solutions. *Handbook for rhizobia*, 245-249.
- Chacon G. 1990. La Maca (*Lepidium peruvianum* Chacón sp. nov.) y su hábitat. *Revista peruana de Biología* 3 (2): 171-267. <https://doi.org/10.15381/rpb.v3i2.8305>.
- Couillerot O., S. Loqman, A. Toribio, J. Hubert, L. Gandner, J. Nuzillard, Y. Ouhdouch, C. Clement, E. Ait-Barka, J. Renault. 2014. Purification of antibiotics from biocontrol agent *Streptomyces anulatus* S37 by centrifugal partition chromatography. *Journal of Chromatography B*. 944: 30-34. <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2013.11.008>
- Couillerot O., P. Vatsa, S. Loqman, Y. Ouhdouch, H. Jane, J. Renault, C. Clement, E. Ait-Barka. 2013. Biocontrol and biofertilizer activities of *Streptomyces anulatus* S37: an endophytic actinomycete with biocontrol and plant-growth promoting activities. *Biological Control of Fungal and Bacterial Plant Pathogens*. 86: 271-276.
- Dadoo, M., S. Mehrabian, S. Irian, 2013. Identification of ten N₂-fixing bacteria using 16S rRNA and their response to various zinc concentrations. *International Journal of Cellular & Molecular Biotechnology*. 2013: 1-8. <https://doi.org/10.5899/2013/ijcmb-00003>
- Díaz Álvarez M. 2004. Influencia de las Propiedades Físicas de las Semillas en los Parámetros de Trabajo del Peletizador de Tambor Rotativo. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 13(1), 9-14.
- Farooq M., A. Wahid, K. Siddique. 2012. Micronutrient application through seed treatments-a review. *Journal of Soil Science and Nutrition*. 12 (1): 125-142.
- Grellier P., L. Riviere, P. Renault. 1999. Transfer and water retention properties of seed- pelleting materials. *European Journal of Agronomy*. 10 (1): 57-65. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(98\)00050-1](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(98)00050-1)
- Gulati A., M. Kumar, P. Vyas, P. Rahi, R. Thakur, N. Thakur, A. Kumar. 2015. Complete genome sequence of rhizobacterium *Pseudomonas trivialis* strain IHBB745 with multiple plant growth-promoting activities and tolerance to desiccation and alkalinity. *Genome Announcement*. 3 (5): 10-15. <https://doi.org/10.1128/genomeA.00943-15>
- Hu X., D. Roberts, L. Xie, J. Maul, S. Emche, X. Liao, X. Guo, X. Liu, L. McKenna, J. Buyers, S. Liu. 2011. Formulations of the endophytic bacterium *Bacillus subtilis* Tu-100 suppress *Sclerotinia sclerotium* on oilseed rape and improve plant vigor in field trials conducted at separate locations. *Can. J. Microbiol*. 57: 539-546. <https://doi.org/10.1139/w11-041>

- Hu X., D. Roberts, L. Xie, J. Maul, C. Yu, Y. Li, S. Zhang, X. Liao. 2013. *Bacillus megaterium* A6 suppressed *Sclerotinia sclerotium* on oilseed rape in the field and promotes oilseed rape growth. *Crop protection*. 52: 151-158. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.018>
- Jerlin R., A.S. Ponnuswamy, K. Prabakar, M.R. Srinivasan. 2008. Seed pelletization forenhancing seed vigour and storability of chillies Cv. K 1. *Madras Agric. J.* 95 (7-12) : 486-490
- Karnataka J. 2006. Effect of Seed Pelleting on Seed Quality During Storage in Niger cv No.71. *Agric. Sci.* 19(2): (388-392).
- Klopper J. & M. Schroth. 1981. Development of a powder formulation of rhizobacteria for inoculation of potato seed pieces. *Phytopathology*. 1: 590-592. <https://doi.org/10.1094/Phyto-71-590>
- Leyva A., E. Terry Alfonso, A. Hernández. 2005. Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 7(2), 47-54
- McCormick J. & K. Flärdh. 2012. Signals and regulators that govern *Streptomyces* development. *FEMS Microbial Reviews*. 36: 206-231. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.2011.00317.x>
- Moënné-Loccoz Y., M. Naughton, P. Higgins, J. Powell, B. O'Connor, F. O'Gara. 1999. Effect of inoculum preparation and formulation on survival and biocontrol efficacy of *Pseudomonas fluorescens* F113. *Journal of Applied Microbiology*. 86, 108:116 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00640.x>
- Ortiz P., K. Ogata & D. Zúñiga. 2017. Evaluation of plant growth promoting activity and heavy metal tolerance of psychrotrophic bacteria associated with maca (*Lepidium meyenii* Walp.) rhizosphere. *AIMS Microbiology*. 3(2):279-292. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2017.2.279>
- Priydharsini P., P. Gopinath, S. Megala, D. Dhanasekaran. 2014. Medium optimization for herbicidal compound production from *Streptomyces anulatus* using response Surface methodology. *Journal Scientific Transaction in Environment and Technovation*. 8(1): 20-26. <https://doi.org/10.20894/STET.116.008.001.004>
- Quiroz C. & R. Aliaga. 1997. Maca (*Lepidium meyenii* Walp.). Andean roots and tubers: ahupa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized neglected crops 21. Hermann, M. and Hellers, J. editors. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 173-197 pp.
- Sanchez P., M. Chen, M. Pessaraki, H. Hill, M. Gore, M. Jenks. 2014. Effect of temperatura and salinity on germination of non-pelleted and pelleted guayule (*Parthenium argentatum* A. Gray) seeds. *Industrial Crops and Products*. 55: 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.01.050>
- SIICEX (Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior). 2016. Reporte de producto: Exportación del producto maca según sus principales mercados en Kg 2011-2016. Consultado 28 de Enero de 2016. Disponible en: <http://www.siicex.gob.pe/siicex/apb/ReporteProducto.aspx?psector=1025&preporte=prodmercvolu&pvalor=1934>.
- Suma N., P. Srimathi, V. Roopa. 2014. Influence of Biofertilizer pelleting on seed and seedling quality characteristics of *Sesamum indicum*. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*. 3 (6): 591-594.
- Welti-Chanes J., B. Vergara, J. Aguilera. 1997. Actividad de agua. Concepto y aplicación en alimentos con alto contenido de humedad. *Temas en tecnología de alimentos*, 1, 11-43.
- Xu L., Y. Zhang, L. Wang, W. Chen, G. Wei. 2014. Diversity of endophytic bacteria associated with nodules of two indigenous legumes at different altitudes of the Qilian Mountains in China. *Systematic and Applied Microbiology*. 37(6):457-465. <https://doi.org/10.1016/j.syapm.2014.05.009>
- Zhang J., L. Wang, Y. Li, S. Ding, H. Yuan, I. Riley, H. Li. 2015. Biocontrol of cereal Cyst nematode by *Streptomyces anulatus* isolate S07. *Australasian Plant Pathology*. 45 (1): 57-64. <https://doi.org/10.1007/s13313-015-0385-0>
- Zúñiga D. 2013. Influencia de las bacterias promotoras de crecimiento en el contenido de nutrientes de la quinua, para la seguridad alimentaria en las zonas altoandinas. Informe Técnico Final. Proyecto PROCYT-355-2012-CONCYTEC-OAJ.