

Efecto del ozono (O₃) sobre el vigor de las semillas de sorgo (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) variedad UDG-11

Effect of ozone (O₃) on seed vigor of sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) variety UDG-110

Ilenia Machado Montalvo¹, Roberto Valdés Herrera², Marlen Cárdenas Morales²

¹Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Carretera a Malezas Km 2½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. C.P. 50100.

² Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Carretera a Camajuaní, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. C.P. 54830.

E-mail: acarologia@sanidadvcl.co.cu; robertovh@uclv.edu.cu

RESUMEN. El presente trabajo se realizó en el laboratorio de Patología de insectos del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP) de la Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, con el objetivo de determinar el efecto que ejerce el tratamiento con ozono (O₃) sobre el vigor las semillas de *Sorghum bicolor* (L.) Moench variedad UDG-110. Se realizaron pruebas de germinación, conductividad y emergencia en bandejas. La conductividad eléctrica fue menor en el tratamiento de 48h, en el tratamiento 72 h la conductividad fue superior a la de los otros tratamientos, pero no mostró diferencias significativas con el control. Los parámetros longitud de la raíz y longitud del tallo no fueron afectados por el ozono. Se demostró que el ozono mejora el porcentaje de germinación y no afecta el vigor de las semillas de *S. bicolor*.

Palabras clave: ozono, *Sorghum bicolor*, UDG-110, semillas, vigor.

ABSTRACT. This research was done in the Insect Pathology Laboratory of the Agricultural Research Center (CIAP) at Marta Abreu Central University of Las Villas. The goal was to determine the effect of the ozone (O₃) treatment on the vigor of *S. bicolor* seeds (variety UDG-110). Germination tests, electrical conductivity test and seedling growth rate tests were conducted. The electrical conductivity was low in the treatment of 48 h. In the 72 h treatment, the conductivity was higher than in the other treatments; but it was not significantly different from the control. Root and shoot length parameters were not affected by ozone. Ozone was proved to enhance the germination percentage, but it does not affect the vigor of *S. bicolor* seeds.

Key words: ozono, *Sorghum bicolor*, UDG-110, semillas, vigor.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se aplican diversas pruebas para determinar el vigor de las semillas. Craviotto y Arango (2012) refieren que una de las más utilizadas es la de conductividad eléctrica por ser muy rápida y efectiva. El ensayo de conductividad trata de cuantificar indirectamente la degradación y desorganización de las membranas ya que las semillas deterioradas liberan mayor cantidad de electrolitos al medio debido a la pérdida de la integridad de las membranas celulares y la permeabilidad de las mismas. Otra prueba que se realiza es la de Germinación Estándar cuyo objetivo es determinar el “potencial máximo de germinación” de un lote de semillas, valor que puede usarse para comparar la calidad de

diferentes lotes y estimar el valor en la siembra (Craviotto y Arango, 2012).

Para evaluar la germinación de las semillas también puede utilizarse la Prueba de Primer Conteo que consiste en la conducción de la germinación del lote de semillas bajo las mismas condiciones. La evaluación y conteo de las plántulas normales emergidas se realizan a los pocos días de iniciada, este dato brinda una información interesante y útil sobre la velocidad de germinación del lote de semillas. En esta prueba se consigna solo el porcentaje de plántulas emergidas evaluadas como normales descartándose el resto (Craviotto y Arango, 2012; Valdés, 2012).

El uso del ozono permite la conservación de los granos, su aplicación permite la descontaminación de hongos, levaduras, bacterias y sus toxinas. Este gas no es selectivo y por lo tanto no genera cepas resistentes. Tiene efecto secante por lo que es posible usarlo en secado estático de cereales y oleaginosas, con un costo inferior al secado convencional (Arnal et al., 2005).

Estudios realizados por Valdés (2012) demostraron que el ozono no afectó el vigor de semillas de *Phaseolus vulgaris* L. ni los caracteres morfofisiológicos y componentes del rendimiento. Además, el tiempo de exposición al ozono no afectó los parámetros de velocidad de germinación y el porcentaje de germinación.

El presente trabajo persigue como objetivo determinar el efecto que ejerce el tratamiento con ozono sobre el vigor de las semillas de sorgo (*S. bicolor*).

MATERIALES Y MÉTODOS

En placas de Petri (9 cm de diámetro) se colocaron de forma independiente 20 g de semillas de *S. bicolor* variedad UDG-110, para un total de 40 placas totales. Una parte de las placas (30) 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 40 ppm. El experimento se mantuvo hasta completar las 72 h a temperatura ambiente. Para las pesadas de las semillas se utilizó una balanza analítica Marca OverLabor con precisión de 0,1 mg.

Cada 24 h, durante 3 días, fueron retiradas de la campana 10 placas de Petri con el sorgo. Después de 72 horas de retiradas, se realizaron pruebas para determinar el vigor de las semillas tratadas y del tratamiento control (10 placas).

a) Prueba de germinación

Se tomaron 100 semillas por cada tiempo de exposición al ozono, en papel de filtro previamente humedecido con 2 ml de agua

destilada, colocado dentro de placas de Petri (90 x 10 mm). Este procedimiento se repitió en dos oportunidades. Posteriormente se realizaron evaluaciones a los cuatro y siete días. En el ensayo se consideraron como germinadas solo las plántulas normales, libres de manchas necróticas o con síntomas de necrosis muy incipientes, siguiendo los criterios establecidos por ISTA (1999); Copeland y McDonald (2001); Contreras y Barros (2005); Craviotto y Arango (2012).

b) Prueba de conductividad eléctrica

El método utilizado correspondió a una adaptación del descrito por Perry (1984) citado por Contreras y Barros (2005) y Valdés (2012) 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 10 réplicas compuestas de 20 g de semillas, por cada tratamiento (tiempo de exposición al ozono) fueron sumergidas en 30 ml de agua destilada, desionizada, a 24 °C. Transcurrido 24 h fue medida la conductividad eléctrica de la fase líquida según lo referido por Mullet (1978), García y Lasa (1991), con un conductímetro marca WTW Cond 315i. La prueba tuvo además un tratamiento control, conformado por 20 g de sorgo no tratado con ozono en agua destilada desionizada para comparar con los tratamientos, según lo recomendado por Contreras y Barros (2005) y Valdés (2012).

c) Pruebas de emergencia en bandejas

La siembra en bandejas fue mediante una modificación realizada al método descrito por Contreras y Barros (2005) y Valdés (2012) quienes realizaron su trabajo con semillas de lechuga y frijol común respectivamente. En el montaje del experimento fueron utilizadas dos 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 por bandeja. Se usó como sustrato una mezcla de suelo con materia orgánica (1:3) donde fueron sembradas 30 semillas por tratamiento (tiempo de exposición al ozono más las del control), una semilla por orificio. Las bandejas, fueron dispuestas bajo luz natural difusa, después de 10 días se procedió a realizar el conteo de las

plantas emergidas 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 8 Enterprise © 2012. Los datos fueron ordenados y tabulados en el *software* Microsoft Office Excel 2010. 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 y Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Prueba de germinación

El porcentaje de germinación fue inferior al 100% en todos los tratamientos evaluados (figura 1) incluyendo el control.

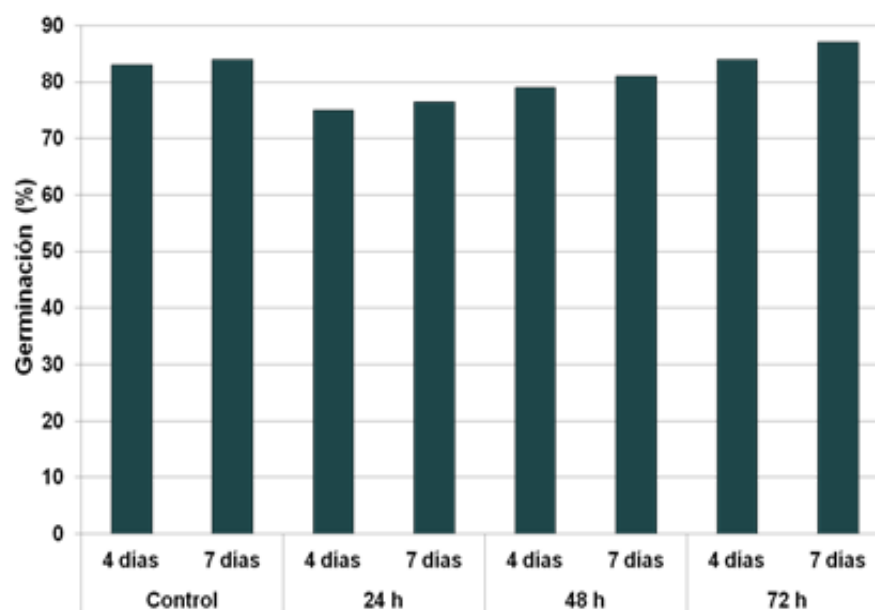


Figura 1. Porcentaje de germinación en semillas de *S. bicolor* tratadas con ozono

Tabla 1. Conductividad eléctrica en el medio de imbibición de las semillas de sorgo

Tratamiento	UDG-110	
	Promedio de conductividad eléctrica en una hora (μ Siemens/cm)	Promedio de conductividad eléctrica en 24 h (μ Siemens/cm)
24 h	60,48	528,3 ^a
48 h	64,20	419,7 ^b
72 h	66,28	489,5 ^a
Control	51,45	522,9 ^a
EE (?) \pm	5,947	17,959

Letras diferentes en la columna denotan diferencias significativas según la Prueba de Duncan para un alfa de 0,05

En el tratamiento con ozono por 72 h la germinación fue del 87%, superior al control en el que se obtuvo el 84%. Este resultado muestra que el tiempo de exposición al ozono, al que fueron sometidas las semillas no afecta la germinación de las mismas. Resultados obtenidos por Chea (2010) y Valdés (2012) demostraron que en semillas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) expuestas a una concentración de 50 ppm de ozono no se afectó los parámetros de velocidad y porcentaje de germinación, lo que coincide con los obtenidos en el presente trabajo, a pesar de trabajarse con otro grano.

b) Prueba de conductividad eléctrica

Al analizar los resultados obtenidos en la prueba de conductividad eléctrica realizada a las semillas de sorgo expuestas al ozono, se observó que el tratamiento con mayor conductividad fue el de 24 h seguido por el tratamiento control (tabla 1). En la primera hora se apreció que no existieron diferencias significativas entre la

conductividad eléctrica de los tratamientos. Sin embargo, a las 24 h la menor conductividad fue obtenida en el tratamiento de 48 h de exposición; en el tratamiento de 72 h la conductividad fue mayor, pero no mostró diferencias significativas con el control.

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 de acuerdo con la condición fisiológica de las semillas. Una elevación de la conductividad eléctrica indica una mayor liberación de iones para la solución acuosa debido a la lixiviación de electrolitos (Vieira, 1994 citado por Valdés, 2012) y está relacionada con el deterioro de las mismas.

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

c) Prueba de emergencia de las semillas en bandejas

Las semillas de sorgo de la variedad UDG-110 tuvieron un porcentaje de emergencia inferior al 100% en todos los tratamientos evaluados (figura 2) lo que coincide con los resultados obtenidos en la prueba de germinación. El porcentaje de

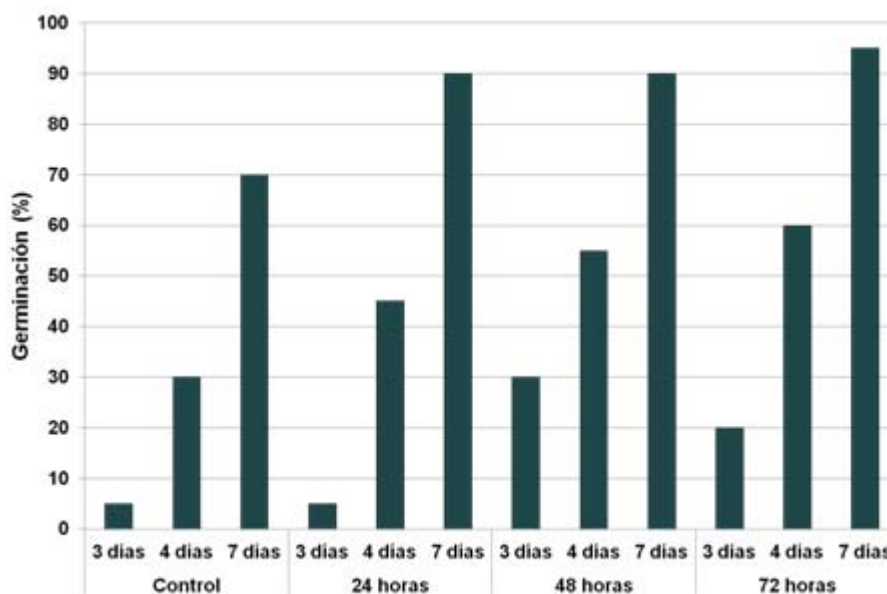


Figura 2. Emergencia de las semillas de *S. bicolor* sembradas en bandeja

emergencia de las semillas del control en este ensayo no sobrepasó el 70%. El tratamiento con ozono por 72 h tuvo 95% de emergencia, seguido de los otros dos tratamientos donde las semillas fueron expuestas a 40 ppm de este gas. Estos resultados corroboran los expuestos por Arnal *et al.* (2005) cuando señalan que el uso del ozono permite la conservación de los granos, evitan la proliferación de microorganismos y su aplicación permite la descontaminación del producto tratado al eliminar microorganismos y sus toxinas.

En las plantas provenientes de semillas tratadas con ozono las longitudes de las raíces no tuvieron diferencias significativas con las del control (tabla 2). No obstante, el tratamiento con mayor longitud promedio de la raíz fue el de 24 h seguido del control y 48 h respectivamente. En los tallos de los tres tratamientos con ozono se midieron longitudes superiores a las del control, aunque no existieron diferencias significativas entre ellos. Estos resultados coinciden con los

Tabla 2. Longitud promedio del tallo y de la raíz de las plantas de sorgo variedad UGD 110 en la prueba de emergencia en bandejas

Tratamientos	Longitud promedio de la raíz (cm)	Límite inferior	Límite superior	Longitud promedio del tallo (cm)	Límite inferior	Límite superior
Control	6,0	5,59	6,40	5,5	5,09	5,90
24 h	6,23	5,87	6,59	6,3	5,93	6,66
48 h	5,75	5,37	6,12	6,25	5,87	6,62
72 h	5,67	5,30	6,04	5,64	5,26	6,02

ANOVA Simple

expuestos por Mendez *et al.* (2003) cuando refiere que este gas no afecta las propiedades de las semillas.

Según García y Lasa (1991) 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 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 tiempo de exposición al ozono, al que fueron sometidas las semillas, no afecta la germinación de las mismas.
2. El tratamiento con ozono a una concentración de 40 ppm mejora el porcentaje de germinación y no afecta el vigor de las semillas de *S. bicolor* variedad UDG-110.

BIBLIOGRAFÍA

1. Arnal, L.; A. Salvador; J. Martínez: Efecto del ozono en el mantenimiento de la calidad de caqui 'Rojo brillante'. Revista Iberoamericana de tecnología postcosecha. 6(002): 99-106, 2005.

2. Chea, A.; R. Valdés; E. Pozo: Efecto del ozono (O_3) sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) y granos de *Phaseolus vulgaris* L. Tesis en opción al título de master en agricultura sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba, 2010, 166 p.

3. Contreras, S.; M. Barros: Pruebas de Vigor en Semillas de Lechuga y su Correlación con Emergencia. Revista Cien. Inv. Agr. 32(1):3-11, 2005.

4. Copeland, L.O.; M.B. McDonlad: *Principles of seed science and technology*. 4th ed. Kluwer Academic Publishers, EUA, 2001, 467 p.

5. Craviotto, R.M.; M.R. Arango: Sin semilla de calidad ningún sistema es sustentable. 2012. En sitio web: <http://www.inta.gov.ar/artic11.htm> Consultado el 5 de abril, 2012.

6. García, A.; J.M. Lasa: Ensayos de vigor de nacencia: Revisión bibliográfica. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Zaragoza, España, Boletín No. 14, 1991, 62 p.

7. ISTA (International Seed Testing Association). International rules for seed testing. Seed Science and Technology 27: supplement, 1999, 333 p.

8. Mendez, F.; D.E. Maier; L.J. Mason; C.P. Woloshuk: Penetration of ozone into columns of stored grains and effects on chemical composition and performance. Journal of Stored Products Research, 39:33-44, 2003.

9. Simón, M.; S.K. Raja Harun: "Leakage during seed imbibition". *J. Exp. Bot.* 34:1076- 1085, 1972.

10. Mullet, J.H.: Conductivity testing of veansedes. In B.J. Ballantine (ed.) Bean improvement workshop: 105-110. Dep. Agr., N.S.W. Australia, 1978.

11. Valdés, R.: Efecto de especies de plantas y ozono (O₃) sobre *Zabrotes subfasciatus* (Boheman). Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias agrícolas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Villa Clara, Cuba, 2012, 166 p.

Recibido:06/09/2014

Aceptado:16/12/2014