

## Efecto del ozono sobre el vigor de semillas de Garbanzo (*Cicer arietinum* L.)

### Effect of the ozone in the vigor of seeds of Chickpea (*Cicer arietinum* L.)

Roberto Valdés-Herrera<sup>1</sup>, Edilberto Pozo-Velázquez<sup>1</sup>, Marlen Cárdenas-Morales<sup>1</sup>, Lisandra Jimenez Ferrer<sup>1</sup>, Carlos Pérez<sup>1</sup> y Rosabel Rodríguez Rojas<sup>2</sup>.

1. Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 6, Santa Clara, Villa Clara, CP: 54830. Cuba.

2. Centro Meteorológico Provincial, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

E-mail: robertovh@uvlv.edu.cu; edilbertopv@uclv.edu.cu

---

**RESUMEN.** El trabajo fue realizado en el Laboratorio de Patología de Insectos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), ubicado en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, en el período comprendido entre diciembre de 2011 a junio de 2012, con el objetivo de evaluar el efecto del tratamiento con ozono sobre el vigor de las semillas de *C. arietinum*. Para esto se realizaron la prueba de germinación, la de conductividad eléctrica y la de emergencia en bandejas. Se determinó que el ozono no afecta el vigor de las semillas de garbanzo (*C. arietinum*), y en el período de almacenamiento estimuló el porcentaje de germinación de las semillas. La velocidad de germinación del garbanzo no se afectó con el período de exposición de las semillas al ozono. La conductividad eléctrica fue menor en el tratamiento de semillas expuestas durante 56 h con 600,93  $\mu$ Siemens/cm como promedio. Los parámetros longitud de la raíz y longitud del tallo no fueron afectados por el ozono.

**Palabras clave:** *Cicer. arietinum*, germinación, morfofisiología, ozono, rendimiento.

**ABSTRACT.** This research was carried out from December 2011 to June 2012 in the Pathology of Insect Laboratory of the Agricultural Research center, placed in the central university "Marta Abreu" of Las Villas. The main objective of this research was to assess the effect of ozone treatment on the seed vigor of *C. arietinum*. Different tests were carried out in order to do so, the germination test, electric conductivity test and emerging in tray test. This work proved that the ozone does not affect the seed vigor of the chickpea (*C. arietinum*), and during the storing period it stimulated the range of seed germination. The germination speed of the chickpea was not affected in the time seeds were exposed to ozone. The electrical conductivity was lesser in the treatment of those seeds exposed during 56 h with 600, 93  $\mu$ Siemens/cm average. The length of the root and the stem were not affected by the ozone.

**Key words:** AMMI, sugarcane, CLUSTER, flowering, environment-genotype interaction, central region.

---

## INTRODUCCIÓN

En Cuba, con vistas a reducir las pérdidas ocasionadas por los gorgojos, se utiliza fosfamina, insecticida muy eficaz en estas condiciones (CENIAP, 1988; Schwartz *et al.*, 2003; ATSDR, 2003 y Cuba, 2006) aunque solo elimina insectos adultos. No obstante, desde hace algunos años se ha constatado que el producto es menos efectivo, debido a la insecto resistencia (FAO, 2005). Por esto es importante la búsqueda de nuevas

alternativas a este problema. (Farrera, 2004; EUFIC, 2005; FAO, 2005)

En los últimos años la utilización del ozono en la agricultura incluye el almacenamiento y la preservación de verduras y frutas, así como la desinfección de equipos manufacturados y de materiales de empaquetamiento (Graham, 1997; Méndez *et al.*, 2003). El ozono puede generarse

eléctricamente en los almacenes, eliminando la necesidad de guardar y disponer de paquetes de insecticidas (Kells et al., 2001), no deja ningún residuo y ha mostrado ser efectivo en experimentos realizados con *Sitophilus zeamais* L. y *Tribolium castaneum*(Herbst). (Rozado et al., 2008)

Debido a lo antes planteado, en Cuba el uso del ozono puede ser una alternativa para el control de los insectos plagas que afectan al garbanzo (*Cicerarietinum* L.) en el período de almacenamiento. Mediante el uso de este producto se puede conseguir la solución al problema de reducir las pérdidas postcosechas. No obstante, se desconoce el efecto que puede ejercer este gas sobre las semillas de este grano. Por esto, en el presente trabajo se pretendió determinar el efecto que ejerce el ozono sobre el vigor de la semilla de *C. arietinum*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se llevaron a cabo en el laboratorio de Patología de Insectos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), ubicado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, entre los meses de diciembre de 2011 a junio de 2012.

En el ensayo se utilizaron 70 placas de Petri de 9 cm de diámetro en las que se colocaron de forma independiente 35 g de semillas de *C. arietinum*. Las placas fueron colocadas en una campana de cristal de 18 L de capacidad a la cual se le conectó un generador de ozono Marca Etron que mantuvo un flujo de aire constante de 2 L/min y una concentración de ozono en aire de 150 ppm. El experimento se mantuvo hasta completar las 56 h a 30 °C. Para las pesadas de las semillas se utilizó una balanza analítica OverLabor con precisión de 0,1 mg.

Se retiraron 10 placas de Petri con semillas pasadas 8, 16, 24, 32, 40, 48 y 56 h. Después de 72 h de retiradas las placas se realizaron tres pruebas para determinar el vigor de las semillas de garbanzo.

Para las pruebas de geminación se colocaron 100 semillas por cada tiempo de exposición al ozono, en papel de filtro previamente humedecido con 2 mL de agua destilada, dentro de placas de Petri de 11 cm de diámetro por 1,5 cm de altura. Este procedimiento

se repitió en dos oportunidades. Posteriormente se realizaron evaluaciones cada 24 h durante siete días consecutivos. En las evaluaciones fueron consideradas como germinadas sólo las plántulas normales, libres de manchas necróticas o con síntomas de necrosis muy incipientes. Los datos para el primer conteo de esta prueba se analizaron por separado, ya que estos valores representaron la velocidad de germinación de la semilla. (Copeland y McDonald, 2001; Contreras y Barros, 2005; Craviotto y Arango, 2012)

La prueba de conductividad eléctrica se realizó mediante una adaptación del método descrito por Perry (1984) citado por Contreras y Barros (2005) que consiste en sumergir 200 semillas en 45 mL de agua destilada a 20 °C por 24 h para medir la conductividad del agua. Para ello 15 réplicas de 10 semillas, por cada tiempo de exposición al ozono, se sumergieron en 50 mL de agua destilada a 20 °C. A las tres y a las 24 h fue medida la conductividad eléctrica de la fase líquida (Mullet, 1978; García y Lasa, 1991) con un conductímetro marca WTW Cond 315i. Para cada ensayo se preparó un tratamiento control, conformado por 10 semillas no tratadas con ozono en agua destilada. (Contreras y Barros, 2005)

La siembra en bandejas para determinar la emergencia de las plántulas se realizó mediante una modificación realizada al método descrito por Contreras y Barros (2005). En los experimentos se utilizaron bandejas de polietileno, de 68 x 47 x 6 cm con orificios de 3 x 3 x 5 cm, para un total de 247 orificios. Se usó como sustrato una mezcla de suelo con materia orgánica. Se sembraron 30 semillas por tratamiento (tiempo de exposición al ozono), una semilla por cada orificio. Las bandejas fueron dispuestas bajo luz natural difusa. A los 14 días después de la siembra se contaron las plantas germinadas por tratamiento. A cada planta se les evaluó la longitud del tallo y de la raíz.

Todos los resultados obtenidos en los experimentos fueron analizados y procesados por programas y software soportado sobre Microsoft Windows XP Profesional ver. 2002 Service Pack 3. Los datos fueron ordenados y tabulados en el software Microsoft Office Excel 2003. Para el procesamiento estadístico se utilizaron los paquetes de programas STATGRAPHICS Centurión XV ver. 15.2.14 Edición Multilingüe y Statistix ver. 9 con sus

programas ANOVA. Se realizaron las pruebas de Duncan y Kruskal-Wallis, con un nivel de confianza de un 95 % para determinar diferencias significativas entre los tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la prueba de germinación del garbanzo el tratamiento con ozono estimuló la germinación de la semilla. Al aumentar el período de exposición al ozono, se aprecia cómo aumenta el porcentaje de germinación en los tratamientos aunque estos no alcanzaron el 100 % de germinación (Figura 1). Esto puede estar dado por el efecto desinfectante del ozono debido a que en los tratamientos con este gas se observó menos afectación por hongos, lo que propició que las plántulas fueran más saludables que en el control. Este resultado corrobora lo expuesto por Arnalet *et al.* (2005) cuando refieren que el uso del ozono permite la conservación de los

granos, ya que evita la proliferación de hongos en los lugares de almacén. La aplicación de ozono en granos permite la descontaminación de hongos, levaduras, bacterias y sus toxinas.

La velocidad de germinación del garbanzo fue similar para casi todos los tratamientos (figura 2). Al analizar las curvas de velocidad en cada tratamiento se demuestra que el tratamiento con ozono a las semillas no afectó este parámetro, resultado que coincide con los expuestos por Méndez *et al.* (2003) cuando refieren que este gas no afecta algunas propiedades de las semillas.

Al analizar los resultados obtenidos en esta prueba, se apreció que el tratamiento con mayor conductividad fue el control seguido por el tratamiento de 8 h. La menor medición de conductividad fue obtenida en el tratamiento de 56 h con 600,93  $\mu$ Siemens/cm como promedio. A

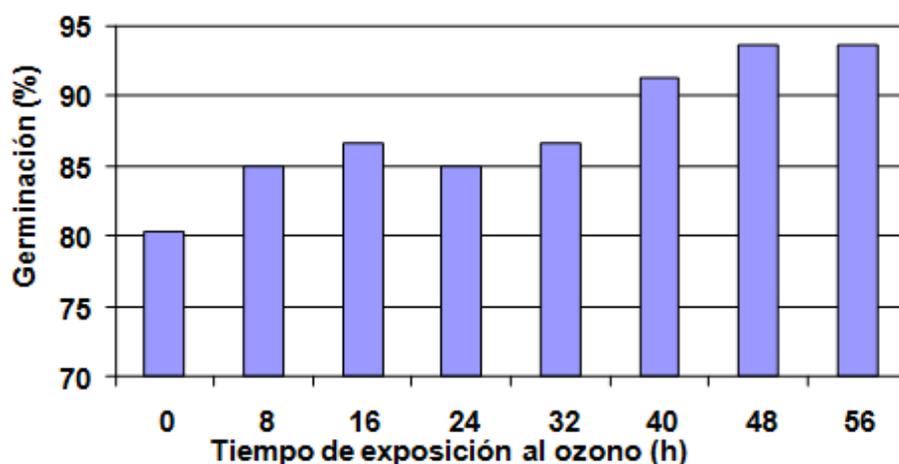


Figura 1. Efecto del ozono en la germinación de *C. arietinum*

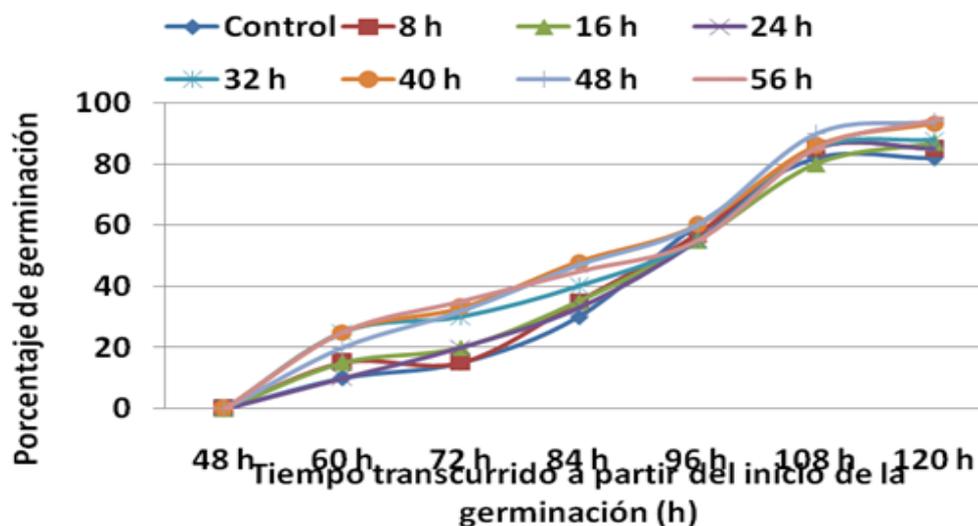


Figura 2. Efecto del ozono en la velocidad de germinación de *C. arietinum*

medida que aumentó el tiempo de exposición al ozono, disminuyó la conductividad eléctrica (figura 3).

Craviotto y Arango (2012) refieren que el fundamento de la prueba de conductividad eléctrica es la mayor o menor liberación de electrolitos (iones, aminoácidos, etc.) al medio de imbibición por parte de las semillas. Las semillas deterioradas liberan mayor cantidad de

electrolitos al medio debido a la pérdida de la integridad de las membranas celulares, por lo que se produce una mayor permeabilidad de las mismas.

Las membranas celulares son esenciales para la respiración y la síntesis enzimática, y pierden su integridad a medida que la semilla se seca en la madurez; sin embargo, durante la imbibición, estas

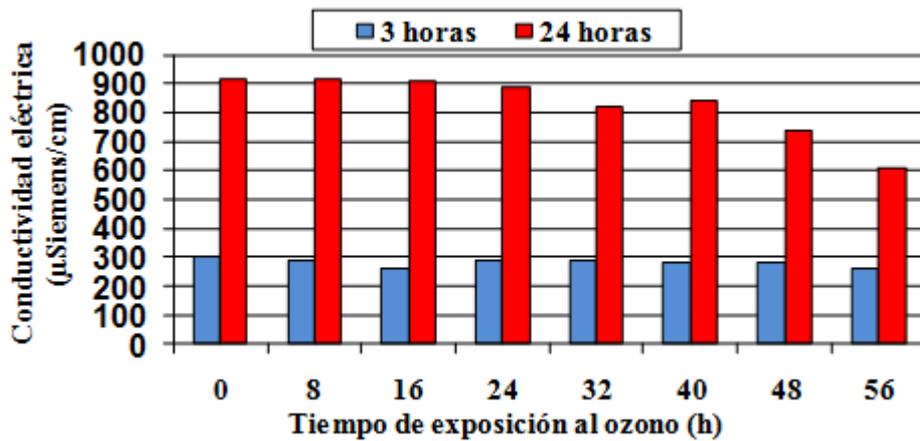


Figura 3. Conductividad eléctrica en el medio de imbibición de las semillas *C. arietinum*

restauran su integridad (Simón y Raja, 1972). Las semillas con buen vigor restablecen las membranas a mayor velocidad y con menor exudado que las semillas menos vigorosas. (García y Lasa, 1991)

Al evaluar la prueba de emergencia de bandejas, en el parámetro longitud de la raíz no existieron diferencias significativas entre los tratamientos a pesar de que la mayor longitud correspondió a las del tratamiento 56 h, mientras que la menor fue en el

tratamiento 32 h (tabla 1). En la longitud del tallo de las plántulas tampoco existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

García y Lasa (1991) refieren que los ensayos bioquímicos y fisiológicos son económicos, relativamente rápidos y no requieren la formación adicional de un personal. No obstante, las pruebas de germinación, conductividad eléctrica y emergencia en bandeja no alcanzan por sí solas para

Tabla 1. Longitud promedio del tallo y de la raíz de las plantas de garbanzo en la prueba de emergencia en bandejas

Tratamiento	Longitud del tallo (cm)	Media de Rangos* del tallo	Longitud de la raíz (cm)	Media de Rangos* de la raíz
Control	19,50	14,7	6,25	14,7
8 horas	20,83	16,2	7,33	22,7
16 horas	20,02	19,2	7,70	24,7
24 horas	22,38	21,5	7,37	22,2
32 horas	24,50	26,1	5,37	11,7
40 horas	24,33	28,1	6,66	20,5
48 horas	26,63	29,5	5,88	18,8
56 horas	26,28	27,7	7,71	28,7
Valor Crítico Comparación	23,096		23,096	

\*Media de Rangos según Kruskal-Wallis

hacer una estimación completa de la calidad de las semillas. El diagnóstico completo de calidad puede alcanzarse a partir de la combinación de las pruebas para definir la calidad sobre la base de aquellos atributos de interés que poseen. Los análisis de Sanidad de Semillas ayudan a completar la información sobre la calidad y conforman un verdadero diagnóstico completo de la calidad de las semillas. (Craviotto y Arango, 2012).

## CONCLUSIONES

1. El ozono no afecta el vigor de las semillas de garbanzo (*C. arietinum*).
2. El tratamiento con ozono al garbanzo en el período de almacenamiento mejora el porcentaje de germinación de las semillas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Arnal, Lucía; Salvador, Alejandra, J, Martínez: "Efecto del ozono en el mantenimiento de la calidad de caqui 'Rojo brillante'", *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 6(2): 99-106, enero de 2005.
2. ATSDR (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades): Piretrinas y Piretroides. En sitio web: [http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es\\_tfacts155.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts155.html). [Consultado el 27 abril, 2010], 2003.
3. CENIAP (Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela): Recomendaciones para la prevención y control de plagas en granos almacenados. Foniap Divulga n. 27. Enero/Marzo. En sitio web: <http://www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd27/texto/recomendaciones.htm>. [Consultado el 27 abril, 2010], 1988.
4. Contreras, S. y M. Barros: "Pruebas de Vigor en Semillas de Lechuga y su Correlación con Emergencia". *Revista Cien. Inv. Agr.*32(1): 3-11, 2005.
5. Copeland, L. O. and M. B. McDonlad: *Principles of seed science and technology*, 4th ed. Kluwer Academic Publishers, EUA, 467 pp., 2001.
6. Craviotto, R. M. y Miriam R. Arango: Sin semilla de calidad ningún sistema es sustentable. En sitio

web: <http://www.inta.gov.ar/artic11.htm> . [Consultado el 5 de abril, 2012], 2012.

7. Cuba: Agricultura. Silos que cambian la vida. En sitio Web: [http://cubaalamano.net/sitio/muestra\\_especial.asp?art=6345](http://cubaalamano.net/sitio/muestra_especial.asp?art=6345). [Consultado el 19 de abril, 2006], 2006.
8. EUFIC: Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación. En sitio web: <http://www.eufic.org/sp/quickfacts/agricultura.htm>. [Consultado el 1 de diciembre, 2009], 2005.
9. FAO: La aplicación de plaguicidas sin la debida seguridad provoca daños a la salud y al medio ambiente. Comunicados de prensa 97/20. ROMA, 29 de mayo. En sitio Web: <http://www.fao.org/ag/ags/agse/prs.htm>. [Consultado el 30 de mayo, 2006], 2005.
10. Farrera, R.: Acerca de los plaguicidas y su uso en la agricultura. *Revista Digital Ceniap*, número 6, septiembre-diciembre de 2004. En sitio web: [www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/farrera\\_r/arti/farrera\\_r.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n6/arti/farrera_r/arti/farrera_r.htm). [Consultado el 7 de diciembre, 2010].
11. García A. y J. M. Lasa: Ensayos de vigor de nacencia: Revisión bibliográfica. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Zaragoza, Boletín No. 14, 62 pp., 1991.
12. Graham, D. M.: Use of ozone for food processing. *FoodTechnology*. 51: 72-75. En sitio web: <http://GranosAlmacenados.asp> [Consultado el 15 de febrero, 2009].
13. Kells S. A., L. J. Mason y D. E. Maier: Eficacia y Características CP fumigación de ozono en el maíz almacenado. *Journal of Stored Products Research*, v.37, p.371-383, 2001. *Revista de Investigación de los Productos Guardado* (37): 371-383, 2001.
14. Méndez, F., D. E. Maier, L. J. Mason y C.P. Woloshuk: "La penetración de la capa de ozono en columnas de granos almacenados y los efectos sobre la composición química y el rendimiento". *Revista de Investigación de los Productos Guardados* (39): 33-44, 2003.
15. Mullet, J.H.: Conductivity testing of bean seeds. In B.J. Ballantine (ed.) *Beanimprovementworkshop*: 105-110. Dep. Agr., N.S.W. Australia, 1978.

16. Rozado, A., Rozado 2 , Lêda RA Faroni 3 , Wilfredo MI Urruchi 4 , Raul NC Guedes 5 & Juliana L. F. Leda, W. Urruchi, R. Guedes y Juliana Paes 6 Padres: Aplicación de ozono en relación con *Sitophiluszeamaise Tribolium castaneum* em milho armazenado 1 y *Triboliumcastaneum* en el maíz almacenado. Diario de Engenharia Agrícola e Ambiental Ingeniería Agrícola y Ambiental v.12, n.3, p.282–285, 2008 3 (12):282-285, 2008.

17. Schwartz, M., Marcela Sepúlveda, Liliana Villanueva, E. Araya y F. Figuerola: Bromuro de Metilo; Sustitución o disminución de consumo. Facultad de Ciencias Agronómicas. Dpto. de Agroindustria y Enología. Universidad de Chile. En sitio Web: <http://agronomia.uchile.cl/departamentos/agroindustria/proyhort5.htm>. [Consultado el 3 de marzo, 2008], 2003.

18. Simón, M. y S. K. Raja Harun: “Leakage during seed imbibition”. *J. Exp. Bot.* 34: 1076-1085, 1972.

Recibido: 11/02/2012

Aceptado: 04/06/2012