

Efecto de la Colocación de Semillas de Maíz (*Zea mays* L.) en la Estufa a 100 °C sobre la Germinación Bajo Condiciones de Invernadero

J. Méndez Natera, L. Ysavit Marcano, J. Merazo

Departamento de Agronomía. Escuela de Ingeniería Agronómica. Núcleo de Monagas. Universidad de Oriente
Avenida Universidad, *Campus* Los Guaritos, 6201, Maturín, estado Monagas, Venezuela.
jmendezn@cantv.net

Resumen

El presente trabajo se realizó con la finalidad de determinar el efecto de la colocación de las semillas de tres cultivares de maíz en la estufa a 100 °C sobre los caracteres de la germinación. El experimento se realizó en el Invernadero del Postgrado de Agricultura Tropical en Juanico, Maturín, Venezuela. El diseño estadístico utilizado fue bloques al azar en arreglo factorial con cuatro repeticiones, un factor estuvo constituido por cinco tiempos de colocación en la estufa inmersión a 100 °C (0, 90, 180, 270 y 360 segundos) y el otro por tres cultivares de maíz (Cargill 633, Himeca 2003 y Criollo). La colocación de las semillas de los tres cultivares de maíz en la estufa no causó una disminución de los porcentajes de germinación ni de los índices de germinación. Por lo que se puede decir que los tiempos utilizados no fueron los más idóneos para determinar la calidad de las semillas de los tres cultivares de maíz, por lo que se recomienda aumentar los tiempos de colocación de las semillas en la estufa, que permitan diferenciar entre semillas de buena y mala calidad.

Palabras Claves: *Calor seco, deterioro de semilla, maíz*

Abstract

*This research was carried out in order to determine the effect of the seed duration in oven (100 °C) on seed germination of three corn (*Zea mays* L.) cultivars. The experiment was conducted at Greenhouse of Postgrado of Agricultura Tropical in Juanico, Maturín, Venezuela. A 3 x 5 factorial experiment in randomized complete block design with four replications was used, one factor was formed for five periods of seed duration in oven at 100 °C (0, 90, 180, 270 and 360 seconds) and the other one were the three corn cultivars (Cargill 633, Himeca 2003 y Criollo). The seed duration in oven at 100 °C did not cause a decrease of the germination percentages and of germination index. Therefore, the duration periods used were not the most suitable in order to determine the seed quality of the three corn cultivars and it is recommended to increase the duration periods in which seeds are kept in oven which allow to discriminate between good and poor seed quality.*

Key words: *Dry heat, seed deterioration, corn*

1. Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es el cereal más importante en Venezuela, para los años 2004 y 2005 se produjeron 2.068.465 y 2.115.693 t, respectivamente, en comparación con 989.478 y 962.785 t, respectivamente para el cultivo de arroz y 612.450 y 395.364 t, respectivamente para el cultivo de sorgo. Esto representó 277.278 y 283.609 millones de bolívares para 2004 y 2005, respectivamente para el maíz, mientras que para el arroz las cifras alcanzaron 133.940 y 130.326 millones de bolívares, respectivamente y para el sorgo sólo 63.395 y 40.925 millones de bolívares respectivamente. El maíz, también es el cereal más sembrado, para los años 2004 y 2005, la superficie fue de 601.498 y 640.066 h, respectivamente con un rendimiento de 3.439 y 3.305 kg/ha, respectivamente, mientras que para el arroz, la superficie sembrada fue de 198.834 y 210.726 h,

respectivamente, con rendimientos de 4.976 y 4.569 kg/ha, respectivamente. La superficie sembrada de sorgo alcanzó 297.576 y 179.720 h, respectivamente y rendimientos de 2.058 y 2.200 kg/ha, respectivamente [4].

Por otra parte, la mayor producción de semilla certificada en el país corresponde al cultivo de maíz. Durante el año 2003 se inspeccionaron 3.265 hectáreas y se certificaron 9.883.145 kilogramos, a las cuales les correspondieron 409.808 etiquetas de certificación. Para tal propósito se contó con la participación de 181 agricultores-cooperadores, quienes sembraron 33 cultivares elegibles. En maíz, se inspeccionaron 1.947 hectáreas y se certificaron 6.772.145 kilogramos de semilla (276.568 etiquetas); en sorgo, se inspeccionaron 1.108 hectáreas y se certificaron 2.920.000 kilogramos de semilla (125.600 etiquetas); en caraota, se inspeccionaron 210 hectáreas y se certificaron 153.000 kilogramos (6.120 etiquetas);

Recibido: Junio, 2007

Aceptado: Agosto, 2007

mientras que de frijol se certificaron 38.000 kilogramos de semilla (1.520 etiquetas). Además, se muestrearon 275.572,6 kilogramos de semilla forrajera importada [5].

Por ser el cultivo de maíz el más importante a nivel nacional se justifica la búsqueda de nuevas técnicas para determinar la calidad de las semillas certificadas en el país. El uso de calor seco aplicado a las semillas podría ser utilizado como una herramienta alternativa a aquellas comúnmente para evaluar la calidad de las semillas (prueba en frío, prueba de envejecimiento acelerado, prueba de conductividad eléctrica, etc.).

El uso del calor seco es una práctica que ha sido utilizada para eliminar patógenos de las semillas. Thomas y Adcock [15] realizaron una serie de experimentos de laboratorio y campo para determinar el efecto de la exposición a calor seco sobre la infección de *Colletotrichum lupini* en las semillas del cultivar Belara de lupino (*Lupinus angustifolius*). La infección de la semilla se redujo significativamente mediante la exposición de 60 a 80 °C, la infección no se detectó en 1000 semillas después de 1 a 80 °C, 1-4 días a 70 °C u 8 días a 65 °C. La germinación de las semillas no fue afectada por el tratamiento de 7 días a 60 °C o 4 días a 65 °C, pero 7 días a 70 °C o 60 °C redujo la germinación a 15 %, los autores concluyeron que los efectos del tratamiento de calor sobre la germinación de la semilla variaron con los lotes de semillas evaluados y periodos moderados de exposición al calor seco son una vía efectiva de reducir la infección de semillas a niveles extremadamente bajos o indetectables.

Otro uso del calor seco en la agricultura moderna es aquel referido al secado de la semilla para su posterior almacenamiento, debido a la influencia que tiene la humedad sobre la calidad de la semilla almacenada. Pero debe conocerse la temperatura y/o el tiempo de exposición de la semilla a las condiciones de temperatura que no causen una disminución de la viabilidad de las mismas y/o del vigor de las plántulas producidas por esa semilla.

Ghaly y Sutherland [6] indicaron que existe la necesidad del secado de las semillas oleaginosas en Australia, debido a que algunos productores prefieren cosechar las oleaginosas a niveles relativamente altos de humedad para evitar pérdidas considerables del rendimiento, por ejemplo, los intentos para dejar el girasol en el campo hasta alcanzar el contenido de humedad requerido para el almacenamiento seguro puede conducir a pérdidas substanciales debido al desgranado y al ataque de pájaros, la sobremaduración del cártamo en la cosecha resulta en el resquebrajamiento excesivo de los tallos y causa dificultades en la limpieza, la planta de soya se seca rápidamente en las etapas finales de la maduración, así, el desgranado y la apertura de las cápsulas son muy comunes, especialmente cuando el contenido de humedad de la semilla cae por debajo de 10-11 %, las

semillas secas son también quebradizas y sujetas a daño mecánico si no se pone cuidado en la selección de la configuración correcta de la máquina, ventajas adicionales del secado son un incremento en el número de horas útiles de cosecha por día y la reducción de pérdidas debido al viento, lluvia, insectos y pájaros, pero el secado, sin embargo, no debe dañar la calidad de la semilla o sus propiedades funcionales. El sobrecalentamiento reduce la viabilidad de la semilla, daña las propiedades de cocción del trigo y afecta adversamente las propiedades de los aceites de la semilla.

Ghaly y van der Touw [7] sometieron las semillas con dos contenidos de humedad (12 y 14 %) de tres variedades de trigo las cuales diferían en cuanto a la resistencia de la cubierta de la semilla (Teal, de cubierta blanda, Cóndor, de cubierta dura y Eagle de cubierta muy dura) a cinco temperaturas (70, 75, 80, 85 y 90 °C) durante tres tiempos de exposición (5, 10 y 15 minutos). En este experimento los autores indicaron que aunque la diferencia en daño a los granos calentados durante 5, 10 o 15 minutos fue bastante pequeña, el tiempo tuvo un efecto estadísticamente significativo en la energía germinativa tanto a 12 como a 14 % de humedad inicial de la semilla y en la longitud de la plúmula a 14 % de humedad inicial de la semilla. En general, el experimento mostró que las semillas de trigo a 12 % de humedad pueden ser calentadas uniformemente usando aire a 75 °C en el periodo de 0 a 15 minutos sin dañar la energía o la capacidad germinativa y a 70 °C sin afectar el peso de las plántulas y estas temperaturas excedieron la temperatura del grano de 65 °C requerida para la desinfección a altas temperaturas del trigo.

Por otra parte, en la evaluación de la calidad de semillas al calor seco, Lee *et al.* [11] expusieron cinco variedades de arroz con diferentes características del grano a varias temperaturas de calor seco (70, 75, 80, 85 y 90 °C) durante 24 horas. La tolerancia al calor seco de 32 variedades Coreanas de arroz también se evaluó después de la exposición a 90 °C durante 24 horas. A temperaturas más altas (85 y 90 °C), el porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia, altura de plántula y peso seco se redujeron significativamente comparados con el control. El tratamiento a menores temperaturas (70-80 °C) no tuvo efectos adversos. Las diferencias varietales en la germinación de las semillas, emergencia de plántulas y peso seco se detectaron a 90 °C. Las 32 variedades se clasificaron en dos grupos basado en el porcentaje de germinación y emergencia. Las variedades Tongil, las cuales se desarrollaron a partir de un cruzamiento entre indica y japonica, se clasificaron como altamente tolerantes, mientras la mayoría de las variedades japonica incluyendo cuatro variedades glutinosas cayeron en el grupo susceptible. La capacidad de germinación de las variedades japonica desapareció

completamente después de la exposición a 90 °C durante 96 horas. La temperatura crítica de las semillas de arroz fue 100 °C bajo 24 horas de exposición.

La técnica de calor seco durante un tiempo relativamente corto podría utilizarse para predecir la viabilidad de las semillas de maíz. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la colocación de semillas en la estufa a 100 °C (calor seco) sobre la capacidad y velocidad de germinación de las semillas de tres cultivares de maíz bajo condiciones de invernadero.

2. Materiales y Métodos

2.1 Ubicación del experimento

El presente trabajo se realizó en el Invernadero de Postgrado de Agricultura Tropical de la Universidad de Oriente, ubicado en la Urbanización Juanico, Maturín Estado Monagas, Venezuela.

2.2 Cultivares empleados

Se utilizaron semillas certificadas de los cultivares de maíz Cargill 633 e Himeca 2003 adquiridas en una casa comercial especializada y semillas de una población de polinización libre utilizadas por los agricultores de la zona de Jusepín, estado Monagas, Venezuela denominada Criollo. La adquisición de las semillas se realizó dos meses antes de la siembra y permanecieron almacenadas bajo refrigeración (4 ± 1 °C). Las semillas tuvieron un contenido de humedad de alrededor de 12%.

2.3 Diseño experimental

Se utilizó el diseño estadístico de bloques al azar en arreglo factorial con cuatro repeticiones. Un factor estuvo constituido por los tres cultivares de maíz anteriormente mencionados. El otro factor lo constituyeron los cuatro tiempos de colocación en la estufa a 90, 180, 270 y 360 segundos a 100 ± 1 °C y un control (0 segundos).

2.4 Características del ensayo

Se utilizaron 750 semillas, 250 de cada cultivar de maíz. Las semillas se separaron en lotes de 25 semillas representando cada unidad experimental (repetición, cultivar y tiempo de inmersión). Posteriormente, se desinfectaron con una solución de cloro comercial al 10% por un período de tres minutos, luego se lavaron las semillas con abundante agua para eliminar el exceso de cloro. Después se colocaron en la estufa a 100 ± 1 °C durante 360, 270, 180 y 90 segundos.

Luego se sembraron las semillas en el invernadero en cajas de arena. Se regaron diariamente.

2.5 Caracteres evaluados

Porcentaje de germinación (%) a los 3, 4, 5 y 8 días después de la siembra. Número medio de días a total germinación (NMD): se calculó mediante la siguiente fórmula [9]: $NMD = (N1 \times T1 + N2 \times T2 + \dots + Nn \times Tn) / n$. Donde: N = número de semillas germinadas dentro de los intervalos de tiempo consecutivos; T = tiempo transcurrido entre el inicio de la prueba y el fin del intervalo y n = número de semillas germinadas. Índice de la velocidad de germinación (IVG): Se calculó mediante la siguiente fórmula [10]. $IVG = (N1 \times 4 + N2 \times 4 + \dots + Nn \times 4) / Tn$ e Índice de germinación. Se calculó mediante la siguiente fórmula: $IG = (N1 / T1 + N2 / T2 + \dots + Nn / Tn) [1]$.

2.6 Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza de los caracteres evaluados en las diferentes épocas de medición. El nivel de significación fue del 5%. La diferencia entre los promedios para el efecto principal de cultivares se detectó mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan [14]. En aquellos caracteres donde se encontró un efecto significativo de la inmersión en agua caliente o la interacción inmersión x cultivar, se realizó el análisis de regresión correspondiente [8]. La transformación de los datos para el porcentaje de germinación se realizó mediante la fórmula arcoseno $\sqrt{(x + 3/8)/(n + 3/4)}$. El resto de los caracteres se transformaron mediante la fórmula $\sqrt{(x + 0,5)}$ [19].

3. Resultados

3.1 Porcentaje de germinación

El análisis de varianza (Tabla 1) indicó diferencias significativas para los porcentajes de germinación evaluados a diferentes tiempos después de la siembra, sólo para los cultivares. Cargill 633 e Himeca 2003 tuvieron un porcentaje de germinación similar entre ellos, pero superior a aquel del cultivar Criollo (Tabla 2).

3.2 Número medio de días a total germinación.

El análisis de varianza indicó diferencias significativas para la interacción cultivares x tiempo de colocación en la estufa a 100 °C (Tabla 1). El número medio de días a total germinación de los cultivares Cargill 633 e Himeca 2003 no se vio

afectado por los diferentes tiempos de colocación en la estufa, mientras que la respuesta del cultivar criollo fue cúbica (Figura 1), obteniéndose una mayor rapidez de la germinación en el control (0 segundos) y una germinación más lenta a los 90 y 360 segundos de colocación de las semillas en la estufa a 100 °C.

3. 3 Índice de la velocidad de germinación e índice de germinación

El análisis de varianza indicó diferencias significativas sólo para los cultivares en ambos caracteres (Tabla 1). Los cultivares Cargill 633 e Himeca 2003 tuvieron una velocidad de germinación similar entre ellos, pero sus semillas germinaron más rápido que aquellas del cultivar Criollo (Tabla 2).

4. Discusión

La exposición de las semillas de los tres cultivares de maíz al calor seco producido por la estufa durante 90, 180, 270 y 360 segundos no afectó ninguno de los caracteres de la germinación, exceptuando al número medio de día a total germinación, pero en esta caso sólo fue afectado el cultivar local Criollo, pero no aquel de los cultivares comerciales Cargill 633 e Himeca 2003, entonces se podría afirmar que realmente el calor seco en los diferentes periodos de exposición no afectó ni positiva ni negativamente la calidad de la semilla.

También se pudo observar que las semillas de los híbridos Cargill 633 e Himeca 2003 presentaron los mayores porcentajes de germinación y fueron las semillas que germinaron mucho más rápido en comparación con las de Criollo indicando que las semillas de este último cultivar tuvieron una menor calidad, por otra parte, como se ha mencionado anteriormente, el número medio de días a total germinación de las semillas de Criollo fue afectado por los periodos de colocación en la estufa, germinando las semillas más rápidamente al no exponerse al calor seco en comparación con aquellas expuestas entre los 90 a 360 segundos, esto sugiere que estos periodos de exposición pueden discriminar semillas de buena calidad como fue el caso de Cargill 633 e Himeca 2003 de aquellas semillas con una muy mala calidad como fueron las de Criollo, pero no permitieron detectar diferencias entre la calidad de las semillas de los dos cultivares comerciales.

Resultados similares indicaron Mojeremane y Kgati [13] quienes colocaron semillas de *Colophospermum mopane* en una estufa precalentada a 80 °C durante 5 minutos y encontraron que el porcentaje de germinación fue similar entre este tratamiento y el control y ambos produjeron una mayor germinación que el tratamiento con agua caliente a 98,5 °C durante 5 minutos.

También resultados algo similares fueron indicados por Clear *et al.* [3] quienes determinaron la viabilidad de la semilla y los niveles de patógenos en dos muestras de cebada (*Hordeum vulgare*) (B1, 132), dos de trigo rojo de primavera del Oeste de Canadá (*Triticum aestivum*) (RS1, RS2) y dos de trigo duro ámbar del Oeste de Canadá (AD I, AD2) después del calentamiento de las semillas a 50 o 70 °C hasta los 14 días. RS2 y B2, con una incidencia inicial de 23 y 84 % de *Fusarium graminearum*, respectivamente, también se calentaron a 60 °C durante 24 días y a 80 °C durante 10 días. La germinación de las semillas de trigo ajustadas a un contenido de humedad de 12, 14 y 16 % no se afectó por el calentamiento a 70 °C durante 7 días, mientras las semillas de cebada ajustadas a los mismos contenidos de humedad tuvieron una ligera disminución en la germinación. Las tasas de germinación en la mayoría de las muestras no se afectaron por los tiempos de tratamiento y temperaturas suficientes para erradicar a *E. graminearum*, pero una disminución significativa de la viabilidad de las semillas se registró para AD2 y B1 calentadas a 70 °C. La germinación de B2 se incrementó cuando se calentó a 70 °C, pero disminuyó cuando se calentó a 80 °C.

Por otra parte, Travlos y Karamanos [18] expusieron semillas de *Vitex agnus castus* (L.) a temperaturas de 50, 90, 130 y 170 °C en una estufa durante 5 minutos y encontraron que el calor seco puede promover u obstaculizar la germinación de las semillas, la temperatura de 130 °C (seguida por 90 y 50 °C) fue significativamente las más estimulante para el tratamiento de semillas de *V. agnus*, en contraste, el calentamiento seco de las semillas a 170 °C produjo una ligera disminución del porcentaje de germinación, aún menor que aquella de las semillas no tratadas. Similarmente, Travlos y Economou [16] expusieron semillas de *Medicago arborea* (L.) a temperaturas de 50, 100, 150 y 200 °C en una estufa durante 5 minutos y reportaron que el calor seco promueve u obstaculiza la germinación de las semillas y que las temperaturas de 100 y 150 °C fueron significativamente más estimulantes para el tratamiento de las semillas de *M. arborea*. En contraste, el calentamiento en seco de las semillas a 200 °C resultó en una ligera disminución del porcentaje de germinación, aún menor que aquel de las semillas no tratadas. Travlos *et al.* [17] expusieron semillas de *Spartium junceum* (L.) a temperaturas de 50, 80, 110, 140 y 170 °C en una estufa durante 5 minutos e indicaron que el calor seco promueve u obstaculiza la germinación de las semillas. La temperatura de 110 °C (seguida por 80 y 50 °C) fue la temperatura significativamente más estimulante para el tratamiento de las semillas de *S. junceum*. En contraste, el calentamiento seco de las semillas a 170 °C (y en segundo lugar a 140 °C) produjo un porcentaje de germinación significativamente menor que las semillas no tratadas.

Resultados diferentes fueron indicados por Lee *et al.* [11] quienes expusieron cinco variedades de arroz con diferentes características del grano a varias temperaturas de calor seco (70, 75, 80, 85 y 90 °C) durante 24 horas y a 32 variedades Coreanas de arroz a 90 °C durante 24 horas y encontraron que a temperaturas más altas (85 y 90 °C), el porcentaje de germinación y de emergencia se redujeron significativamente comparados con el control, pero el tratamiento a menores temperaturas (70-80 °C) no tuvo efectos adversos. La temperatura crítica de las semillas de arroz fue la utilizada en nuestro ensayo (100 °C) pero bajo 24 horas de exposición. Por otra parte, Chun *et al.* [2] estudiaron los efectos de diferentes tiempos de tratamiento (12 a 72 horas) del calor seco (76 °C) sobre la germinación y vigor de semillas de rábano (*Raphanus sativus* L. var. *longipinnatus* Bailey cv. Xin Li Mei) y encontraron que el tratamiento recomendado con calor seco durante 48 horas redujo la calidad de la semilla (germinación y/o vigor).

El resultado de que la exposición al calor seco en el rango de 90 a 360 segundos no tuvo un efecto adverso sobre la germinación ni los índices de germinación de los dos cultivares comerciales (Cargill 633 e Himeca 2003) con una alta calidad de semilla sugiere que estos periodos de exposición podrían emplearse para la desinfección de semillas atacadas por microorganismos, tal metodología no debería aplicarse a aquellas semillas con una baja calidad (bajo porcentaje de germinación y un mayor número de días para germinar) porque se pudiera correr el riesgo de afectar mucho más la ya baja calidad de la semilla. Según Menten [12] la termoterapia puede ser aplicada vía calor húmedo (agua caliente o vapor) o calor seco. Este último presenta menor capacidad térmica o intercambio de calor que la vía húmeda, requiriendo por tanto, mayor tiempo de exposición. Entretanto, es más simple y más accesible, además de causar menos daños a las semillas, debido a que no hay rompimiento del tegumento y/o extravasación de las sustancias de las semillas, como en la imbibición en agua caliente y vapor aireado.

Por otra parte, estos resultados sugieren que deben incrementarse los tiempos de colocación de las semillas en la estufa de manera de ocasionar un mayor deterioro de las semillas y así poder discriminar entre semillas de buena y mala calidad. El requerimiento de un mayor tiempo de exposición de las semillas al calor seco, por ejemplo en comparación con el agua caliente puede deberse al hecho de que las semillas al estar en agua caliente imbiben agua rápidamente y a una temperatura de 100 °C matan al embrión, lo que no sucede con el calor seco generado por la estufa que tardaría mucho más tiempo en alcanzar al embrión.

5. Conclusiones

La colocación de las semillas de los tres cultivares de maíz en la estufa durante 90, 180, 270 y 360 segundos no causó una disminución de los porcentajes de germinación. Por lo que se puede decir que los tiempos aplicados no fueron los más idóneos para determinar la calidad de los lotes de semillas, por lo que se recomienda aumentar los tiempos de colocación de las semillas en la estufa, que permitan diferenciar entre semillas de buena y mala calidad.

6. Agradecimientos

Al Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente.

7. Referencias

- [1] Agrawal, R. L. Seed Technology. Fourth Printing. Oxford & Publishing CO. New Delhi, India. 1986, pp. 685.
- [2] Chun, M. S.; Ying, Z. H. and Hui K. X. "Effects of dry-heat treatment at 76 °C on germination and vigour of radish seed". Seed Science and Technology 31 no 1, 2003, pp. 193-197.
- [3] Clear, R. M.; Patrick, S. K.; Turkington, T. K. and Wallis, R. "Effect of dry heat treatment on seed-borne *Fusarium graminearum* and other cereal pathogens". Canadian Journal of Plant Pathology 24 no 4, 2002, pp. 489-498.
- [4] FEDEAGRO. Producción Agropecuaria. Fecha de la última actualización: 20 de mayo de 2006. Disponible en: <http://www.fedeagro.org/produccion/default.asp>.
- [5] Flores, Z.; Márquez, M.; Montes, J.; Sánchez, O.; Manzano, M. y Ramones, J. "Certificación de semillas en la Región Central: año 2003". INIA Divulga 6 no 4, 2005, pp. 10-12.
- [6] Ghaly, T. F. and Sutherland, J. W. "Heat damage to grain and seeds". Journal of Agricultural Engineering Research 30 no 4, 1984, pp. 337-345.
- [7] Ghaly, T. F. and van der Touw, J. W. "Heat damage studies in relation to high temperature disinfestation of wheat". Journal of Agricultural Engineering Research 27 no. 4, 1982, pp. 329-336.
- [8] Gomez, K. A. and Gomez, A. A. Statistical procedures, for agricultural research. Second Edition. John Wiley & Sons. New Cork, U.S.A. 1984, pp. 680.
- [9] Hartmann, H. T., Kester, D. and Davies, F. T. Plant propagation. Principles and practices. Sixth Printing (Fifth Edition). Prentice-Hall, New Delhi, India. 1993, pp. 647.

- [10] Khan, M. and Ungar, I. "The effect of salinity and temperature on the germination of polymorphic seeds and growth of *Atriplex triangularis* Willd". American Journal of Botany. 71 no. 4. 1984, pp. 481-489.
- [11] Lee, S. Y.; Lee, J. H. and Kwon T. O. "Varietal differences in seed germination and seedling vigor of Korean rice varieties following dry heat treatment". Seed Science and Technology 30 no 2, 2002, pp. 311-321.
- [12] Menten, J. O. M. Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico. Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. pp. 320.
- [13] Mojeremane, W. and Kgati, T. "Seed treatments for enhancing germination of *Colophospermum mopane* seeds: A multipurpose tree in Botswana". Journal of Biological Sciences 5 no. 3. 2005, pp. 309-311.
- [14] Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. Second Edition. Mc Graw-Hill Book Company. New York, U. S. A. 1980, pp. 633.
- [15] Thomas, G. J. and Adcock, K. G. "Exposure to dry heat reduces anthracnose infection of lupin seed". Australasian Plant Pathology 33 no. 4, 2004, pp. 537-540.
- [16] Travlos, I. S. and Economou, G. "Optimization of seed germination and seedling emergence of *Medicago arborea* L.". International Journal of Botany 2 no. 4, 2006, pp. 415-420.
- [17] Travlos, I. S.; Economou, G. and Karamanos, A. J. "Seed germination and seedling emergence of *Spartium junceum* L. in response to heat and other pre-sowing treatments". Journal of Agronomy 6 no. 1, 2007, pp. 152-156.
- [18] Travlos, I. S. and Karamanos, A. J. "Influence of heat on seed germination and seedling emergence of chaste tree (*Vitex agnus castus* L.)". Journal of Agronomy 6 no. 1, 2007, pp. 25-28.
- [19] Zar, J. H. Biostatistical analysis. Third Edition. Prentice-Hall International. London United Kingdom. 1996, pp. 661.

Tabla 1. Análisis de varianza y análisis de regresión para los porcentajes de germinación a los 4 (PG4D), 8 (PG8D) y 12 (PG12D) días después de la siembra, número medio de días a total germinación (NMD), índice de la velocidad de germinación (IVG) e índice de la germinación (IG) de las semillas de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) bajo cinco tiempos de colocación en la estufa a 100 °C. Porcentajes de germinación transformados mediante $\arccoseno \sqrt{(x + 3/8)/(n + 3/4)}$.

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrados Medios					
		PG4D	PG8D	PG12D	NMD	IVG	IG
Repetición	3	0,183 ns	0,700 *	0,075 ns	2,7303 *	4,323 ns	0,409 ns
Cultivar (C)	2	163,651 *	121,693 *	120,114 *	24,3425 *	2244,891 *	213,597 *
Tiempo	4	0,209 ns	0,209 ns	0,243 ns	2,2378 *	1,308 ns	0,160 ns
Inmers(TI)							
C * TI	8	0,091 ns	0,285 ns	0,202 ns	1,8165 *	1,974 ns	0,149 ns
Cargill633 en TI	5				0,0932 ns		
Reg. Lineal	1				0,2703 ns		
Reg. Cuadrática	1				0,0000 ns		
Reg. Cúbica	1				0,0334 ns		
Efecto Residual	1				0,0690 ns		
Himeca2003 en TI	4				0,1880 ns		
Reg. Lineal	1				0,0155 ns		
Reg. Cuadrática	1				0,5138 ns		
Reg. Cúbica	1				0,0702 ns		
Efecto Residual	1				0,1524 ns		
Criollo en TI	4				5,5895 *		
Reg. Lineal	1				3,1539 *		
Reg. Cuadrática	1				0,5648 ns		
Reg. Cúbica	1				8,2592 *		
Efecto Residual	1				10,3804 *		
Error Experiment.	42	0,151	0,155	0,193	0,7731	1,733	0,142
Total	59						
C. V. (%)		3,48	3,42	3,72	19,17	7,75	7,50

* Significativo ($p \leq 0,05$); ns : No Significativo ($p > 0,05$)

Tabla 2. Promedios para el porcentaje de germinación a los 4 (PG4D), 8 (PG8D) y 12 (PG12D) días después de la siembra, índice de la velocidad de germinación (IVG) e índice de la germinación (IG) de las semillas de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) bajo cinco tiempos de colocación en la estufa a 100 °C.

Cultivares	Caracteres de la germinación †					
	PG4D	PG8D	PG12D	IVG	IG	
Cargill 633	91,0 A	92,4 A	97,8 A	23,43 A 1/	7,00 A	
Himeca 2003	87,2 A	90,0 A	96,2 A	22,78 A	6,83 A	
Criollo	10,8 B	21,0 B	25,4 B	4,77 B	1,26 B	

† Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$). Promedios dentro de una misma columna seguidos por letras diferentes son significativamente diferentes.

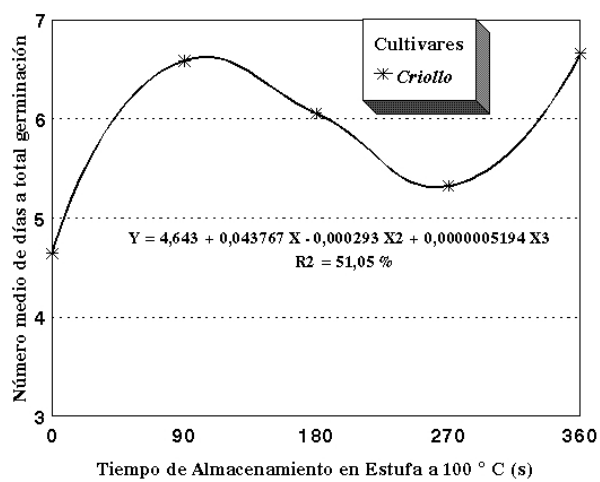


Figura 1. Análisis de regresión para el número medio de días a total germinación de tres cultivares de maíz (*Zea mays* L.) bajo diferentes tiempos de colocación de las semillas en la estufa a 100 °C bajo condiciones de invernadero.