

Secado y almacenamiento de semillas de mandarina ‘Cleopatra’

Angel Villegas-Monter⁽¹⁾ y María Andrade-Rodríguez⁽¹⁾

⁽¹⁾Programa de Fruticultura, Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Código Postal 56230. Chapingo, Estado de México, México. E-mail: avillega@colpos.mx, andradem@colpos.mx

Resumen – Los objetivos del trabajo fueron evaluar el efecto del tratamiento con productos químicos y contenido de humedad en la conservación de semillas de mandarina ‘Cleopatra’ (*Citrus reshni* Hort ex Tan). Semillas con 14,7% de humedad tratadas con cuatro funguicidas y 8-hidroxiquinoleína, fueron almacenadas a $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ durante un año, al igual que tres lotes de semillas con 5,0%, 14,7% y 26,8% de humedad, tratadas con y sin 8-hidroxiquinoleína. Se evaluó la germinación y emergencia al inicio del experimento, a los seis y 12 meses de almacenamiento. En la prueba con productos químicos, el almacenamiento de semillas con 14,7% de humedad sólo fue viable hasta los seis meses, con mayores porcentajes de germinación y emergencia (59,3% y 54,0%, respectivamente), mientras que, en las semillas sin tratamiento químico fue de 33,3% y 27,3%, respectivamente. En relación con el contenido de humedad de las semillas, a los seis meses de almacenamiento se obtuvo mayor emergencia de plántulas (63,6% y 58,0%) en semillas con 26,8% y 5%, mientras que a los 12 meses, las semillas con 5%, de humedad tuvieron 75,6% de emergencia.

Términos para indexación: *Citrus reshni*, emergencia de plántulas, tratamiento de semillas con funguicidas, germinación de semillas, 8-hidroxiquinoleína.

Drying and storage of ‘Cleopatra’ mandarin seeds

Abstract – The objectives of this work were to evaluate the effect of the treatment with chemical products and the humidity content for conservation of seeds of ‘Cleopatra’ mandarin (*Citrus reshni* Hort ex Tan). Seeds with 14.7% of moisture content were treated with four fungicides and 8-hydroxyquinoline and stored at $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ for one year. Three groups of seeds with 5.0, 14.7% and 26.8% of moisture content were stored as above. Germination and emergence were evaluated at the beginning of the two experiments, at six and twelve months of storage. In the test with chemical products, storage of seeds with 14.7% of moisture content was possible only for six months, with higher percentages of germination and emergence (59.3% and 54.0%, respectively), while in seeds without chemical treatment percentages of germination and emergence were about 33.3% and 27.3%, respectively. As far as the moisture content of the seed is concerned, at six months of storage the highest seedlings emergence (63.6% and 58.0%) were obtained, in seeds with 26.8% and 5% of moisture, respectively. Twelve-months-seeds with 5% of moisture content caused 75.6% of emergence.

Index terms: *Citrus reshni*, seedlings emergence, seeds treatment with fungicides, germination of citrus seeds, 8-hydroxyquinoline.

Introducción

La época de cosecha, el periodo de siembra y el clima son factores que hacen que el almacenamiento de semillas en portainjertos de cítricos sea un proceso importante para disponer de semillas, para el establecimiento de semilleros en las épocas en las cuales las condiciones ambientales sean apropiadas para la germinación y desarrollo de las plántulas Siquiera et al. (2002).

Se ha observado que la composición química de las semillas es un factor que se debe considerar en su almacenamiento. Así, las semillas de mandarina

‘Cleopatra’ (*Citrus reshni* Hort ex Tan) están constituidas por 34,7% de agua y 65,3% de materia seca; de éste, el 25,87% es grasa bruta; los carbohidratos contenidos son fructosa, sacarosa y almidón (5,66, 14,08 y 8,00 mg por gramo de materia seca) (Nieves et al., 1995).

Después de la extracción de las semillas de cítricos se recomienda secarlas a la sombra a temperatura ambiente por tiempo variable; algunos investigadores indican que se requieren de 24 a 36 horas (Gravina, 1989; Sempionato, 1997), 24 a 48 horas (Stenzel & Colozzi Filho, 1992), pero no señalan el contenido de humedad

de la semilla, el porcentaje de germinación y emergencia después del almacenamiento.

Por otra parte, se indica que cuando las semillas de cítricos se secan demasiado pierden viabilidad (Cochran et al., 1986; Cameron & Soost, 1987) y disminuyen la capacidad de germinación (FAO, 1978). En este sentido, es importante considerar que la pérdida de viabilidad y capacidad de germinación dependen de la especie, tratamiento de prealmacenamiento y condiciones de almacenamiento, incluyendo método de empaque (Nauer & Carson, 1985). Al respecto, Usbertí & Felipe (1980) observaron que las semillas de *C. limonia* pueden almacenarse a 4°C por 32 meses sin perder viabilidad cuando contienen 6% de humedad; de igual forma King et al. (1981) señalan que las semillas de *C. limon* L. y *C. aurantifolia* (Christm) Swingle son ortodoxas, porque su viabilidad se conservó con la disminución en la temperatura de almacenamiento y contenido de humedad en la semilla.

Hong & Ellis (1995) reunieron evidencias que sugieren que en el género *Citrus* existe variación considerable en cuanto a necesidades de almacenamiento, existiendo especies con semillas ortodoxas, intermedias y recalcitrantes. Las semillas “ortodoxas”, son las que toleran la desecación a grados de humedad próximos a 5% o menos. Las que toleran desecación de 10% a 12,5% son conocidas como “intermedias”, mientras que, las que no toleran la desecación de 15% a 20% son denominadas “recalcitrantes” – en este grupo se incluyen muchas especies frutales (Hong & Ellis, 1996).

Siqueira et al. (2002) señalan que mandarino ‘Cleopatra’ ha presentado problemas de germinación relacionados con el almacenamiento inadecuado de las semillas. Observaron que las semillas con 18,4% de humedad, almacenadas a 5–7°C disminuyeron su germinación desde los 30 días llegando a 23% a los 60 días. Atribuyen este hecho a que el contenido de humedad disminuyó de 18,4% a 5% a los 30 días de almacenamiento.

Con el fin de inhibir el desarrollo de hongos durante el almacenamiento, las semillas han sido tratadas con funguicidas. Así, cuando se tratan con 8-hidroxiquinoleína al 1%, conservan la viabilidad hasta seis meses (Chandler, 1962; Cameron & Soost, 1987). De igual forma, Cochran et al. (1986) señalan que las semillas de cítricos tratadas con 8-hidroxiquinoleína, deshidratadas superficialmente y almacenadas en bolsas de polietileno a temperatura de 3,3°C a 4,4°C pueden ser almacenadas por varios meses con poca disminución de viabilidad.

Sin embargo, cuando las semillas se almacenan sin dar tratamiento químico, se tiene incidencia de hongos contaminantes y pobre germinación (Mas et al., 1995).

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento con funguicidas y contenido de humedad en la conservación de semillas de mandarino ‘Cleopatra’.

Material y Métodos

La investigación se desarrolló en el laboratorio e invernadero del Programa de Fruticultura del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados en Montecillo, Estado de México y en un vivero en Cazonas, Veracruz, México. Se realizaron dos experimentos, en uno se estudiaron cuatro funguicidas y hemisulfato de 8-hidroxiquinoleína para el tratamiento de las semillas y en otro se evaluó el almacenamiento de las semillas con tres contenidos de humedad.

Se cosecharon frutos maduros de mandarino ‘Cleopatra’ en abril del 2000 en Cazonas, Veracruz; se extrajeron las semillas y se lavaron para eliminar restos de pulpa y el mucílago. En el laboratorio, se lavaron las semillas con una mezcla de cal (2 g L⁻¹ de agua), agitando durante diez minutos; se realizaron varios enjuagues hasta eliminar los residuos de cal. Las semillas fueron tratadas con agua a 52°C durante 10 min. Posteriormente, se secaron a la sombra a temperatura ambiente (25°C) durante 5, 7 y 9 días, obteniendo tres lotes de semillas con 26,8%, 14,7% y 5,0% de humedad, respectivamente. Estas semillas fueron utilizadas para realizar los dos experimentos.

El contenido de humedad de las semillas fue determinado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = 100 \left(\frac{\text{peso inicial} - \text{peso final}}{\text{peso inicial}} \right)$$

El peso inicial fue el peso de las semillas después de 5, 7 y 9 días de secado. El peso final fue el peso de las semillas después del secado en estufa hasta peso constante.

Se efectuó una prueba de germinación al inicio del experimento (junio del 2000). De cada uno de los tres lotes de semillas con 5,0%, 14,7% y 26,8% de humedad, se tomaron tres repeticiones de 50 semillas. Previo a la siembra, las semillas fueron embebidas por 24 horas y se sembraron en charolas de plástico que contenían mezcla de Peat most y Agrolita en proporción 1:1 (v/v).

Se depositaron las semillas a 2 cm de profundidad y se aplicó riego a saturación. Posteriormente se realizó el riego cada tres o cuatro días.

La prueba de germinación fue efectuada en condiciones de invernadero en Montecillo, Estado de México, en donde se registraron temperaturas promedio de 29°C y 28°C durante mayo y junio, respectivamente.

El diseño experimental usado fue completamente al azar con tres tratamientos de humedad en la semilla (5,0%, 14,7% y 26,8%) y tres repeticiones de 50 semillas cada una.

Se realizaron observaciones a partir del inicio de emergencia de plántulas considerando las variables siguientes (en porcentaje): 1) germinación – se consideró que una semilla había germinado cuando la radícula emergió de las cubiertas seminales; 2) emergencia – se consideró que una plántula había emergido cuando se observó sobre el sustrato; 3) semillas vivas – aquellas que mantuvieron íntegra su estructura; y 4) semillas muertas – aquellas de color café. La prueba de germinación duró dos meses.

Para el experimento con funguicidas, se usaron 1,8 kg de semillas con 14,7% de humedad, que fueron separadas en seis grupos de 300 g para aplicarles los siguientes tratamientos: 1) Tecto 60 – funguicida sistémico, ingrediente activo Tiabendazol 60% (polvo humectable); 2) Captan 50 PH – funguicida, ingrediente activo captan 50% (polvo humectable); 3) Interguzan 30–30 – funguicida + funguicida agrícola, ingrediente activo quntozeno (30%): pentadorobenceno (30%) (polvo humectable); 4) Rodamina – funguicida colorante, ingrediente activo Rodamina 45% (líquido); 5) Hemisulfato de 8-hidroxiquinoleina ($C_9H_7NO.1/2H_2SO_4$); 6) Testigo – semillas sin tratamiento químico.

Los tratamientos en polvo humectable se aplicaron poniendo 3 g del producto en cada frasco, que contenía 100 g de semillas. Los frascos fueron agitados hasta que las semillas estuvieron cubiertas por el funguicida. En el tratamiento con Rodamina las semillas fueron sumergidas en la solución que contenía 3 mL de Rodamina disueltos en 97 mL de agua y posteriormente se pusieron a secar, para eliminar el exceso de agua. En el tratamiento con hemisulfato de 8-hidroxiquinoleina se aplicó disuelta en agua al 1%; las semillas fueron sumergidas y agitadas durante un minuto, después se pusieron a secar para eliminar el exceso de agua.

Las semillas de cada tratamiento fueron colocadas en tres frascos de vidrio de 175 mL (100 g de semilla por frasco) y se almacenaron en refrigeración a $4\pm 2^\circ C$.

A los seis (noviembre del 2000) y doce meses (mayo del 2001) de almacenamiento, se realizaron las pruebas de germinación. De cada uno de los seis tratamientos se tomaron tres repeticiones de 50 semillas que se embebieron durante 24 horas previas a la siembra, y la germinación se realizó en charolas de plástico que contenían mezcla de Peat most y Agrolita 1:1 (v/v); se depositaron las semillas a 2 cm de profundidad y se cubrieron con el sustrato; se aplicó riego a saturación y posteriormente cada tres o cuatro días.

Las pruebas de germinación fueron efectuadas en invernadero en Montecillo, Estado de México, donde se tuvieron temperaturas promedio de 18, 17, 15, 16°C en noviembre, diciembre, enero y febrero y de 29, 27, 26°C durante mayo, junio y julio, respectivamente.

A los seis meses de almacenamiento, la prueba de germinación se efectuó también en condiciones de vivero en Cazonas, Veracruz. La siembra se hizo en una cama de 1 m de ancho a nivel del suelo y el sustrato utilizado fue suelo de textura franco arcillosa, pH 7,5, conductividad eléctrica de $0,34 \text{ mmhos cm}^{-1}$, 24 g kg^{-1} de materia orgánica, 1 g kg^{-1} de nitrógeno, 70 mg dm^{-3} de fósforo y $6,9 \text{ mmol dm}^{-3}$ de potasa (Herrera, 1998).

El experimento fue desarrollado como completamente al azar con seis tratamientos, en la prueba de germinación efectuada a los seis y 12 meses de almacenamiento, de cada uno de los seis tratamientos se sembraron tres repeticiones en Montecillo, Estado de México, y cuatro en Cazonas, Veracruz. Cada repetición estuvo constituida por 50 semillas.

En las pruebas de germinación efectuadas en Montecillo, Estado de México, se evaluaron las variables siguientes (en porcentaje): 1) germinación; 2) emergencia; 3) semillas vivas; y 4) semillas muertas. En condiciones de vivero en Cazonas, Veracruz, se evaluó únicamente el porcentaje de emergencia.

Para el experimento de contenido de humedad, las semillas de cada uno de los tres lotes (5,0%, 14,7% y 26,8% de humedad) fueron divididas en dos grupos; uno fue tratado con hemisulfato de 8-hidroxiquinoleina al 1%, durante un minuto y se dejó secar durante 24 horas a la sombra y temperatura ambiente (25°C). Se colocaron las semillas tratadas y no tratadas con 8-hidroxiquinoleina en frascos de vidrio (175 mL) y se almacenaron en refrigeración a $4\pm 2^\circ C$ tres repeticiones de 100 g.

A los seis (noviembre del 2000) y doce meses (mayo del 2001) de almacenamiento, se realizó la prueba de germinación de la misma forma que en el experimento de tratamiento con funguicidas.

Se usó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos; los factores fueron: contenido de humedad en la semilla (5,0%, 14,7% y 26,8%), y tratamiento con hemisulfato de 8-hidroxiquinoleína (0,0% y 1,0%), que generaron seis tratamientos. Para ambos experimentos, se establecieron 3 y 4 repeticiones de 50 semillas cada una, en Montecillo, Estado de México y en Cazonos, Veracruz, respectivamente. Las variables evaluadas fueron las mismas que en el experimento con funguicidas.

Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 1988) mediante análisis de varianza, prueba de comparación de medias, con la prueba de Gama Múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$).

Resultados y Discusión

En la prueba de germinación inicial, la emergencia de plántulas inició a los 30 días en todos los tratamientos, y terminó a los 60 días después de la siembra. La mayoría de las plántulas emergieron entre los 35 y 47 días.

El análisis de varianza realizado en la prueba de germinación al inicio del experimento mostró efecto significativo del contenido de humedad en la semilla para todas las variables evaluadas. Cuando las semillas contenían 14,7% de humedad, se obtuvo mayor porcentaje de germinación y emergencia (Cuadro 1). Los valores menores se presentaron en las semillas con 5% de humedad, en donde el porcentaje de semillas vivas no germinadas fue mayor. Esos resultados pudieron deberse a que al estar más secas las semillas, posiblemente requerían más tiempo para germinar. De manera similar, Usberti & Felipe (1980) observaron que el porcentaje de germinación de las semillas de limón 'Cravo' (*C. limonia* Osb) con 6% de humedad fue menor (88%) que el de las semillas con 25% de humedad (93%).

Cuadro 1. Datos de la prueba de germinación en semillas de mandarina 'Cleopatra' (*Citrus reshni*) con tres porcentajes de humedad, al inicio del experimento. Montecillo, Estado de México⁽¹⁾.

Humedad (%)	Germinación (%)	Emergencia (%)	Semillas vivas (%)	Semillas muertas (%)
5,0	90,6b	86,6b	8,4a	1,0b
14,7	94,6a	91,6a	3,7b	1,7b
26,8	91,3b	88,3b	4,6b	4,1a

⁽¹⁾Promedios seguidos de igual letra dentro de columnas no difieren significativamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Los resultados de germinación obtenidos en esta investigación superaron los obtenidos por Siquiera et al. 2002, en semillas de mandarina 'Cleopatra' con 18,41% de humedad, que al ser sembradas en invernadero produjeron 80% de germinación inicial.

El porcentaje de semillas muertas fue mayor en aquellas que contenían 26,8% de humedad, posiblemente porqué al estar más húmedas fueron atacadas por hongos y bacterias durante la prueba de germinación.

En la prueba de germinación efectuada en vivero en Cazonos, Veracruz, a los seis meses de almacenamiento de las semillas con 14,7% de humedad, la emergencia de plántulas inició a los 28 días y terminó a los 65, observándose que la mayor parte de las plántulas emergieron entre los 35 y 47 días (Figura 1). En el invernadero en Montecillo, la emergencia inició a los 70 días y terminó a los 120 días después de la siembra. La diferencia en el tiempo requerido para la emergencia de las plántulas en ambos lugares se debió posiblemente a que durante el periodo en que se efectuó la prueba en Montecillo, se registraron temperaturas mínimas entre 3 y 6°C, en tanto que, las registradas en algunos días en Cazonos, Veracruz, fueron de 12 a 18°C.

La emergencia fue más rápida en Cazonos, Veracruz. Sin embargo, el porcentaje fue menor que el obtenido en Montecillo, Estado de México, lo que posiblemente se debió a que el sustrato usado en Cazonos no fue esterilizado (para simular las condiciones que utilizan los viveristas). Además, las condiciones de humedad del suelo y del ambiente fueron elevadas y las semillas fueron atacadas por hongos y bacterias en mayor grado que en Montecillo, aún cuando se utilizaron funguicidas.

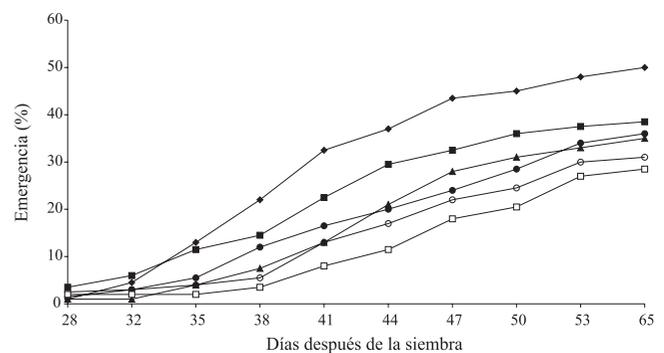


Figura 1. Emergencia de plántulas de Mandarina 'Cleopatra' en Cazonos, Veracruz, a partir de semillas almacenadas durante seis meses, tratadas con 8-hidroxiquinoleína (◆), Rodamina (■), Tecto 60 (▲), Captan (●), Interguzan (○) y Testigo (□).

No obstante, aún con las condiciones anteriores, en vivero las semillas tratadas con 8-hidroxiquinoleína presentaron mayor porcentaje de emergencia de plántulas, demostrando que el pretratamiento con este producto químico tiene efecto durante la germinación de las mismas.

En la prueba de germinación realizada en Montecillo, Estado de México, a los seis meses, se observó que la aplicación de productos químicos tuvo efecto significativo en el porcentaje de germinación y emergencia (Cuadro 2). El porcentaje de semillas muertas (atacadas por hongos y bacterias) fue mayor cuando las semillas no fueron tratadas, coincidiendo con lo indicado por Mas et al. (1995).

Aun cuando los porcentajes de germinación son menores, estos resultados son similares a los reportados por Mas et al. (1995), quienes observaron que las semillas de mandarina 'Cleopatra' tuvieron 90% de germinación a los seis meses de almacenamiento, cuando fueron tratadas con Disulfuro de tetrametiran (TMTD) 50% PH + Benomyl, y almacenadas a 4°C.

Los tratamientos con los cinco productos químicos produjeron porcentajes de germinación y emergencia similares. Sin embargo, las semillas tratadas con 8-hidroxiquinoleína originaron mayor emergencia de plántulas (54%) en invernadero, al igual que en condiciones de vivero (50%). Estos resultados concuerdan con Cochran et al. (1986) y Cameron & Soost (1987), quienes señalan que el tratamiento de las semillas de cítricos con 8-hidroxiquinoleína permite conservar la viabilidad durante cinco o seis meses. En la prueba realizada a los 12 meses de almacenamiento, los porcentajes de germinación y emergencia fueron bajos en las semillas de todos los tratamientos – Interguzan (8 y 6,2%), Rodamina (12 y 10%) y 8-hidroxiquinoleína (19 y 17,6%) – y en las semillas tratadas con Tecto 60, Captan y sin

tratamiento no hubo germinación y emergencia; por lo que, los datos no fueron analizados estadísticamente. La pérdida de la capacidad de germinación ocurrida independientemente del tratamiento usado, pudo deberse a que el contenido de humedad (14,7%) con el que se almacenaron las semillas no fue el adecuado, como se observa en los resultados que se presentan en el experimento siguiente donde se estudió el contenido de humedad de las semillas. Con base en lo anterior, podemos indicar que para el almacenamiento de semillas por periodos superiores a seis meses, además del tratamiento con funguicidas, el contenido de humedad es fundamental, coincidiendo con lo indicado por (Stanley & Butler, 1986) y de igual forma, el tipo de recipiente debe ser considerado.

En la prueba de germinación realizada en Cazonos, a los seis meses, la emergencia de plántulas inició a los 28 días y terminó a los 65, observándose que la mayor parte de las plántulas emergieron entre los 35 y 44 días (Figura 2). En el invernadero en Montecillo, la emergencia inició a los 70 días y terminó a los 120 días después de la siembra. La diferencia en el tiempo requerido para la emergencia de las plántulas en ambos lugares se debió posiblemente a las diferencias en temperatura tal como lo señalan Cameron & Soost (1987), quienes indican que para la germinación en semillas de cítricos se requieren entre dos y cuatro semanas a temperatura de 20 y 25°C, pero es más lenta y errática a temperaturas más bajas, como ocurrió en Montecillo.

En condiciones de vivero en Cazonos, los mayores porcentajes de emergencia de plántulas (83,0 y 79,5%) se obtuvieron en las semillas con 26,8% de humedad, sin y con tratamiento de 8-hidroxiquinoleína, y en las semillas con 5% de humedad tratadas con 8-hidroxiquinoleína, en las que se obtuvo 80% de emergencia (Figura 2).

Cuadro 2. Datos de la prueba de germinación y emergencia de plántulas en semillas de mandarina 'Cleopatra' (*Citrus reshni*) almacenadas a 4°C por seis meses, con 14,7% de humedad, tratadas con productos químicos. Montecillo, Estado de México⁽¹⁾.

Tratamiento	Germinación	Emergencia	Semillas vivas		Semillas muertas
			----- (%) -----		
8-hidroxiquinoleína	59,33a	54,00a	8,66a		32,01b
Rodamina	59,33a	46,66ab	6,01a		34,66b
Tecto 60	56,00a	46,66ab	11,33a		32,67b
Captan	54,66ab	44,66ab	5,34a		40,00b
Interguzan	54,66ab	43,33ab	20,68a		24,66b
Testigo	33,33b	27,33b	10,67a		56,00a

⁽¹⁾Promedios seguidos de igual letra dentro de columnas no difieren significativamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

En la prueba de germinación realizada a los seis meses en Montecillo, el contenido de agua con que se almacenaron las semillas tuvo efecto significativo en las cuatro variables evaluadas. Los mayores porcentajes de germinación (67,2), emergencia (63,6) y semillas vivas (21,5) se obtuvieron en aquellas semillas que contenían 26,8% de humedad (cinco días de secado), en las cuales la cantidad de semillas muertas fue menor (Cuadro 3). En primer instancia, estos resultados coinciden con Cochran et al. (1986), quienes señalan que cuando las semillas se secan demasiado pierden viabilidad y capacidad de germinación (FAO, 1978). Sin embargo, en la prueba de germinación efectuada a los 12 meses, los mejores resultados se obtuvieron en las semillas con 5% de humedad (nueve días de secado), en las que hubo 87,2% de germinación y 75,6% de emergencia de plántulas y sólo 9% de semillas muertas, mientras que las semillas con 14,7 y 26,8% de humedad, en su mayoría, murieron (Cuadro 3).

Resultados similares fueron obtenidos en semillas de limón (*C. limon* L.) con 5,0% de humedad y almacenadas a 2–4°C durante siete meses, en las que obtuvieron 90% de germinación (King et al., 1981). Estos autores señalan que las semillas de esta especie son ortodoxas en almacenamiento, dado que su viabilidad se ha incrementado por el decremento en la temperatura de almacenamiento y contenido de agua en la semilla. De manera similar, Usbertí & Felipe (1980) observaron que las semillas de *C. limonia* con 6% de humedad pueden ser almacenadas a 4°C por lo menos 32 meses sin perder viabilidad.

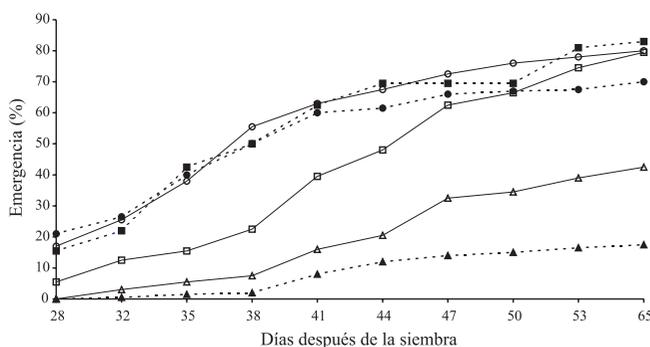


Figura 2. Emergencia de plántulas de Mandarino 'Cleopatra' en Cazones, Veracruz, a partir de semillas almacenadas durante seis meses, con 26,8% (■ y □), 14,7% (▲ y △) y 5% (● y ○) de humedad, sin 8-hidroxiqinoleina (---) y con 8-hidroxiqinoleina (—).

Las condiciones ambientales tuvieron efecto en la emergencia de plántulas de mandarino 'Cleopatra' ya que después de seis meses de almacenamiento, las semillas sembradas en Cazones, originaron 17,0%, 28,4% y 17,8% más plántulas que en Montecillo, a partir de semillas con 5,0%, 14,7%, y 26,8% de humedad, respectivamente.

Los resultados obtenidos en este experimento permiten señalar que las semillas más secas redujeron su metabolismo, conservando sus reservas y viabilidad, coincidiendo con lo señalado por Roberts (1972), quien indica que la conservación de la viabilidad de las semillas durante el almacenamiento depende del grado de humedad y de los factores ambientales de almacenamiento (temperatura y oxígeno del aire).

Así, en general, la conservación de las semillas se obtiene por la disminución de su actividad metabólica, reduciendo el contenido de agua y manteniéndolas con temperatura baja (Roberts, 1972; Edwards & Mumford, 1985).

Los porcentajes de germinación y emergencia (65,6% y 58,0%) fueron menores en las semillas almacenadas durante 6 meses que los obtenidos a los 12 meses (87,2% y 75,6%) debido posiblemente a que la primera prueba coincidió con la época de frío en Montecillo, lo que ocasionó que el proceso de germinación fuera lento y las semillas estuvieron expuestas al ataque de hongos y bacterias por más tiempo.

Los resultados obtenidos en este experimento contrastaron con los obtenidos por Siqueira et al. (2002) quienes almacenaron semillas de mandarino 'Cleopatra'

Cuadro 3. Datos de la prueba de germinación en semillas de mandarino 'Cleopatra' (*Citrus reshni*) almacenadas con tres contenidos de humedad, representando medias de semillas con y sin tratamiento de 8-hidroxiqinoleina. Montecillo, Estado de México ⁽¹⁾.

Humedad (%)	Germinación (%)	Emergencia (%)	Semillas vivas (%)	Semillas muertas (%)
A los 6 meses de almacenamiento				
5,0	65,6a	58,0a	7,0b	27,4b
14,7	35,6b	31,6b	8,6ab	55,8a
26,8	67,2a	63,6a	21,5a	11,3c
A los 12 meses de almacenamiento				
5,0	87,2a	75,6a	3,8a	9,0b
14,7	16,3b	12,3c	2,7ab	81,0a
26,8	44,0b	39,6b	0,0b	56,0a

⁽¹⁾Promedios seguidos de igual letra dentro de columnas, para el mismo período, no difieren significativamente entre sí por la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

con 10,30, 11,23, 18,41 y 21,42% de agua a temperatura de 5–7°C, y observaron que la germinación fue menor a partir de los 30 días de almacenamiento, de tal manera que a los 60 días obtuvieron sólo el 23% de germinación, independientemente del contenido de agua con que se almacenaron las semillas. Estos autores atribuyen la pérdida de viabilidad a la reducción en el contenido de agua, ya que a los 30 días de almacenamiento las semillas tenían 5% de humedad.

Los resultados de la investigación indican que las semillas de mandarina ‘Cleopatra’ son “ortodoxas” en almacenamiento, dado que su viabilidad se conservó por el decremento en el contenido de humedad.

Conclusiones

1. El tratamiento con los productos químicos fungicidas es efectivo en la conservación de la viabilidad de las semillas en almacenamiento hasta seis meses.

2. El contenido de humedad en las semillas fue el factor que tuvo mayor efecto para conservar su viabilidad por 12 meses.

3. El efecto positivo del tratamiento con hemisulfato de 8-hidroxiquinoleína persiste durante la germinación de las semillas de mandarina ‘Cleopatra’.

Referencias

- CAMERON, J.W.; SOOST, R.K. Cítricos. In: FERWEDA, F.P.; WIT, F. (Ed.). **Genotecnía de cultivos tropicales perennes**. México: AGT, 1987. p.156-191.
- CHANDLER, W.H. **Frutales de hoja perenne**. Traducido al español por J. L. de la Loma. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1962. p.152-153.
- COCHRAN, L.C.; COOPER, W.C.; BLODGETT, E.C. Semillas para patrones de árboles frutales y de nueces. In: STEFFERUD, A. (Ed.). **Semillas**. México: United States Department of Agriculture; Continental, 1986. p.428-440.
- EDWARDS, C.M.; MUMFORD, P.M. Factors affecting the oxygen consumption of sour orange (*Citrus aurantium* L.) seeds during imbibed storage and germination. **Seed Science and Technology**, v.13, p.201-212, 1985.
- FAO (Roma, Itália). **Las semillas agrícolas y hortícolas: producción, control y distribución**. Traducido al español por Simulta Corporation. Roma, 1978. p.444-450.
- GRAVINA, T.A. Características viveristas en nueve portainjertos de cítricos. **Revista Chapingo**, v.13/14, p.133-136, 1989.
- HERRERA, B.J. **Crecimiento y nutrición de los portainjertos de cítricos citrangeres ‘Carrizo’ y ‘Troyer’ propagados por estaca en vivo**. 1998. 138p. Tesis (Maestría) - Colegio de Postgraduados, México.
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. Interspecific variation in seed storage behaviour within two genera: *Coffea* and *Citrus*. **Seed Science and Technology**, v.23, p.165-181, 1995.
- HONG, T.D.; ELLIS, R.H. A protocol to determine seed storage behaviour. In: ENGELS, J.M.M.; TOLL, J. **IPGRI technical**. Rome: International Plant Resources Institute, 1996. 62p. (Bulletin, 1).
- KING, M.W.; SOETISNA, U.; ROBERTS, E.H. The dry storage of *Citrus* seeds. **Annals of Botany**, v.48, p.865-872, 1981.
- MAS, C.O.; DEL VALLE, N.V.; HERRERA, L.I.; CAMPOS, A.R.; RÍOS, A.C.; ACOSTA, M.S.; DITA, M.A.R. Conservación de semillas de patrones cítricos. **Centro Agrícola**, v.22, p.5-9, 1995.
- NAUER, E.M.; CARSON, T.L. Packaging citrus seed for long-term storage. **Citrograph**, v.70, p.229-230, 1985.
- NIEVES, N.; BLANCO, M.; BORROTO, E.; GONZALEZ, J.; LORENZO, J.C.; BORROTO, C.G.; GONZALEZ, A.; GUERRA, O.; QUIÑÓNEZ, J. Caracterización bioquímica de la semilla botánica y el proceso de germinación en mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort ex Tan). **Cultivos Tropicales**, v.16, p.24-29, 1995.
- ROBERTS, E.H. Storage environment and control of viability. In: ROBERTS, E.H. (Ed.). **Viability of seeds**. London: Chapman & Hall, 1972. p.14-58.
- SAS INSTITUTE (Cary, Estados Unidos). **SAS/STAT user's guide**. 6th ed. Cary, 1988. 1028p.
- SEMPIONATO, O.R. **Viveiro de citros**. Jaboticabal: Funep, 1997. 37p. (Boletim Citrícola, 2).
- SIQUEIRA, D.L.; VASCONCELLOS, J.F.F.; DIAS, D.C.F.S.S.; PEREIRA, W.E. Seed germination of citrus rootstocks after cooling conditions storage. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.317-322, 2002.
- STANLEY, R.G.; BUTLER, W.L. Procesos vitales de la semilla viva. In: STEFFERUD, A. (Ed.). **Semillas**. México: United States Department of Agriculture; Continental, 1986. p.170-180.
- STENZEL, N.M.C.; COLOZZI FILHO, A. Produção de mudas. In: CARVALHO, S.M.; CARNEIRO, R.G.; MARLOT, E.J.; ASSUMPÇÃO, L.C.; PEREIRA, L.R.; SIQUEIRA, D.R.S.; HAUAGGE, R.; POSTIGLIONI, S.R. (Ed.). **A citricultura no Paraná**. Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1992. p.117-137.
- USBERTÍ, R.; FELIPPE, G.M. Viabilidade de sementes de *Citrus limonia* Osb. com baixo teor de umidade, armazenadas em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.15, p.393-397, 1980.

Recibido el 10 de septiembre de 2003 y aceptado el 23 de marzo de 2004