

EL RECUBRIMIENTO DE SEMILLA DE AJO PRESERVA LA VIABILIDAD

Martha Juana Navarro-León*; María Teresa Maldonado-Mancera¹; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel¹; Cesar L. Aguirre-Mancilla¹; Luis Pérez-Moreno²; Jorge Covarrubias-Prieto¹; Juan Carlos Raya-Pérez^{1§}.

*Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque; ¹Investigador, TecNM/I T Roque, carretera Celaya - Juventino Rosas Km. 8. Celaya., Gto. México. C. P. 38110; ²División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato – Salamanca, Universidad de Guanajuato (DICIVA-CIS-UG). Ex Hacienda el Copal, Carretera Irapuato-Silao km. 9. Irapuato, Guanajuato, México. C.P. 36500. §Autor de correspondencia: juraya@itroque.edu.mx. Recibido:30 abril 2019, aceptado 17 junio 2019.

Artículo científico

RESUMEN

La reproducción del cultivo de ajo (*Allium sativum*) es de tipo asexual o vegetativo, a través de bulbillos; recientemente se han encontrado enfermedades nuevas o emergentes causadas por bacterias tanto en campo como en almacén. De las plantas cultivadas a nivel mundial el 90 % son propagadas por semillas, las cuales pueden transmitir bacterias, virus y hongos a la siguiente generación. Esto dificulta mantener las condiciones de sanidad; El objetivo de esta investigación fue: formular un recubrimiento que ayude a mantener la viabilidad de la semilla de ajo a temperatura ambiente o en refrigeración. Se utilizó la variedad Tingüindín a los ocho meses después de la cosecha. Se desinfectaron superficialmente los bulbillos y se pusieron 9 tratamientos de recubrimiento:

1(Grenetina 8%+Kasugamicina), 2 (Caseinato 8%+Kasugamicina), 3 (Quitosano 0.5%+Kasugamicina), 4 (Quitosano 0.5%), 5 (Testigo con agua), 6 (Testigo sin ningún tratamiento), 7 (Quitosano 1.4%), 8 (Caseinato 8%), 9 (Grenetina 8%). Los dos últimos se conservaron en refrigeración (4°C) y los otros a temperatura ambiente (21-25°C). Se midió el contenido de humedad y se analizó con un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se hizo comparación múltiple de medias (Tukey $P \leq 0.05$). En los tratamientos del 1 al 7 se observó mayor deshidratación (15.4%) a los 35 días después del tratamiento (ddt) y (38.3%) a los 74ddt. Los tratamientos 8 y 9 en refrigeración no se deshidrataron, lo que ayudó a mantener la viabilidad de la semilla, el vigor, el aspecto y peso.

Palabras clave: tratamiento poscosecha, ajo, *Allium sativum*, viabilidad.

SUMMARY

The reproduction of the garlic culture (*Allium sativum*) is asexual or vegetative type, through bulbils; Recently, new or emerging diseases caused by bacteria have been found both, in the field and in

storage, making difficult to keep bulbils in sanitary conditions; about 90% of plants grown worldwide are propagated by seeds, which can transmit bacteria, virus and fungi that can infect next generation. The

objective of this research was to formulate a coating that helps maintain the viability of the garlic seed at room temperature or in refrigeration. The Tingüindín variety was used eight months after harvest. The bulbils were superficially disinfected. 9 coating treatments were performed: 1 (Grenetin 8% + Kasugamycin), 2 (Caseinate 8% + Kasugamycin), 3 (Chitosan 0.5% + Kasugamycin), 4 (Chitosan 0.5%), 5 (Control with water), 6 (Witness without any treatment), 7 (Chitosan 1.4%), 8 (Caseinate 8%), 9 (Grenetina 8%). The last two were kept in

refrigeration (4° C) and the others at room temperature (21-25 ° C). The moisture content was measured. With an experimental design of complete blocks at random with three repetitions. Multiple comparisons of means were made (Tukey $P \leq 0.05$). In treatments 1 to 7, greater dehydration was observed (15.4%) at 35 days after treatment (ddt) and (38.3%) at 74ddt. Treatments 8 and 9 in refrigeration were not dehydrated, which helped maintain the viability of the seed, vigor, appearance and weight.

Key words: post-harvest treatment, garlic, *Allium sativum*, viability.

INTRODUCCION

La producción mundial en el año 2017 fue de 50.38 millones de toneladas, destacando China con 88.08 % de la producción, seguida por India, Bangladesh y República de Corea. México tiene 0.17% de dicha producción, con 89 840 toneladas y una superficie sembrada de 7 219 ha (FAO, 2017). Los estados con mayor producción son Zacatecas con 53 112 toneladas y una superficie sembrada de 3 319 hectáreas seguidos de Guanajuato con 13 507 toneladas y una superficie de 1 253 hectáreas (SIAP, 2017).

En la actualidad, aproximadamente el 90 % de las plantas cultivadas a nivel mundial son propagadas por semillas, es común que éstas no tengan las condiciones óptimas de calidad fitosanitaria para su uso y comercialización, debido a la presencia de patógenos como las bacterias que pueden desarrollarse sobre o dentro de ellas. Las semillas se consideran la fuente más importante para la

perpetuación de las bacterias entre una generación y otra de plantas. Además, su longevidad es mayor en las semillas que en el suelo o en residuos de cosecha, y su estrecha relación con la semilla favorece las infecciones primarias tempranas. Como consecuencia de los procesos de globalización y la apertura comercial a nivel mundial, en los últimos años se ha incrementado el volumen y la diversidad de productos intercambiados. Actualmente, hay cada vez mayor demanda en la producción y movimiento de semilla para el desarrollo de cultivos y para la generación de alimentos. Por esta razón, ante los riesgos fitosanitarios que implica el flujo de semillas, son necesarias las medidas cuarentenarias. Las bacterias que están asociadas a las semillas continúan siendo un problema que impacta económicamente en todo el mundo, son responsables de la re-emergencia de enfermedades, del movimiento de patógenos a través de continentes y de la introducción de enfermedades en nuevas

áreas. En el contexto de las bacterias asociadas a las semillas y debido a su importancia como fuente de inóculo primario, se considera que éste debe ser el primer punto de enfoque en el desarrollo de programas de manejo integrado de las enfermedades bacterianas; así como un punto crítico para minimizar la introducción y dispersión de estas enfermedades (Navarrete-Maya *et al.*, 2014).

La introducción de patógenos de plantas, nuevos o emergentes, supone una amenaza para la seguridad alimentaria y los ecosistemas en general, puesto que anualmente entre un 10 y un 16 % de daños en la cosecha global se deben precisamente a enfermedades, lo que da lugar a pérdidas muy cuantiosas. Y este hecho es importante, ya que esas pérdidas influyen, en el curso de las sociedades y de la historia (Palacio-Bielsa *et al.*, 2017).

Se considera que las bacterias son transmitidas por semilla cuando son llevadas sobre o dentro de ésta, penetran en sus tejidos y permanecen en estado de reposo, de modo que al sembrar las semillas, la infección en la nueva planta provendrá de la semilla infectada (Navarrete-Maya *et al.*, 2014). Para la sostenibilidad de los sistemas de producción de cultivos, una de las principales herramientas consiste en la identificación y la puesta en práctica de soluciones de manejo para las enfermedades bacterianas (Sundin *et al.*, 2016). Tanto las nuevas y emergentes como las que se extienden por áreas geográficas previamente libres de las mismas puede que lleguen a los titulares de los periódicos como si fueran únicas, pero la lista de enfermedades para las que hay pocas opciones de manejo es en realidad muy larga. El mejor método de control es la

prevención, y exige conocer bien los síntomas, disponer de técnicas rápidas y eficientes de diagnóstico, no utilizar material vegetal infectado, cumplir la legislación para las importaciones y realizar una rápida erradicación de las plantas afectadas, en los casos en que esta medida sea realmente útil (Palacio-Bielsa *et al.*, 2017).

La gran mayoría de las bacterias fitopatógenas son aerobias, y algunas anaerobias facultativas. Su crecimiento depende de factores nutritivos, temperatura, humedad y pH. Ocasionan diversas enfermedades en plantas con síntomas como: marchitez, pudriciones suaves, manchas en los distintos órganos vegetales; además, se asocian con las estructuras vegetales de reproducción sexual y asexual. Hay invasión sistémica en la semilla de tomate o papa por *Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*, *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* en chile y *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* en pepino. Las bacterias son causantes del manchado de semillas de chícharo por *Pseudomonas syringae* pv. *pisi*; de la alteración de la viabilidad y del vigor de las semillas de frijol por *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Navarrete-Maya *et al.*, 2014).

Existen implicaciones epidemiológicas de las bacterias asociadas a semillas, las cuales pueden favorecer el desarrollo de enfermedades al sembrar semillas infectadas, por los siguientes atributos: a) transmisión prolongada, b) forma de supervivencia protegida e inóculo primario potencial, c) diseminación a grandes distancias y dispersión al azar, d) selección preferencial a cepas ó razas de

patógenos y e) posibilidad de infecciones sinérgicas. En muchas ocasiones las bacterias asociadas a semillas no se pueden detectar a simple vista; por ello cuando se moviliza semilla de una región a otra, sin que se someta el material a cuarentena y sin que se efectúen las pruebas de sanidad correspondientes, se propicia el desarrollo de enfermedades. Dichas enfermedades pueden ser explosivas y severas, si los hospedantes son susceptibles y si las condiciones ambientales son favorables (Navarrete-Maya *et al.*, 2014). Las

condiciones de almacenamiento de la semilla de ajo provocan la pérdida de humedad en esta y la aparición de enfermedades que provocan pérdidas cuantiosas (Gálvez *et al.*, 2013). A la fecha, no hay datos sobre el uso de recubrimientos para la conservación de bulbillos de ajo, principalmente para usarse como semilla, por lo que en esta investigación se planteó formular un recubrimiento que ayude a mantener la viabilidad de la semilla de ajo a temperatura ambiente o en refrigeración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal. Bulbillos (semilla) de ajo de la variedad Tingüindín cosecha 2018, se recubrieron a los ocho meses luego de la cosecha y se evaluaron en el año 2019. El recubrimiento se realizó en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México campus Roque, Celaya., México en diciembre de 2018 (Tabla 1). Se seleccionaron semillas sanas, se lavaron con agua corriente durante 2 minutos. Y se utilizaron 10 bulbillos por tratamiento, con tres repeticiones.

Para desinfectar la semilla se siguió el siguiente procedimiento: sumergir en solución de hipoclorito al 1% un minuto; enjuagar con agua destilada estéril un minuto; sumergir en alcohol al 70% un minuto y enjuagar tres veces con agua estéril, un minuto cada vez. Los bulbillos se secaron sobre papel por 24 horas. Los datos se analizaron mediante ANOVA con un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se hizo comparación múltiple de medias mediante el método de Tukey ($p \leq 0.05$).

Tabla 1. Composición de recubrimientos

Tratamiento	Producto	Concentración (%)	Temperatura de conservación (°C)
1	Grenetina+Kasugamicina	8	21-25
2	Caseinato+Kasugamicina	8	21-25
3	Qitosano+Kasugamicina	0.5	21-25
4	Qitosano	0.5	21-25
5	Testigo con agua	--	21-25
6	Testigo sin ningún tratamiento	--	21-25
7	Qitosano	1.4	21-25
8	Caseinato	8	4
9	Grenetina	8	4

Los bulbillos se sumergieron durante tres minutos en las soluciones en agitación constante; se escurrieron y se colocaron sobre papel aluminio hasta perder el exceso de agua y luego se colocaron en bolsa de papel estéril para su conservación hasta su análisis.

Pérdida de humedad. Se midió como la diferencia de pérdida de peso entre dos fechas de evaluación (35 días después de tratamiento y 74 ddt). Se calculó tomando como 100% el peso de la semilla al inicio del experimento con la fórmula:

$$P = \left(1 - \frac{P_f}{P_i}\right) * 100$$

Donde, P es la Pérdida de peso, P_f es el peso final (35 ddt o 74 ddt), P_i es el peso inicial.

RESULTADOS

El peso inicial promedio de 10 bulbillos, tomados al azar, fue de 14.3 g. A los 35 ddt se obtuvo un peso promedio de 12.5 g. De inicio, el tratamiento 4 presentó el mayor peso (16.9a); el tratamiento 2 presentó el menor peso (10.2b). El testigo sin ningún tratamiento tuvo un peso de 12.2b. A los 74 ddt el peso promedio fue de 9.9 g lo que implica una pérdida de 30 %. El tratamiento 8 y el 9 no perdieron peso, probablemente debido al recubrimiento de caseinato y grenetina, respectivamente, además de la temperatura (4 °C). Los testigos, tratamiento 5 y 6, sin ningún tratamiento perdieron 40 %, almacenados a temperatura ambiente (Tabla 2).

Los resultados en las dos fechas de evaluación, a los 35 ddt y 74 ddt, mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos. A los 35 ddt se observó un promedio de deshidratación de los tratamientos 15.4% comparado con el testigo sin ningún tratamiento de 14.2% y el testigo con agua de 18%. Los tratamientos 8 y 9 mantuvieron su peso, debido a que el recubrimiento se mantuvo en buenas condiciones por la temperatura de almacenamiento. A los 74 ddt se observó una mayor pérdida de peso de los bulbillos de los tratamientos 1-7. Los tratamientos 8 y 9 se mantuvieron en buenas condiciones, lo cual, en nuestra experiencia, permite mantener la viabilidad de la semilla, el vigor, el aspecto, tamaño y peso. A los 74 ddt se observó una pérdida de humedad en el testigo sin ningún tratamiento y el testigo con agua estadísticamente iguales. A los 35 ddt hubo una pérdida de humedad de 15.4% y a los 74 ddt de 38.3% en los tratamientos 1-7. Además, El tratamiento 4, quitosano a temperatura ambiente, tuvo un mayor peso inicial (20.2a) y fue el que mayor pérdida de agua presentó a los 74 ddt (Tabla 2, Figura 1).

Tabla 2. Tratamientos de semilla de ajo y pérdida de peso a 21 y 4 C. Diciembre 2018-Febrero 2019.

Tratamiento	Peso inicial (g) (7-Dic-2018)	Peso (g) 35 ddt (11-Ene-19)	% deshidratación 35ddt	Peso (g) 74 ddt (19-Feb-19)	% deshidratación 74 ddt
1	13.9b	11.8b	15.2 a	8.73bc	37.30ab
2	11.9b	10.2b	14.4 a	7.83c	34.58b
3	14.7b	12.2b	17.0a	8.86bc	39.46ab
4	20.2 a	16.96a	16.0a	11.46ab	43.38 a
5	15.3b	12.6b	18.0a	9.06bc	40.99ab
6	14.2b	12.2b	14.2 a	8.76bc	38.49ab
7	14.2b	12.3b	13.2 a	9.3bc	34.31b
8	12.4b	12.5b	-0.83b	12.76 a	-2.68c
9	12.4b	12.5b	-0.80b	12.73 a	-2.39c
Promedio	14.3	12.5	15.4	9.9	38.3

En la prueba de brotación el 90.37% de los bulbillos de todos los tratamientos brotaron y tenían apariencia sana; el 9.25% germinaron pero presentaron apariencia necrosada, por lo que se consideraron muertos. El 0.38% no brotó.

A los 74 ddt se quitó la catáfila y el recubrimiento a los bulbillos y se observó el deterioro. En el testigo hubo un cambio de color y necrosamiento en la

mayoría de los bulbillos (Figura 1A), así como en el tratamiento con quitosano al 1.4% (B); los tratamientos con grenetina al 8% y el recubrimiento con caseinato al 8% se muestran en Figura 1C y D, respectivamente. A y B se mantuvieron a temperatura ambiente, C y D se mantuvieron en refrigeración.



Figura 1. Bulbillos (74 ddt) del testigo con agua (A), recubrimiento con quitosano 1.4% (B), recubrimiento con grenetina 8% (C); recubrimiento con caseinato 8% (D). Ninguno de los bulbillos conserva catáfila.

DISCUSIÓN

Cada variedad tiene su óptimo para su almacenamiento, en temperaturas entre 14 y 18°C combinadas con humedad relativa de 60% son las

más aptas para la conservación de la semilla de ajo. En El Bajío, los agricultores almacenan su semilla de ajo en locales donde se tiene una temperatura

ambiente alrededor de los 20 a 25°C; bajo estas condiciones de almacenamiento se tienen pérdidas de peso entre un 30 a 40%, que están acordes con los datos aquí obtenidos. A temperatura de 4°C se reduce la pérdida de peso casi por completo, en comparación con la almacenada a temperatura de 25°C. Se ha observado que las túnicas o catáfilas exteriores del bulbo que cubren los dientes los protegen contra la deshidratación, por lo que es conveniente almacenar la semilla sin desgranar (Moran, 1996). La semilla de ajo en almacenamiento sufre un proceso de deshidratación desde el momento de la cosecha y hasta el momento de su siembra; los seis meses que transcurren son un periodo largo que ocasiona el deterioro de la semilla; los bulbillos analizados en este estudio tenían ocho meses al momento de los tratamientos de recubrimiento y, en nuestra experiencia, aún estaban en buenas condiciones tales como: firmeza, color, peso. A la fecha no se han utilizado recubrimientos en la semilla de ajo, sin embargo se han encontrado enfermedades nuevas o emergentes que atacan los bulbos de manera endófito por lo que se optó por desgranarlos y utilizar recubrimientos para eliminar el inóculo que se encuentra en los bulbillos que presentan síntomas a causa de estos fitopatógenos (datos no mostrados). Los bulbillos se trataron de forma individual con diferentes recubrimientos para prolongar su vida útil. Los resultados muestran que las semillas conservadas a temperatura ambiente con o sin recubrimiento sufrieron deshidratación. Los tratamientos refrigerados tuvieron una buena conservación. Esto concuerda con Fernández *et al.* que utilizaron recubrimientos en frutas y hortalizas

para prolongar su vida de anaquel. Los recubrimientos reducen la pérdida de agua, permiten el control respiratorio, retrasan el envejecimiento y mantienen la calidad y el valor comercial del mismo, preservando los atributos de calidad y valor nutricional (Fernández *et al.*, 2015). Se ha descrito que el calentamiento global podría provocar alteraciones en la distribución geográfica de las bacterias fitopatógenas, aumentando la incidencia de aquellas especies bacterianas con temperaturas óptimas de crecimiento más elevadas e incluso desplazando a otras mejor adaptadas a temperaturas inferiores (Palacio-Bielsa *et al.*, 2017). Se ha demostrado la transmisión por semilla de *Candidatus liberibacter solanacearum* en zanahoria en España (Marco-Noales E. y López M., 2015). Los recubrimientos podrían ayudar a mejorar o conservar las condiciones sanitarias de los bulbillos y las cabezas de ajos. El recubrimiento de semillas de los bulbillos de ajo mostraron mejores resultados en los tratamientos con grenetina y caseinato 8% conservados en refrigeración durante 74 ddt manteniendo la sanidad, el peso del bulbillito y la viabilidad (98 % de brotación), lo cual coincide con lo hallado por Peña y colaboradores quienes refieren que el proceso de recubrimiento o encapsulación mejora las características de crecimiento y desarrollo de la plántula de maíz y la protege de agresiones bióticas exteriores nocivas (Peña *et al.*, 2016). López-Palestina realizó un recubrimiento de gelatina y encontró alta eficiencia en la protección de frutas de garmbullo almacenados a 5°C, ya que redujo la pérdida de agua 1.6 veces, lo cual coincide con los resultados encontrados en la presente investigación

(López-Palestina *et al.*, 2018). La temperatura de conservación para el ajo destinado a semilla es entre

7 y 15°C en Uruguay ([www.ainfo.inia.](http://www.ainfo.inia.uy), 2019), en Argentina 15 a 18°C (Burba, J. L., 2003).

CONCLUSIÓN

Los mejores tratamientos fueron con caseinato y peso y la viabilidad de la semilla. grenetina a 4 °C, ya que mantuvieron la sanidad, el

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burba, J. L. 2003. Producción de ajo. INTA. Pp. 43. Consulta: Junio 14, 2019. Disponible en: docplayer.es/17737866-Ediciones-instituto-nac
- FAO (2017). Organización de las naciones unidas para la Alimentación y la Agricultura. Producción de Cultivos. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC> Consulta: Febrero 21, 2019.
- Fernández VD; Bautista BS; Fernández VD; Ocampo RA; García PA; Falcón RA (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. ISSN-1010-2760. 24(3):52-57.
- Gálvez, L; García-Díaz, M; Castillo P; Gómez F y Palmero D. 2013. Enfermedades y Fisiopatías que afectan a la calidad del ajo en postcosecha. Revista Vida rural. España. pp. 20-24.
- López-Palestina CU; Aguirre-Mancilla CL; Raya-Pérez JC; Ramírez-Pimentel JG; Gutiérrez-Tlahque J; Hernández-Fuentes AD (2018). The Effect of an Edible Coating with Tomato Oily Extract on the Physicochemical and Antioxidant Properties of Garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*) Fruits. Agronomy. México. pp.14. Doi: 10.3390/agronomy8110248.
- Navarrete-Maya R; Aranda-Ocampo S; Rodríguez-Mejía ML; Moya-Hernández SL; González-Ochoa MG (2014). Bacterias Fitopatógenas en Semillas: Su Detección y Regulación. Revista Mexicana de Fitopatología. México. 32: 75-88.
- Marco-Noales E. y López MM (2015). Bacterias fitopatógenas en el IVIA: prevenir es mejor que curar. Microbiología de plantas. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), Moncada, Valencia. España. Pp. 63-65.
- Moran-Vázquez N (1996). Tesis de Maestría en Ciencias en Semillas. Tecnológico Nacional Campus Roque, Celaya. México. Curado y almacenamiento a temperatura ambiente en la calidad de la semilla de ajo (*Allium sativum* L.). pp. 36-38.
- SIAP (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción agrícola. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> Consulta: Febrero 21, 2019.
- Sundin GW; Wang G; Charkowski N; Castiblanco A; Jia L; Zhao H; Youfu (2016). "Perspectives on the Transition From Bacterial Phytopathogen Genomics Studies to Applications Enhancing Disease Management: From Promise to Practice". *Phytopathology* 106:1071-1082.

Palacio-Bielsa A; Barbé S; Marco-Noales E (2017). La amenaza de las bacteriosis. Fitopatología. Publicación oficial de la Sociedad Española de Fitopatología. Boletín informativo en España. Pp. 6-14.

Peña M; Hidalgo I; González A; Alcántar G; Etchevers D (2016). Recubrimiento de Semilla de Maíz (*Zea mays*) con Quitosano y Alginato de Sodio y su Efecto en el Desarrollo Radical. Colegio de Posgraduados, Estado de México, México. 50:1091-1106.

www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6267/1/bd-111. 2016. Producción Integrada de ajo. Boletín de Divulgación 111. INIA. Uruguay. Pp.50. Consulta: Junio 14,2019.