

Uso de bacterias benéficas para mejorar la producción de papa

Carlos Aguilar, Guillermo Arau, Ricardo Grageda, Javier Torres Rico

Resumen

Se evaluó la aplicación de *Bacillus subtilis* como estimulador de la producción de papas. Se utilizaron diferentes concentraciones de *B. subtilis* (10^4 y 10^6 UFC/g de suelo), sobre tubérculos de papa del tipo Giant bajo condiciones semejantes a las que tendrían en el campo. La producción de papas se evaluó con respecto a la cantidad de papas y el peso de estas. Se regaron cada 3 días y se sacrificó una maceta de cada grupo por mes para observar el desarrollo de las papas.

Ya terminados los 3 meses de cultivo de las papas sembradas con *B.s.* pudimos observar un efecto positivo de la bacteria sobre la producción de papas. Con el último sacrificio obtuvimos resultados muy favorables ya que pudimos ver un incremento en la producción de macetas que tenían concentraciones de *B.s.*

Introducción

La papa es una planta originaria de la región andina que fue posteriormente introducida a Europa por los españoles. Su consumo se esparció de una manera impresionante y hoy en día consiste en la fuente principal de alimentación de naciones como Irlanda. En otras palabras, la papa es el tubérculo más extendido en el mundo. La papa prospera en climas templados o fríos y requiere suelos ligeros y profundos que estén previamente trabajados y además bien abonados. Se debe tener especial cuidado para su desarrollo eliminando las malas hierbas y la aplicación de medidas fitosanitarias debido a que hay una gran cantidad de microorganismos que afectan el desarrollo de ésta. La papa se cultiva normalmente sembrando fragmentos de ésta que contengan ojos o yemas de las cuales brotarán posteriormente nuevas plantas.¹

El propósito de éste trabajo es demostrar que el producto comercial "Serenade", el cual esta hecho a base de *Bacillus subtilis* tiene un efecto notorio en la producción de papas. Ya terminado el proyecto pudimos probar como este producto es verdaderamente benéfico para la producción de papas. Parece ser que también podrá ser utilizado en el campo sin problema, ya que tratamos de darle a las macetas las condiciones más parecidas a las que tienen las papas en el campo.

El Serenade es un biofungicida que está hecho a base de la bacteria *Bacillus subtilis* y producido por la compañía AgraQuest con el propósito de atacar importantes deuteromicetes, omicetes y ascomicetes así como patógenos bacteriales en las plantas (debido a que afectan significativamente el cultivo de papa). Lo que hace este producto es evitar que las esporas de los patógenos germinen e inhibe la infección del patógeno a la hoja de la planta, así restringiendo el crecimiento de la enfermedad. Este producto tiene la

misma efectividad que los pesticidas químicos sin tener efectos negativos en el ambiente.²

Antecedentes

La bacteria *Bacillus subtilis* crece en el suelo común y en la vegetación. Se ha desarrollado un producto comercial llamado Serenade a base de la bacteria *Bacillus subtilis*. Se han hecho estudios que indican que es posible hacer que diversas frutas y vegetales muestren una mejoría por medio del uso de agentes de control biológico. El problema de infecciones de hongos y bacterias (los cuales no mencionamos de forma detallada ya que este no es el propósito del trabajo) en los tubérculos de la papa provoca que tanto la producción como su calidad sean inapropiadas para la distribución de este producto dentro del país, ya que deja de ser tan atractiva para los consumidores. En el caso de la papa se han hecho investigaciones para el control biológico y estos se han enfocado en la protección de este producto hacia enfermedades.³

El funguicida comercial a base de *Bacillus subtilis* es un producto que no solo ayudará a la papa en la protección de enfermedades, sino que también ha incrementado el tamaño de los tubérculos de otros productos haciendo que haya productos más grandes y sanos. Se han hecho estudios en los cuales el funguicida ya mencionado ha controlado enfermedades de la uva. Este producto también ha sido útil en productos como el tomate y la manzana⁴. Sin embargo, es más relevante el hecho de que la bacteria *Bacillus subtilis* produce cantidades moderadas de una fitohormona llamada giberelina que estimula el crecimiento de las plantas y que además tiene la capacidad de transformar minerales no asimilables en componentes orgánicos asimilables para las plantas.⁵ Esto ya ha sido previamente probado utilizando *Bacillus subtilis* de manera directa. En uno de los reportes que encontramos se agregó *Bacillus subtilis* a macetas con tubérculos de papa. Al comparar la cantidad de tubérculos así como el peso de aquellos provenientes de las macetas con *Bacillus subtilis* y las macetas testigo se registró una diferencia notable en ambos aspectos. Las macetas con *Bacillus subtilis* produjeron más tubérculos con un tamaño promedio también mayor.⁶ A pesar de que se han hecho ya este tipo de experimentos anteriormente, no se tiene registro de un experimento similar realizado con “Serenade.”

Hipótesis

El uso de un producto comercial a base del *Bacillus subtilis* en el cultivo de papas mejora su nivel de producción, producción de tubérculos y tamaño.

Objetivos

- Demostrar que el funguicida comercial a partir de *Bacillus subtilis* es útil para mejorar el cultivo de papas
- Evaluar diferentes concentraciones (10^6 y 10^4 UFC/g suelo) del funguicida comercial sobre la calidad de tubérculos, peso, producción y tamaño de las papas.

Materiales y Métodos

La bacteria *Bacillus subtilis* (producto comercial Serenade), fue proporcionado por el Instituto de Biotecnología de la UNAM, en una presentación sólida a base de esporas. Se utilizó tierra previamente esterilizada (en un autoclave a 121° C) en la Planta Piloto del Instituto de Biotecnología. Se partió de tubérculos que fueron sembrados en macetas de plástico, conteniendo 9000g de tierra mezclada con *B.s.* a diferentes concentraciones (10^6 , 10^4 UFC/g y un grupo testigo). Las macetas estuvieron en las mismas condiciones, es decir, se les regó a todas las macetas cada tercer día con la misma cantidad de agua 3 litros diarios, aparte de los riegos por causa de las lluvias, también les dio la misma cantidad de radiación del sol.

Los experimentos se realizaron por quintuplicado (se sembraron 5 plantas por cada concentración de UFC utilizada y por control). Se realizó un control (sin *B.s.*). Después de un mes se sacrificó una maceta de cada grupo para ver el desarrollo de los tubérculos de cada grupo, se evaluó el peso y la cantidad de los tubérculos por cada grupo, se realizó una grafica con el promedio de la producción y del peso.

Al segundo mes se sacrifico otra maceta de cada grupo para volver a ver el avance del experimento y se realizaron las mismas pruebas que el primer mes para los tubérculos de cada grupo. Al tercer mes se sacrificaron el resto de las macetas de los grupos para sacar conclusiones finales (las pruebas serán las mismas que en el primer y segundo mes.) En el anexo se presentan mas detalles.

Resultados y Discusión

1er Mes

Las macetas a las cuales se les agregó el producto “Serenade” a base de *Bacillus subtilis* presentaron una diferencia notoria tanto en el tamaño de las papas (fig.1) así como en la cantidad de estas(fig.2), comparadas con las papas producidas dentro de la maceta del grupo testigo que fue sacrificada. Además de esto se observó también un distanciamiento importante entre los resultados obtenidos de la maceta con 10^6 y la de 10^4 UFC's del producto ya mencionado. Específicamente, la cantidad de papas dentro de cada una fue la siguiente: testigo -3; 10^4 -7; 10^6 -8. Fue visible la diferencia entre los grupos con “Serenade” y el grupo testigo. Estamos hablando de una diferencia de 4.5 tubérculos que representa una mejoría significativa debido a que la cantidad promedio de papas fue 6. Referente a la masa también, se verificó una diferencia bastante grande, una vez más, entre los grupos a los que se les agregó “Serenade” y el grupo testigo. La información esta establecida en la fig. 1 donde se puede ver la diferencia en masa que existió a las 4 semanas del día de siembra entre los tres grupos, especialmente, entre los grupos experimentales y el grupo testigo.

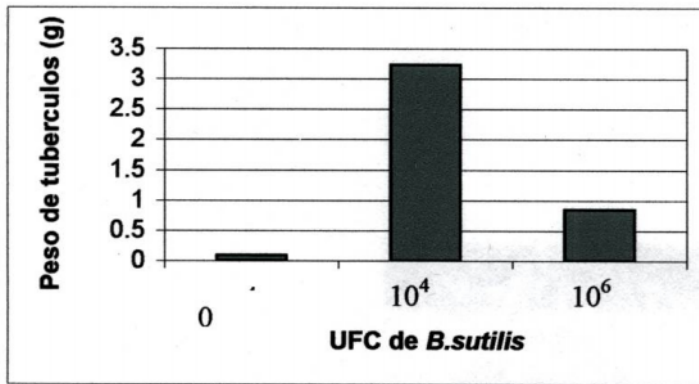


Fig. 1 Comparación de la masa promedio de papas obtenidas al 1er mes.



Fig. 2 Comparación del número de tubérculos de papa en función de la dosis de “Serenade” al 1er mes

2do Mes

En este segundo mes pudimos observar una diferencia en lo que respecta a la influencia de las concentraciones de “Serenade” que fueron utilizadas. A diferencia del primer mes, en esta ocasión pudimos observar como es que el grupo de concentración 10^6 fue el más benéfico para la producción de papas (Fig.3), como se ve en la Fig.4. La gran diferencia que vimos entre la masa de las papas al primer mes disminuyó considerablemente, esto lo podemos ver en la Fig.5. En la grafica podemos ver como es que ya no hubo una gran diferencia entre la masa del grupo de 10^4 y el grupo de 10^6 . Lo que si se mantuvo como una constante fue la diferencia entre la producción de la maceta del grupo testigo y las que tenían diferentes concentraciones de “Serenade”. Considerando estos resultados y los del 1er mes podemos ver como aún cuando la diferencia entre la masa de papas y el número de éstas del grupo testigo y el de las concentraciones disminuye, la diferencia existe, por lo que podemos deducir que el producto es realmente benéfico para la producción de papas. Solo que al parecer, el que la concentración sea mayor es más benéfico para las papas.

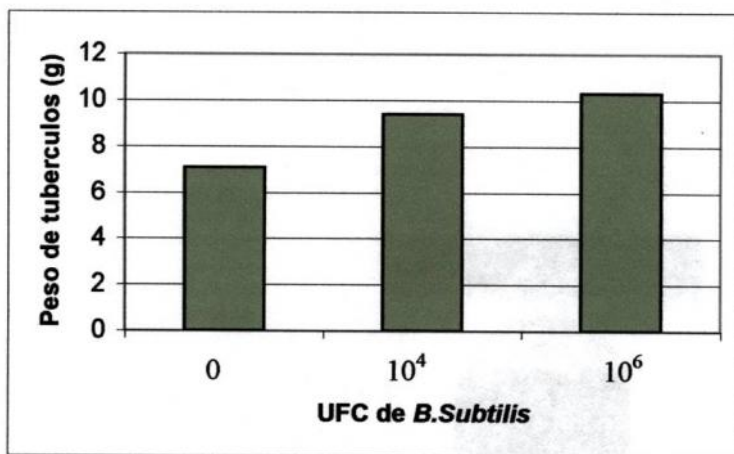


Fig. 3 Comparación de la masa promedio de tubérculos de papa en función de la dosis de "Serenade" al 2do mes

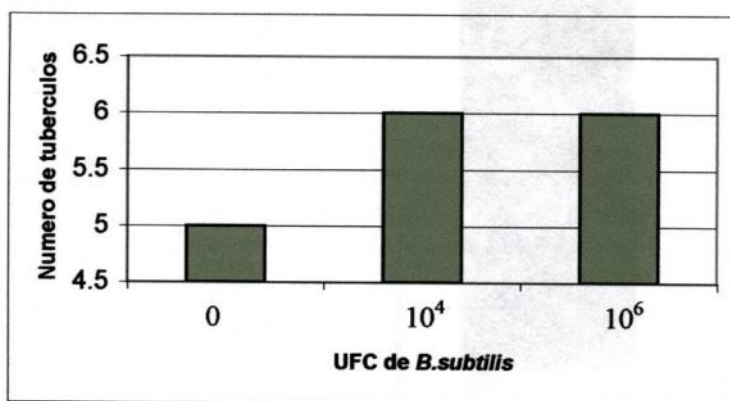


Fig. 4 Comparación del número de tubérculos de papa en función de la dosis de "Serenade" al 1er mes.

3er Mes

En el tercer mes se dividió a las papas obtenidas en dos grupos grandes (a partir de los 15 gramos) y pequeñas, esto no se había hecho con anterioridad por que no se produjeron tantas papas. Otra razón por la cual las papas se dividieron en grupos fue para que la desviación estándar no fuera tan grande. Los resultados que se obtuvieron como se muestra en la Fig.5, fueron que el grupo de 10^4 produjo mas papas grandes que el grupo de 10^6 . Y que incluso el grupo testigo produjo mas papas del grupo grande que el grupo de 10^6 . También se puede observar que el grupo de 10^6 produjo mas papas del grupo de las papas pequeñas y en total. La cantidad total de papas que produjo el grupo de 10^6 fue mucho más grande que la cantidad total de los otros dos grupos. En la Fig. 6 se muestra el número de tubérculos obtenido. Los resultados de acuerdo al número de tubérculos nos muestran que en el grupo 10^4 se obtuvo el mayor número de papas grandes que en los otros grupos. El grupo que le siguió de acuerdo al número de papas más grandes fue el grupo testigo y al final fue el grupo 10^4 . En el número de papas pequeñas el que fue mayor fue el grupo 10^6 seguido por el grupo testigo y finalmente el grupo 10^4 . En general

la producción fue mayor en los grupos que tenían el producto comercial Serenade que en el grupo testigo.

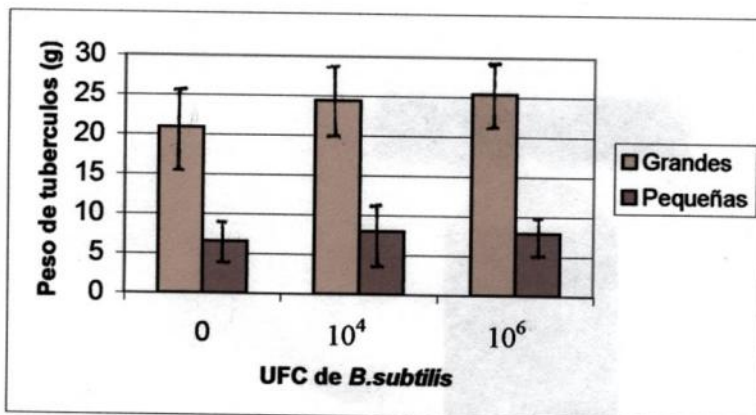


Fig. 5 Gráfica de comparación de las masas promedio de las macetas obtenidas al 3er mes

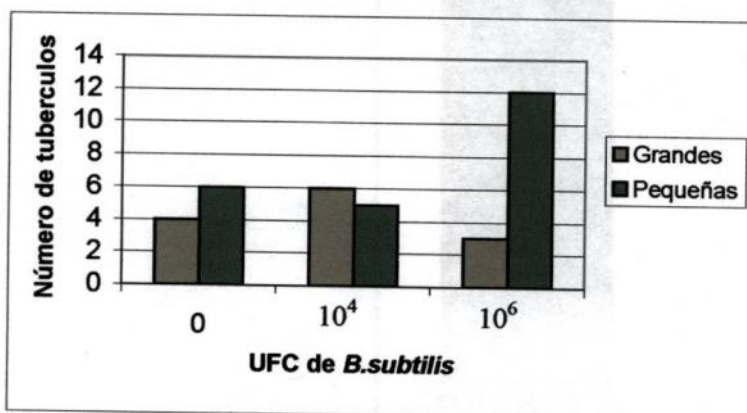


Fig. 6 Comparación del número de tubérculos de papa en función de la dosis de "Serenade" al 3er mes

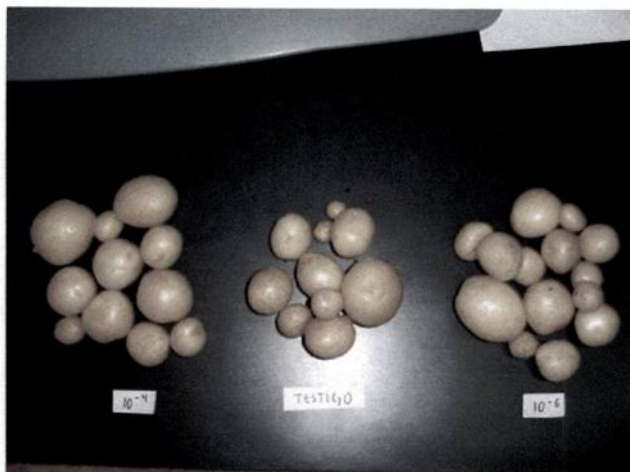


Fig. 7 Imágenes de la producción de papas al tercer mes, en función de la dosis de “Serenade”

Conclusiones

Gracias al último sacrificio de las macetas podemos concluir que el producto comercial Serenade en verdad fue útil en lo que respecta a la producción de papas. Podemos decir que en esta ocasión los resultados son más confiables, por lo cual es más fácil llegar a una conclusión. Desafortunadamente, la producción de papas en las macetas con concentraciones de Serenade no fue como esperamos, ya que al principio creíamos que habría una diferencia mayor entre la producción del grupo testigo y el de concentraciones de Serenade.

Claro que esto no significa que la presencia de *B.subtilis* no fue benéfica, ya que aún así pudimos ver los beneficios de esta bacteria. El problema es que al parecer la producción, ayudada con el Serenade, puede no ser suficiente para compensar los gastos en lo que respecta a este fungicida. Cabe mencionar que nuestro experimento pudo haber sido limitado en el aspecto de que el tamaño de las macetas no permitió un desarrollo completo de los tubérculos. En conclusión podemos decir que fuimos capaces de comprobar nuestra hipótesis, ya que en efecto, el uso de producto comercial a base de *B.subtilis* en el cultivo de papas mejora su nivel de producción.

Reconocimientos

Agradecemos el apoyo y las facilidades brindadas por el Instituto de Biotecnología de la UNAM. En especial a nuestro asesor Lucio Rodríguez. Agradecemos también al compañero Ricardo Escalante por haber prestado su casa como lugar en el cual las macetas fueron cultivadas.

Referencias

1. Papa o Patata, *Enciclopedia Hispánica*, Kentucky EUA, 1989-90, volumen 11, págs. 214,215.
2. The Most Effective Biofungicide on Earth (2002), [http://www.agraquest.com/funguicida comercial a base de *Bacillus subtilis*/funguicida comercial a base de *Bacillus subtilis*_tech.html](http://www.agraquest.com/funguicida_comercial_a_base_de_Bacillus_subtilis/funguicida_comercial_a_base_de_Bacillus_subtilis_tech.html). (Consultada 02/09/2003.)
3. Galindo, E., (2002). Desarrollo de un formulado de una mezcla de antagonistas de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal de la antracnosis en mango, Proyecto CONACYT Z-001(en desarrollo).
4. Aranda, O.S.1997. Evaluación de *Bacillus Subtilis* como agente de control en enfermedades fungosas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y su efecto en el rendimiento bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Instituto de fitosanidad.
5. Broadbent, P.K, K.F.Baker; N. Franks and I. Holland. 1997. Effect of *Bacillus subtilis* on increased growth of seedlings in steamed and non-treated soil. *Phytopathology*. 67:1027– 1034.
6. Aranda, O.S. 1997. Evaluación de *Bacillus subtilis* como agente de control en enfermedades fungosas del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y su efecto en el rendimiento bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Instituto de Fitosanidad.

Anexo 1

Metodología desarrollada en la evaluación del mejoramiento en la producción de papas de tipo Giant por *Bacillus subtilis*.

1. Preparación de la tierra

La tierra se esterilizó en un autoclave a una Temp.. de 121°C



Fig. A1 Autoclave

Se mezcló la tierra con las diferentes concentraciones de “Serenade” y se dividió en sus respectivos grupos (10^4 y 10^6 UFC/g de suelo).



Fig. A2 Mezcla de tierra

2. Cultivo de los tubérculos

Se cultivaron los tubérculos en sus respectivas macetas con cada uno de los tratamientos.



Fig. A3 Cultivo

3.Cuidado del experimento

Las macetas se regaron cada 3 días con aproximadamente 2.5 de agua potable por maceta.

Los primeros dos meses se sacrificó una maceta de cada grupo y al llegar el último mes se sacrificaron las macetas restantes y se evaluaron los resultados, número de papas y masa de éstas.



Fig. A4 Macetas al Tercer Mes