

LA HUMEDAD CRÍTICA Y SU RELACIÓN CON EL VIGOR EN SEMILLAS DE MAÍZ, CALABAZA Y TOMATE

Susana F. Calderón Piñar, Nélica Fraga Aguiar[†], Alfredo Socorro García, María C. Alonso Rodríguez y María Figueroa Montalvo

RESUMEN

Los bajos valores de contenido de humedad incrementan la longevidad de la semillas, aunque pudieran dañarse si son sometidas a una elevada desecación. Para disminuir el contenido de humedad de las semillas se colocaron en desecadoras con silica gel, desecante de conocido uso con el objetivo de alcanzar valores en el contenido de humedad por debajo del 3%. El vigor permitió conocer el contenido de humedad crítica que podrían alcanzar las semillas sin pérdida de su viabilidad, el mismo fue medido a través del índice de velocidad de emergencia a los cultivares de calabaza (*Cucurbita moschata* Duch.ex Lam) Duch. ex Poir cv: VME, cv: Marinelis), maíz (*Zea mays* L. cv: Sanjuanero, cv: Francisco Mejorado) y tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv: Placero-H).

Palabras claves: semillas, humedad, viabilidad

The critical humidity in seeds of corn, pumpking and tomato

ABSTRACT

The lowest seed moisture values increase the longevity seed. Although it can seed damaged it is suffer a high desiccation. In order to know the minimum value where the seed doesn't lost the vigor those of them were placed in desiccators with silica gel. The vigor permitted to know the minimum of humidity in seed without lost viability as critical valor take on the vigor trough the emergency velocity to seeds of tomato (*Solanum lycopersicum* L.), pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.ex Lam) Duch. ex Poir) and corn (*Zea mays* L.).

Key words: seed, humidity, viability

INTRODUCCIÓN

Las semillas ocupan un lugar importante en la conservación de la biodiversidad y como fuente de material para el mejoramiento. Los máximos niveles de longevidad y su calidad dependerán de la eficiencia con la cual se realice su manejo. Por tanto, una vez realizada su cosecha y beneficio, se deben crear las condiciones

adecuadas para el aseguramiento de su viabilidad y preservarlas del ataque de plagas y enfermedades. En este aspecto, la humedad juega un papel preponderante. Ello además indica la necesidad de trabajar en el perfeccionamiento de métodos de secado y conservación de las semillas, asequibles a los productores de la Agricultura Urbana.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical «Alejandro de Humboldt» (INIFAT)
✉ fisiologiasemi@inifat.co.cu

En la producción de semillas, no se realiza siempre un manejo correcto ya que en ocasiones aunque tiene lugar el proceso de germinación, las plántulas carecen de los atributos fisiológicos necesarios como el vigor. Esto se debe a que las semillas de las cuales proceden dichas plántulas, no fueron seleccionadas de frutos idóneos, o no recibieron un tratamiento de secado y almacenamiento adecuados (Delouche, 2002)

En este trabajo se abordan investigaciones fundamentales de aplicación práctica, que permitirán a productores e investigadores, conocer sobre bases científicas la humedad crítica de tres especies comúnmente cultivadas en Cuba: tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv Placero H), calabaza (*Cucurbita moschata* Duch.ex Lam) Duch. ex Poir cv: VME y cv: Marinelis) maíz (*Zea mays* L. cv: Sanjuanero y cv: Francisco Mejorado).

MATERIALES Y MÉTODOS

Semillas procedentes del banco de germoplasma del INIFAT de los cultivares de maíz (*Zea mays* L.), calabaza (*Cucurbita moschata* Duch.ex Lam) Duch. ex Poir) y tomate (*Solanum lycopersicum* L.) fueron colocadas en una desecadora con sílica gel, la cual fue renovada y activada diariamente. El contenido de humedad fue medido gravimétricamente según ISTA (2005). El peso seco fue determinado para las semillas de calabaza y tomate a $130 \pm 2^\circ\text{C}$ durante dos horas y las semillas de maíz a $130 \pm 2^\circ\text{C}$ durante cuatro horas. Se utilizaron tres réplicas para cada variante experimental para la determinación del contenido de humedad. El ensayo de secado se realizó a $28-30^\circ\text{C}$ con la relación de sílica gel 2:1. Con los datos obtenidos se lograron las curvas de secado en sílica gel para todas las especies en estudio.

Las humedades iniciales en las muestras de las distintas especies y variedades se muestran en la Tabla 1.

A los 10 y 15 días de iniciado el experimento se estudiaron los siguientes parámetros a la temperatura de $28-30^\circ\text{C}$:

Para las pruebas de germinación se utilizaron 400 semillas de cada muestra, de las cuales se sembraron 25 semillas en placas Petri (ISTA, 2005). El riego se aplicó con agua destilada.

Porcentaje de germinación (PG): Se determinó mediante el test de germinación para semillas (ISTA, 2005): porcentaje de plántulas normales (PN), respecto al número de semillas sembradas (N_{ss}) al final del experimento (15 días) realizándose cuatro repeticiones por muestra.

$$PG = \frac{PN}{N_{ss}} \cdot 100 \quad (1)$$

Porcentaje de emergencia (PE): Se calculó a partir del porcentaje de plántulas normales (PN) y anormales (PA), al final del experimento.

$$PE = \frac{PN + PA}{N_{ss}} \cdot 100 \quad (2)$$

Índice de velocidad de emergencia (IVE): Se contabilizó diariamente el número de plántulas para calcular posteriormente el índice de velocidad de emergencia mediante la expresión de Maguire (1962):

$$IVE = \sum_i \frac{np_i}{ND_i} \quad (3)$$

El vigor fue medido como IVE, el cual permitió establecer su escala. Se estableció como límite superior el resultado de las 25 semillas que germinaron al cuarto día. Como índice de medio vigor se consideraron las semillas germinadas al quinto día (17-18 aproximadamente) lo que representa un 70 % de germinación. El límite de bajo vigor se obtuvo con 12 a 13 semillas para un 50 % de germinación. La masa seca de la plántula (MSP) se consideró como la masa (mg) de las plántulas secadas a 70°C hasta llegar al peso constante Virgen y Vargas (2001).

Tabla 1. Humedades iniciales en las muestras de las distintas especies y variedades

Especies	Variedades	Humedad (%)
calabaza	‘Marinelis’	10.30
	‘VME’	10.00
maíz	‘Francisco Mejorado’	10.29
	‘Sanjuanero’	10.28
tomate	‘Placero H’	10.00

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos nos muestran que a los 10 días de iniciada la desecación de las semillas en sílica gel, los cultivares de calabaza, tomate y maíz habían reducido su contenido de humedad hasta 3,5% aproximadamente. Al final del experimento (15 días) los cultivares de maíz y calabaza alcanzaron valores de humedad comprendidos entre 2,5% y 2,9% y el de tomate de 1%, lo cual puede apreciarse en la Figura 1.

En la Tabla 2 se muestran los valores de humedad producto de la desecación en sílica gel durante 10 días. Se puede observar que no hay pérdida en los porcentajes de germinación. Se midió el IVE (Índice de velocidad de emergencia), el cual fue correlacionado con el porcentaje de germinación. Por lo que los agricultores pueden disminuir el contenido de humedad sin pérdida de la germinación y tener una buena densidad de siembra que garantice el rendimiento.

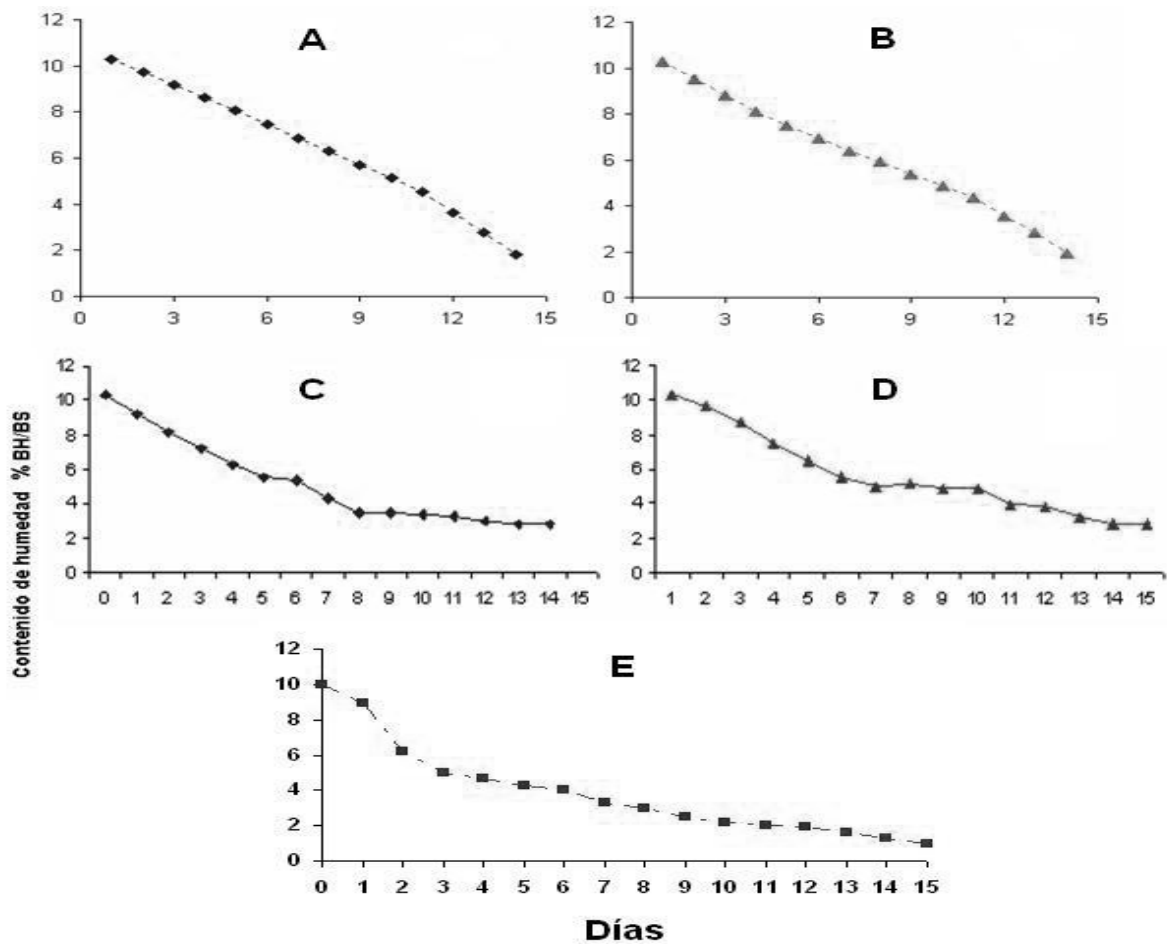


Figura 1. Variación del contenido de humedad con el tiempo de semillas secadas con Sílica gel. (a) –calabaza cv: (A) VME, (B)-calabaza cv: Marinelis. (C)-maíz cv: Sanjuanero, (D)-maíz cv: Francisco Mejorado, (E)-tomate cv: Placero H

Tabla 2. Comparación de las variables evaluadas a los 10 días

Cultivar	humedad (%)	masa seca (mg)	PG (%)	PE (%)	IVE	Índice de correlación
maíz "F. Mejorado"	3,5	1552.1	95	95	4.75	0.9379
maíz "Sanjuanero"	3,4	1554.6	95	95	4.75	0.9613
calabaza "Marinelis"	3,5	157.3	95	95	6.0	0.9840
calabaza "VME"	3.5	155.1	90	92	5.5	0.9379
tomate "Placero H"	2,2	154.9	98	98	5.5	0.9581

Porcentaje de germinación (PG), porcentaje de emergencia (PE), índice de velocidad de emergencia (IVE)

La germinación promedio fue de 95 % y presentaron un coeficiente de velocidad de emergencia (IVE) de 25 a 18 plántulas.día⁻¹. Los cultivares presentaron valores altos de plántulas normales, coeficiente de velocidad de emergencia y masa seca de plántulas. Todas estas variables indicativas de vigor son importantes en las etapas de germinación, emergencia y establecimiento de plántula. Cervantes *et al.* (2006) y Quiroz *et al.* (2009) señalan que la prueba de velocidad de emergencia es de las mejores para relacionar el vigor de la semilla con el establecimiento en campo. En este estudio se hizo evidente la masa seca de plántulas a la capacidad de emergencia.

En la Figura 1 se observan las semillas secadas con sílica gel. El rango de pérdida de agua es de 2.5 a 0.2 % por día dependiendo de la especie. El método de secado empleado no afectó el porcentaje de germinación.

Las curvas mostraron un comportamiento potencial de igual forma que los resultados obtenidos (Bonilla, 2008). No así para las variedades de calabaza, que se comportaron de forma similar a *Vigna unguicalata* (L.) Walp (Kong y Zhang, 1999) donde el descenso fue más lento.

El Índice de velocidad de emergencia permitió establecer una escala de valores de vigor, como resultado de las 25 semillas que germinaron al cuarto día. Se estableció que el alto vigor para el maíz es de 4.5 en adelante. Para la calabaza y el tomate, se tuvieron en cuenta las 25 semillas que germinaron al quinto día, de modo que se estableció que el alto vigor se corresponde con un valor de 5.0 en adelante. Cuando el porcentaje de germinación correspondió a 85 %, se estableció el medio vigor (mayor

e igual que 3 y menor que 4.5 para el maíz) y (mayor e igual que tres y menor que cinco para los cultivares de calabaza y tomate). El bajo vigor se obtuvo cuando las semillas alcanzaron un 50 % de germinación, correspondiendo a todos los cultivares en estudio un valor menor que tres. Ello nos permitió además de tener en cuenta el IVE, poder considerar los valores de masa seca y establecer una escala para el vigor, la cual se muestra en la Tabla 3, conjuntamente con los valores de masa seca que se muestran en la Tabla 4.

Tabla 3. Escala para la calificación del vigor en base a la velocidad de emergencia de los cultivares en estudio

	Calificación		
	Alto vigor	Medio vigor	Bajo vigor
maíz	?4,5	?3 <4,5	<3
calabaza	?5	?3 <5	<3
tomate	?5	?3 <5	<3

En la Tabla 5 se muestran los valores a los 15 días de la desecación en sílica gel donde todas las especies en estudio disminuyeron su porcentaje de germinación y de emergencia al disminuir el contenido de humedad.

Para las variedades de maíz con un contenido de humedad inferior al 2.9 % (menores que 3 %), teniendo en cuenta que las semillas de cultivares de maíz poseen mayores dimensiones con relación al resto, lo que permitió que alcanzaran contenidos de humedad más bajos.

El contar con una escala de vigor de cada variedad es de importancia para los productores, lo que les permitirá hacer los ajustes necesarios con la cantidad de semilla a utilizar en cada siembra.

Tabla 4. Relación de la masa seca con el vigor de las plántulas correspondientes a los cultivares en estudio, con diferentes métodos de secado: sombra, sol y silica gel

	Tomate			Calabaza			Maíz		
	masa seca (mg)			masa seca (mg)			masa seca (mg)		
	SMB	Sol	SG	SMB	Sol	SG	SMB	Sol	SG
AV	165.2	153.1	154.9	172.51	154.12	156.22	1620.0	1542.5	1553,1
MV	125.3	116.2	116.9	128.25	119.90	117.52	586.44	474.88	473.90
BV	0.992	0.861	0.872	0.9827	0.8003	0.8431	259.48	201.56	200.49

SMB: sombra, SG: silica gel, AV: alto vigor, MV: medio vigor, BV: Bajo vigor

Tabla 5. Comparación de las variables evaluadas a los 15 días

Cultivar	Humedad (%)	PG (%)	PE (%)	IVE	Índice de correlación
maíz "F. Mejorado"	2.8	40	70	1.70	0.8793
maíz "Sanjuanero"	2.8	45	70	1.75	0.8850
calabaza "Marinelis"	1.8	25	67	1.57	0.8678
calabaza "VME"	1.8	20	65	1.22	0.8676
tomate "Placero H"	1.0	70	70	4.00	0.9015

La tendencia observada en los resultados coincide con las observaciones de Gómez Campos (2007) para crucíferas almacenadas con bajos contenidos de humedad por 40 años, comprobó que no había pérdida de la viabilidad, lo que se corresponde con los resultados obtenidos en esta investigación en algunas variedades de tomate y calabaza. Los mayores valores de vigor se obtuvieron con el secado a la sombra (tabla 4) y se expresa gran diferencia de vigor con el secado al sol. Se observó gran diferencia en los porcentajes de germinación a los 10 días (Tabla 4) y los obtenidos a los 15 días (Tabla 4) al disminuir el contenido de humedad, lo que provocó una disminución del IVE. Este comportamiento está asociado al vigor de las semillas Aramendiz-Tatis *et al.* (2007). Las mismas lo disminuyeron al alcanzar valores mínimos en su contenido de humedad, por lo que se limitó la humedad para verificar el vigor. Teofilo *et al.*, 2004; Delouche, 2002).

Delouche, (2002) plantea que el deterioro y el vigor ligados son aspectos recíprocos de la calidad de semillas. El deterioro tiene un efecto negativo, mientras que el vigor tiene una connotación extremadamente positiva. A medida que el daño aumenta, se observa la disminución de este parámetro es el principal

componente de la calidad afectado durante el proceso de deterioro como podemos apreciar en la Tabla 4, donde se observa como disminuye la masa seca de las plántulas. El indicador fundamental de la calidad fisiológica es el vigor, consistente en el número de semillas de una muestra que germina con buen crecimiento y se expresa en porcentaje y en el caso de la germinación, el principal indicador es la viabilidad (Delouche, 2002; Peske, 2002), lo cual coincide con nuestros resultados como puede apreciarse en las Tablas 4 y 5.

CONCLUSIONES

- La escala de valores para el vigor, obtenida a través del índice de velocidad de emergencia y la masa seca de las plántulas, permitió la determinación de los valores de humedad crítica.
- La humedad crítica para las especies estudiadas fueron 1.0% para el tomate, 1.8% para la calabaza y de 3.0 % para el maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aramendiz-Tatis,H, Carlos Cardona, Alfredo Jarma, Juana Robles y Ricardo Montalván Efectos del almacenamiento en la calidad fisiológica de la semilla de berenjena (*Solanum melongena* L.) *Agron.colomb.* 25 (1), Bogotá Jan. , 2007.
- Bonilla, M, Liliana, Katherine Espinosa Piedrahita, Andrés Mauricio Posso Terranova, Hermy Dsario Vásquez, Jaime Eduardo Muñoz Flores: Establecimiento de una colección de trabajo de uchuva del subooccidente colombiano. *Acta agronómica*, 57: (2) Palmira apr/jun, 2008.
- Cervantes Ortiz F, Gabino García de los Santos, Aquiles Carballo–Carballo, David Bergvinson, José Luis Crossa, Mariano Mendoza–Elos y Ernesto Moreno–Martínez *Agric. Téc. Méx .*, 32 (1), México jan./abr ., 2006.
- Delouche, J.: Germinación, deterioro y vigor de semillas. *Seed news*. VI (6): 16-22., 2002.
- GómezCampo: En:www.inta.gov.ar/pergamino/capacita/2007/conserv/sem_071031.htm, 2007. [Consultado 5 de agosto del 2008].
- Kong, X-H y H. Zhang : The effects of ultra-dry methods and storage of vegetable seeds. *Seed Science Research* (supplement 1): 41-45, 1998.
- Peske,S.T.: Creatividad y manejo de riesgos en la producción de semillas seednews. VI (4):16-20, (2002).
- ISTA : *International rules for seed testing. Rules 2005*. International Seed Testing Association. Zurich, Suiza, 2005.
- Maguire, J. D.: Speed of germination-aid. In: Selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Sci.*, 2: 176-17. 1962.
- Quiroz W,Orlando Carrillo, *La importancia del insumo de semilla de buena calidad.*,[Consultado 5 de mayo del 2009].
- Teofilo, E. M., Oliveira, S., Esmeraldo, A.M., Madeiros, S. y Barbosa, F.D.: Qualidade fisiológica de sementes de aroreira (*Myracrodruon urundeuva* Allemao) em função do tipo de embalagem, ambiente e tipo de armazenamento. *Rev. Ciencia Agronômica* 35(2), 371-376 , 2004.
- Virgen Vargas J. y Vargas Ramírez. J.M.: Velocidad de emergencia un parámetro importante para la selección por vigor de semillas de líneas e híbridos de maíz Chapingo IV, 49-53, 2001.

Recibido:23 de febrero de 2011

Aceptado 28 de junio de 2011