

MÉTODO ALTERNATIVO DE SECADO Y CONSERVACIÓN DE SEMILLA

Susana F Calderón Piñar, Nélide Fraga Aguiar[†] y Alfredo Socorro García

RESUMEN

Para garantizar la longevidad de las semillas, el contenido de humedad durante el almacenamiento constituye un factor primordial. Con el objetivo de conocer la factibilidad del uso de la mezcla arroz -cloruro de sodio como desecante, se colocaron las semillas en una cámara herméticamente cerrada con dicha mezcla. La misma permitió disminuir el contenido de humedad a valores de 5,0 y 7,5 % a las semillas de los cultivares en estudio: 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). Su almacenamiento y conservación durante 6 meses en pomos de cristal a temperatura ambiente y en refrigerador garantizaron la viabilidad y germinación por encima del 90 %.

Palabras claves: humedad, almacenamiento, arroz-cloruro de sodio

Alternative method of seed drying and conservation

ABSTRACT

The low moisture content is an important factor to obtain a high seed longevity during the storage. The aim of this paper was to test the use of the rice - sodium chloride mixture as desiccant. The seeds were placed in a tightly closed chamber with this mixture. The seed moisture content decreased until to values of 5,0 and 7,5 % for the following species: tomato (*Solanum lycopersicum* L. cv: Placero-H, pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.ex Lam) Duch. ex Poir cv: VME, cv: Marinelis), and corn (*Zea mays* L. cv: Sanjuanero, cv: Francisco mejorado. Their storage and conservation during 6 month in glass containers for two temperatures (ambient 27°C) and (refrigerator 5°C) guaranteed their viability and germination above 90 %.

Key words: humidity, storage, rice- sodium chloride

M.Sc Susana F Calderón Piñar, Especialista del Grupo de Fisiología Vegetal y Postcosecha del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” INIFAT
✉ fisiologiasemi@inifat.co.cu

INTRODUCCIÓN

Una vez realizada la cosecha y beneficio de las semillas, se deben crear las condiciones adecuadas para el aseguramiento de la viabilidad durante la conservación al preservarlas del ataque de plagas y enfermedades, en lo que juega un papel preponderante la humedad. El secado como operación fundamental del beneficio de la semilla es el método universal de acondicionar los granos a través de la eliminación del agua contenida en los mismos, hasta un nivel que permita su equilibrio con la humedad relativa ambiental, de tal forma que se conserve la viabilidad en la semilla (Navarro y Lezcano, 2008).

Para preservar la viabilidad y calidad de las semillas a largo plazo, es necesario que éstas se sequen hasta muy bajo contenido de agua (0,5 %, base seca), ya que así será más efectiva la conservación. A medida que aumenta la humedad del grano a almacenar es mayor el riesgo de deterioro (Gómez-Campos, 2009). Evaluaciones realizadas por el INIA, han demostrado que existe un deterioro en la calidad de los granos cuando se almacenan muy húmedos (Vargas, 2009).

Ellis *et al.* (1989), plantean que los valores bajos en el contenido de humedad de la semilla no producen efectos negativos en su proceso de germinación, cuando utilizaron como agente desecante la sílica gel. Woodstock *et al.*, (1976) redujeron en semillas de cebolla y pepino el contenido de humedad hasta el 3,3 y 3,5 % respectivamente utilizando este método, sin pérdida de la germinación.

El uso de desecantes en el secado de granos ha sido objeto de investigaciones. Se han realizado ensayos con diferentes materiales tales como sílicagel y algunos tipos de arcillas, así como con cloruro de sodio. Una característica importante de estos desecantes es que no son tóxicos, presentan una gran capacidad adsorbente y además son de bajo costo. Si bien se han realizado estudios de secado de granos usando estos agentes, todavía es escasa la información sobre la aplicación de estos productos para el secado de las mismas.

El objetivo de este trabajo fue verificar la capacidad de la mezcla arroz-cloruro de sodio como agente desecante en 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) y maíz (*Zea mays* L. cv: Sanjuanero y cv: Francisco Mejorado).

MATERIALES MÉTODOS

Para estos experimentos se utilizaron los cultivares: tomate cv: Placero-H, calabaza cv: VME y cv: Marinelis y maíz cv: Sanjuanero y cv: Francisco Mejorado. Las semillas se colocaron en desecadoras con cloruro de sodio previamente secado, a la que se le añadió granos de arroz para mantenerlo seco, con la relación arroz: cloruro de sodio: semilla 1:3:1 hasta reducir su humedad a valores de 5,0 y 7,5 %. Las muestras fueron colocadas en sobres de papel dentro de la mezcla arroz-cloruro de sodio. Se utilizó un kilogramo de muestra por cada una de las variedades.

El NaCl fue renovado al sol cada 24 h (con capa no superior a un cm de espesor) y a su vez fue renovado hasta que se alcanzó la humedad requerida. Además fueron colocadas en una desecadora con sílica gel, la cual fue renovada y activada diariamente con la relación de sílica gel: semilla 2:1. El contenido de humedad fue medido gravimétricamente según ISTA (2008). El peso seco fue determinado para las semillas de calabaza y tomate a $130 \pm 2^\circ\text{C}$ durante dos horas y para las semillas de maíz durante cuatro horas. Se utilizaron tres réplicas para cada variante experimental en la determinación del contenido de humedad. El ensayo de secado se realizó a $28-30^\circ\text{C}$.

Con los datos obtenidos se obtuvieron las curvas de secado en cloruro de sodio y silicagel para todas las especies en estudio y el vigor fue determinado con la expresión de Maguire (1962).

$$IVE = \sum_i \frac{np_i}{ND_i}$$

Donde, np_i y ND_i son el número de plántulas y el número de días al conteo i -ésimo, respectivamente.

Posteriormente se llevaron a cabo diferentes combinaciones ambientales (Tabla 1) para proceder a la conservación en pomos de cristal (PC) y papel (P), a temperatura ambiente (TA) y a 6 °C (TF). con ambas humedades alcanzadas 7,5 y 5 %.

Tabla1. Clasificación de las combinaciones ambientales con respecto a los parámetros humedad, tipo de envase y temperatura

Combinaciones	Humedad	Envase	Temperatura
B1	H1	PC	TA
B2	H1	PC	TF
B3	H1	P	TA
B4	H1	P	TF
B5	H2	PC	TA
B6	H2	PC	TF
B7	H2	P	TA
B8	H2	P	TF

PC: Pomos cristal, P: Papel, TA: Temperatura ambiente, TS: Temperatura a 6 °C

Con los datos obtenidos y previa transformación $\text{arcsen}\sqrt{X}$, se realizó un análisis de varianza bifactorial y la prueba de Tukey a un nivel de significación del 1 y 5 % considerando como factores el tipo de secado (A) y ocho combinaciones ambientales (B), dados por las interrelaciones entre los parámetros: contenido de humedad de la semilla (H1: más baja; H2: más alta), el envase utilizado (PC: pomo de cristal; P: papel) y el tipo de almacenamiento (TA: temperatura de 27-30 °C; TF: a una temperatura de 6 °C).

Para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico STATGRAPHICS versión 5.2 (año 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El empleo de la mezcla de arroz- cloruro de sodio como desecante tiene el inconveniente que el proceso de secado es mas más lento que cuando se emplea la sílica -gel como se observa en la Figura 1, pero tiene la ventaja que cada productor cuenta en sus hogares con el cloruro de sodio (sal común) y arroz. El método resulta adecuado si no se trata de secar grandes volúmenes de semillas (hasta 1 kg). Con ambos métodos de secado

(sílica -gel y arroz-cloruro de sodio) se logró disminuir la humedad de la semilla y mantener el porcentaje de germinación por encima del 90 %.

El secado de semillas con el empleo de la sílica-gel se realizo de forma lenta (Figura 2) evitando así comprometer la viabilidad sin descensos bruscos de la humedad. Arce *et al.*, (2007) lograron desecar semillas sin afectarla con secado lento, al emplear relaciones bajas de sílica-gel: semillas.

Las curvas de secado para las semillas muestran un descenso en el nivel de humedad hasta el equilibrio con el entorno. El tiempo de secado fue de aproximadamente siete días para el primer nivel de humedad. Se observa mayor pérdida de agua durante los primeros días con la sílica-gel Se obtuvo a los diez días el segundo nivel de humedad propuesto en los ensayos (5 %). Al cabo de 15 días el contenido de humedad de las semillas estuvo sobre valores cercanos al 3% (Figuras 1 y 2).

Los contenidos de humedad logrados durante la desecación resultan adecuados para la conservación (Benková y Záková, 2009). La viabilidad y germinación de las semillas de las especies en estudio fue alta. Muchos bancos de semillas almacenan semillas que han sido desecadas hasta el equilibrio con aproximadamente un 15 % de la humedad relativa (un contenido de humedad de aproximadamente 3,5-6,5 dependiendo del contenido lipídico). Otros bancos de semillas usan condiciones mucho más secas (Pérez-García *et al.*, 2008).

Las semillas secadas con arroz – cloruro de sodio que se les disminuyó su contenido de humedad a 5 % y 7,5 % conservaron su germinación (98 % para el cultivar de tomate, 90 % para el cultivar VME y 95 % para el cultivar de calabaza Marinellis y para los cultivares de maíz Francisco mejorado y Sanjuanero después de seis meses de almacenadas, en pomos de cristal a temperatura ambiente y en refrigerador. Los niveles de secado impidieron su deterioro manteniendo su potencial durante el almacenamiento (Amaral, 2008).

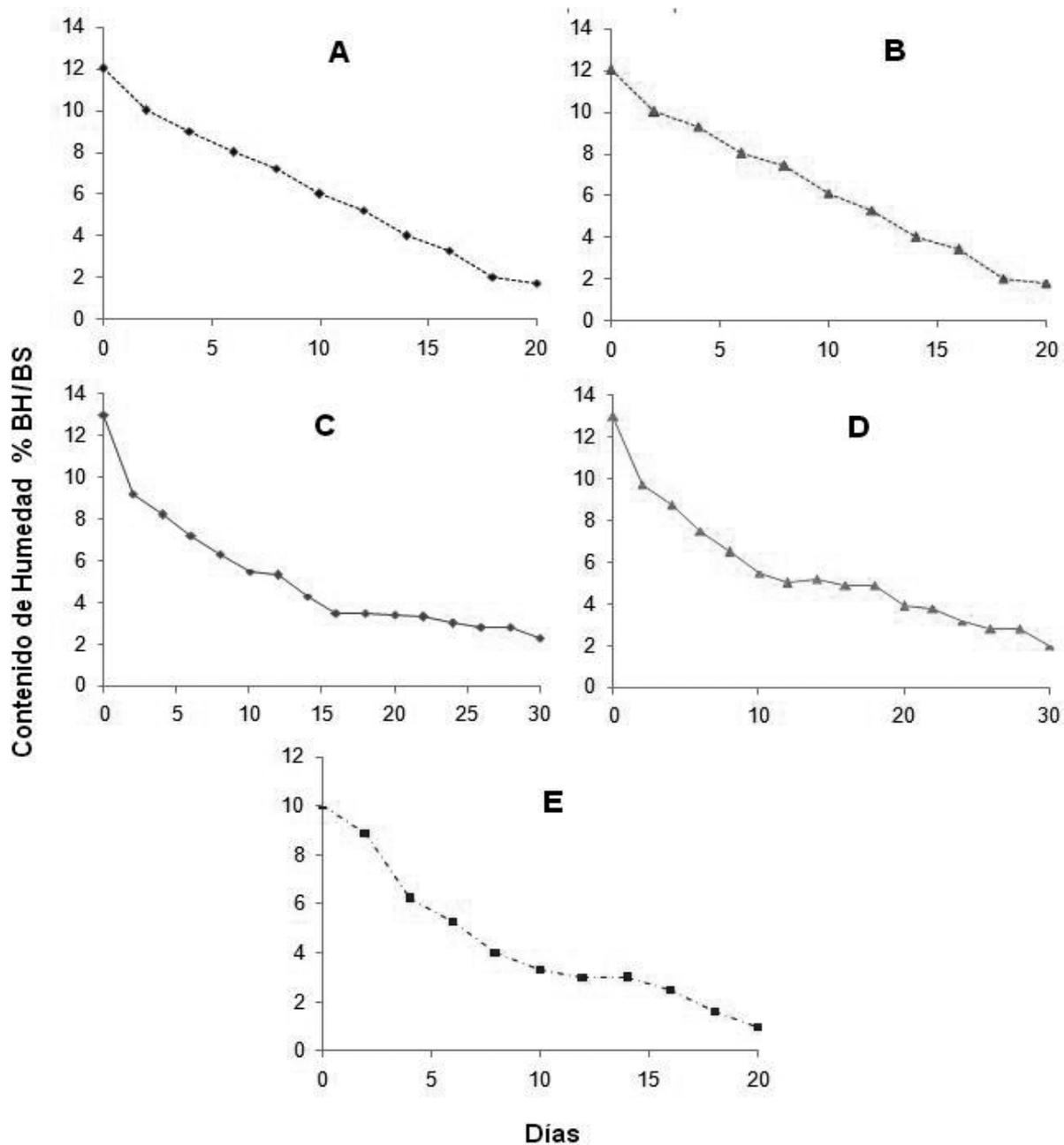


Figura 1.- Variación del contenido de humedad con el tiempo de semillas secadas con arroz - cloruro de sodio

(A) -calabaza cv: VME, (B)-calabaza cv: Marinelis. (C)-maíz cv: Sanjuanero, (D)-maíz cv: Francisco Mejorado, (E)-tomate cv: Placero H

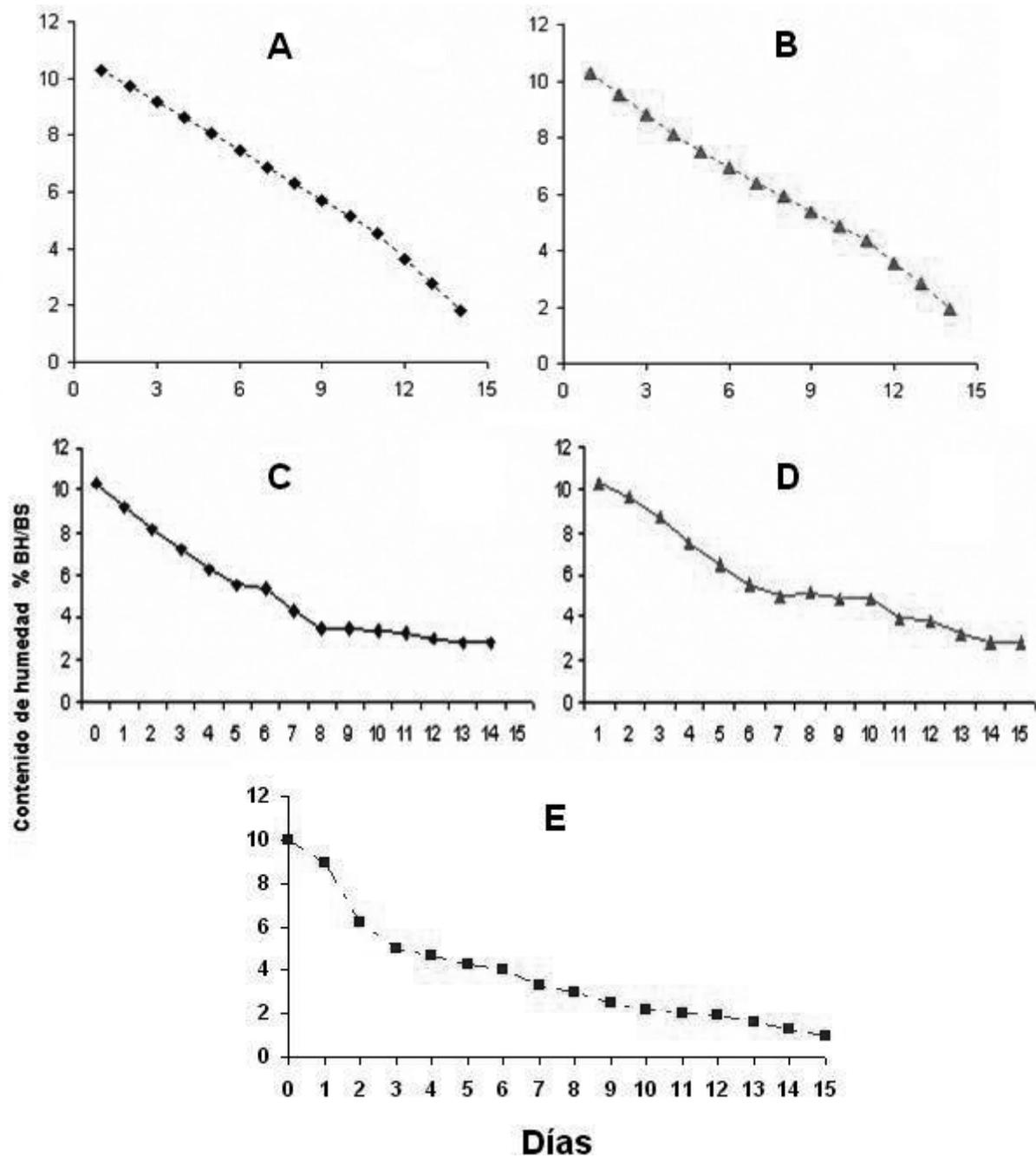


Figura 2. Variación del contenido de humedad con el tiempo de semillas secadas con Sílica –gel

(A) calabaza cv: VME, (B)-calabaza cv: Marinelis. (C)-maíz cv: Sanjuanero, (D)-maíz cv: Francisco Mejorado, (E)-tomate cv: Placero H

En la Tabla 2 se observa un índice de correlación por encima de 0,92 entre el porcentaje de germinación y la masa seca como criterio para medir el vigor para todas las especies en estudio de forma similar a los resultados obtenidos por Virgen y Vargas (2001).

Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Sadik y White (1982) cuando emplearon arroz (*Oryza sativa* L.) para secar semillas, tomate (*Solanum lycopersicum* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.) y soya *Glycine max* L.) Merrill. En tanto Martínez *et al.* (2010) desecaron semillas de tomate *Solanum lycopersicum* L. y pimentón *Capsicum annuum* L.) de igual forma.

Dado que el tratamiento contribuye a preservar el poder germinativo de la semilla puede afirmarse que el secado con arroz y cloruro de sodio propuesto constituye una alternativa más favorable pues no se

humedece con facilidad, como es el caso de la sal simple. El análisis de varianza muestra que existe diferencia significativa entre los secados y entre las combinaciones ambientales, sin embargo no existe diferencia cuando se analizaron las interacciones de estos dos factores simultáneamente (Tabla 3).

Los porcentajes de germinación en las diferentes combinaciones ambientales (Tabla 4) donde se conservó durante un año la semilla desecada con cloruro de sodio, se puede observar que en el ambiente dado por la humedad más baja, el envase pomo de cristal y temperatura ambiente proporciona las mayores germinaciones, superiores al 96 % al año de conservadas Lo que nos muestra que el uso del cloruro de sodio no causa pérdidas en la germinación al comportarse las semillas de forma similar cuando fueron secadas con silica-gel.

Tabla 2. Comparación de las variables evaluadas después de 6 meses de conservación

cultivar	humedad (%)	masa seca (g)	PG (%)	PE (%)	IVE	índice de correlación
maíz F. Mejorado	5,0 %	159,2	95	96	4,75	0,9379
	7,5 %	158,1	94	94	4,75	0,9356
maíz Sanjuanero	5,0 %	158,2	95	96	4,75	0,9613
	7,5 %	157,9	95	95	4,75	0,9589
calabaza Marinelis	5,0 %	159,4	94	95	6,0	0,9840
	7,5 %	158,3	94	95	6,0	0,9810
calabaza VME	5,0 %	157,2	91	92	5,5	0,9379
	7,5 %	156,1	90	90	5,5	0,9287
tomate Placero H	5,0 %	161,5	98	98	5,5	0,9581
	7,5 %	160,3	97	97	5,5	0,9577

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

Tabla 3. Efecto de los métodos de secado y la combinación ambiental para la conservación de la germinación (Análisis de varianza bifactorial en que se conservaron las semillas de tomate cv: Placero H, calabaza cv: VME y maíz cv: Sanjuanero gl: grados de libertad)

Fuentes de variación	gl	Cuadrados medios		
		tomate	calabaza	maíz
secado (A)	1	13,52**	10,85**	10,96**
combinación ambiental (B)	7	414,47**	425,34**	420,11**
interacción (AxB)	7	19,76	18,51	18,91
error		0,96	0,93	0,91
C.V.		6,4%	5,3%	5,4%

*Diferencias significativas al 1 y 5 % de probabilidad de error

Tabla 4. Efecto del secado sobre las combinaciones ambientales (Prueba de Tukey para las diferentes combinaciones ambientales en que se conservaron las semillas de tomate cv: Placero H, calabaza cv: VME y maíz cv: Sanjuanero)

combinaciones	tomate		calabaza		maíz	
B1	94,2	a	96,1	a	93,0	a
B2	89,5	a	81,0	c	92,8	ab
B3	92,0	a	93,6	ab	91,7	abc
B4	75,5	b	78,7	c	90,2	cd
B5	93,8	a	93,8	ab	90,8	bcd
B6	94,0	a	79,0	c	89,8	cd
B7	90,1	a	91,3	b	90,5	cd
B8	70,2	b	75,4	c	89,1	d

Resultados de la Prueba de Tukey para las diferentes combinaciones ambientales (B1: H1-PC-TA, B2: H1-PC-TF; B3: H1-P-TA, B4: H1-P,-TF, B5: H2-PC-TA, B6: H2-PC-TF, B7: H2-P-TA, B8: H2-P-TF). H1=5 %, H2=7,5 %; PC: pomo de cristal, P: papel, TA: T=27-30oC, TF=6 oC
Medias con igual letra no son significativamente diferentes

CONCLUSIONES

- ◆ El empleo de pomos de cristal para guardar semillas a valores de humedad del 5 % permitió conservar las mismas con un porcentaje de germinación por encima del 90 % en los cultivares estudiados.
- ◆ El método propuesto para el secado de las semillas con arroz -cloruro de sodio posibilitó disminuir el contenido de humedad y preservar la germinación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral Vilela ,F (2008): Seednews. Revista internacional de semillas, Tema central marzo-abril.
- Arce, K.; Bonilla C.; Sánchez O., M. S.; Escobar, R. (2007): Morfoanatomía y respuesta fisiológica de las semillas de chambimbe a condiciones de crioconservación. Acta Agronómica, 56(3):135-140.
- Benková, M. y Záková, M. (2009): Seeds germinability of selected species after five and ten years storage at different temperatures. Agriculture (Polnohospodárstvo), 55, (2):1191243):135-140.
- Ellis, RH. , T.D. Hong y E.H, Roberts, (1989): A comparison of the low –moisture- Content limit to logarithmic relation between seed moisture and longevity. Annals of Botany, 61: 405-408.
- Gómez-Campo, C. (2009): Efficient long term seed preservation. Monographs ETSIA, Univ. Politecnica de Madrid, 171: 1-3.
- ISTA (2008): International Rules for Seed Testing (edition 2008). International Seed Testing Association. Switzerland, 224-234.
- Maguire, J. D (1962): Speed of germination-aid on selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Sci., 2: 176-17.
- Martinez, M. Carlos, Cardozo Conde, I., Sánchez Orozco, Manuel Salvador (2010): Respuesta fisiológica de semillas de tomate *Solanum lycopersicum* L. var. Unapal Maravilla y pimentón (*Capsicum annum* L.) var Unapal-Serrano en crioconservación. Acta agronómica Universidad Nacional de Colombia vol 59 No.4 Palmira Oct/Dic.
- Navarro,M y J.C. Lezcano (2008): Efecto del método de secado en la longevidad y calidad de semillas de *Bauveria purpurea* II Pastos y Forrajes, 31 (1): 53-61.
- Pérez-García, F., González-Benito, M.E. y Gómez-Campo, C. (2008): Germination of fourteen endemic species from the Iberian Peninsula, Canary and Balearic Islands after 32-34 years of storage at low temperature and very low water content. Seed Science and Technology, 36: 407- 422.
- Sadik, S. y J.W. White (1982): True potato seed drying over rice. *Potato Research*, 25: 269-272.
- Vargas Jessie (2009): Conservando los genes para la seguridad y soberanía alimentaria de Venezuela, INIAP HOYsep-dic-2009 ISSN: 1856-995 CNP No. 15340.

Virgen Vargas, J. y Vargas Ramírez, J.M, (2001): Velocidad de emergencia un parámetro importante para la selección por vigor de semillas de líneas e híbridos de maíz Chapingo IV, 49-53.

Woodstock, L.W., Simkin, J. and Schroeder, E (1976): Freeze drying to improve seed storability. *Seed Science and Technology* 4, 301-331.

Recibido: 7 de septiembre de 2013

Aceptado: 6 de marzo de 2014