

## MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE SEMILLA EN PAPAYA GOLDEN Y LA RELACIÓN CON LA LONGEVIDAD\*

### EXTRACTION METHODS IN GOLDEN TYPE PAPAYA SEED AND RELATIONSHIP WITH LONGEVITY

Julio César García Dean<sup>1</sup>, Mario Ernesto Vázquez Badillo<sup>1§</sup>, María Alejandra Torres Tapia<sup>1</sup>, Sergio Ignacio Dávila Cabello<sup>1</sup> y David Sánchez Aspeytia<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C. P. 25315. Tel. y Fax. 01 844 4110236.

<sup>2</sup>Campo Experimental Saltillo. CIRNE-INIFAP. Vito Alessio Robles. Núm. 2565. Col. Nazario Ortiz Garza, Saltillo, Coahuila. C. P. 25000. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: mario59ernesto@hotmail.com.

#### RESUMEN

Es muy escasa la información disponible, relacionada al manejo de poscosecha de semilla de papaya (*Carica papaya* L.) y su influencia en la calidad fisiológica de la semilla, sobre todo en germinación y vigor. El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de producción de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo de Tecnología de Semillas, en el invernadero número uno de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN) durante 2008. La finalidad del trabajo fue evaluar seis tratamientos de extracción de semilla: se utilizó ácido clorhídrico (HCl) a 0.3 y 0.5% durante una hora de reposo, ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a 0.3% a 1.5 h de reposo, hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% con media hora de reposo y fermentación a 48 y 72 h. La semilla extraída fue almacenada durante 90, 180 y 240 días a 4 °C. Se evaluó la germinación y vigor de la semilla. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial. Los resultados indicaron que la calidad fisiológica de la semilla, fue afectada por los efectos de deterioro que causa el almacenamiento y por los métodos de extracción de semilla; sin embargo, la semilla conserva su calidad fisiológica hasta los 240 días de almacenamiento, en los tratamientos a base de HCl al 0.3% y fermentación por 24 h con 93.3 y 91.2% de germinación después de 240 días de almacenamiento.

#### ABSTRACT

It is very scarce available information related to post-harvest handling of papaya seed (*Carica papaya* L.) and their influence in seed physiologic quality, mainly in germination and vigor. The investigation work was carried out in seeds production laboratory of Center of Training and Development of Seeds Technology, in greenhouse number one of Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN) during 2008. Aim of work was to evaluate six treatments of seed extraction: hydrochloric acid was used (HCl) at 0.3 and 0.5% during one hour of rest, sulfuric acid (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) at 0.3% with 1.5 h of rest, sodium hypochlorite (NaClO) at 5% with 30 minutes of rest and fermentation at 48 and 72 h. Extracted seed was stored during 90, 180 and 240 days at 4 °C. It was evaluated seed germination and vigor. A totally random design was used with factorial arrangement. Results indicated that seed physiologic quality was affected by deterioration effects caused by storage and by methods of seed extraction; however, seed conserves its physiologic quality up to 240 days of storage, in treatments with help of HCl at 0.3% and fermentation for 24 h with 93.3 and 91.2 % germination after 240 days of storage.

\* Recibido: junio de 2010  
Aceptado: abril de 2011

**Palabras clave:** *Carica papaya* L., almacenamiento, germinación, poscosecha.

La papaya (*Carica papaya* L.) es una fruta tropical que en los últimos cinco años ha tenido un crecimiento significativo en las zonas costeras de México. Existen diversas opiniones referentes al centro de origen de esta planta; sin embargo, la mayoría de los investigadores coinciden en señalar a centroamérica y al sur de México como el lugar donde se originó esta especie. En la actualidad, los taxónomos y botánicos no se han puesto de acuerdo que la semilla sea ortodoxa o recalcitrante, debido a la dificultad que presenta la semilla y su manejo de poscosecha, el cual es poco documentado; Amorim *et al.* (2008) reportan que la clasificación de las semillas de papaya está en función de la tolerancia al desecado y se aproxima más a lo observado en las semillas ortodoxas; además, Lesbel *et al.* (2000) mencionan que la papaya emite varios tipos de flores con diferente proporción de hembras, machos y hermafroditas y cada una origina un tipo diferente de fruto en cuanto a forma y calidad, principalmente dificulta la producción y comercialización de semillas entre los productores de este cultivo.

La fruta de la papaya es uno de los cultivos alimenticios más importantes en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, el cual se explota en plantaciones comerciales o en huertos familiares. De acuerdo a los reportes de la FAO (2008), los principales países productores son: Brasil, México, Nigeria, India e Indonesia; México se ubicó en el segundo lugar a nivel mundial de producción en el año 2007, con 800 000 t y cuarto lugar en superficie cosechada con 20 000 ha. Los principales estados productores son: Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Colima, Jalisco, Guerrero y Tabasco, aunque se siembra en 20 estados de la república (SAGARPA-SIAP, 2008).

El método más práctico y comercial del cultivo de papaya es mediante el uso de semilla sexual que se establecen en viveros (Jiménez, 2002). En la actualidad, la mayoría de las empresas dedicadas a la producción de semillas de papaya, utilizan el método manual, mecánico, químico y fermentación para separar el mucílago de las semillas, aunque el método de fermentación es considerado junto con el asoleado los métodos rústicos de extracción, ya que requieren de dos o tres días de fermentación, y de dos a tres horas en el asoleadero, produciendo como consecuencia un olor desagradable, mala apariencia en las semillas y afectación en la viabilidad.

**Key words:** *Carica papaya* L., germination, post-harvest, storage.

Papaya (*Carica papaya* L.) is a tropical fruit that in last five years has had an important growth in coastal areas of Mexico. Several opinions exist about its center of origin; however, most of investigators coincide in pointing out Central America and Southern Mexico as the place where this species originated. At the present time, taxonomy specialists and botanists have not yet an agreement, due to the difficulty that seed presents and its post-harvest handling, which is little documented; Amorim *et al.* (2008) report that papaya seeds classification is in function of tolerance to drying and is closer to observed in orthodox seeds; also, Lesbel *et al.* (2000) mention that papaya emits several types of flowers with different proportion of females, males and hermaphrodite and each one originates a different type of fruit as for shape as for quality, mainly difficult seeds production and marketing among producers of this cultivation.

Papaya fruit is one of the most important nutritive cultivations in world's tropical and subtropical regions, which is used in commercial plantations or family orchards. According to FAO (2008) reports, main producer countries are: Brazil, Mexico, Nigeria, India and Indonesia; Mexico was located in second place of production at world level in year 2007, with 800 000 t and fourth place in harvested surface with 20 000 ha. Main producing states are: Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Colima, Jalisco, Guerrero and Tabasco, although is cultivated in 20 states of Mexico (SAGARPA-SIAP, 2008).

The most practical and commercial method in papaya cultivation is by sexual seed that is established in nurseries (Jiménez, 2002). At the present time, most of the companies dedicated to papaya seeds production use manual, mechanical, chemical and fermentation method to separate mucilage from seeds, although fermentation method together with putting into sun are considered rustic extraction methods, since they require two or three fermentation days, and from two to three hours in the sun, in consequence generating an unpleasant scent, bad appearance in seeds and viability affectation.

Mexico is beginning the first steps in papaya seed production, where few companies dedicated to marketing are focusing to seeds production; however, due several factors a lack of knowledge exist in this area which limits production, mainly related to post-harvest, since very little information related with fruit selection and collection, extraction, preparation and seed storage exists; Mederos (1991) mentions that when

México está iniciando los primeros pasos en la producción de semilla de papaya, donde pocas empresas dedicadas a la comercialización están enfocándose a la producción de semillas; sin embargo, existe gran desconocimiento en esta área por diversos factores que limitan la producción, principalmente relacionada a la poscosecha, ya que existe poca información relacionada con la selección y colecta del fruto, extracción, acondicionamiento y almacenamiento de semilla; Mederos (1991) menciona que cuando se utilizan semillas recién colectadas para la siembra el porcentaje de germinación es aceptable, pero disminuye rápidamente a medida que se alarga el momento de la siembra.

Debido a la carencia de información relacionada a las técnicas de extracción y manejo de poscosecha de semillas, existe una problemática en este rubro, que ha significado una reducción en la comercialización de semillas. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar seis tratamientos de extracción de semilla de papaya (*Carica papaya*) y sus efectos en la calidad fisiológica en semilla almacenada durante 90, 180 y 240 días bajo condiciones de refrigeración.

El trabajo de investigación se realizó en el laboratorio de producción de semillas del Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de Semillas, en el invernadero número uno de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAAN); la cual se encuentra ubicada a 25° 22" latitud norte y 101° 00" longitud oeste, con una altitud de 1 742 m. El invernadero es de tipo capilla, con cubierta de vidrio y luminosidad de 85 a 90%.

El material genético utilizado fueron frutos de papaya de la variedad Golden (Hawaina), con un grado de madurez 90%; se evaluaron seis tratamientos de extracción de semilla, siendo estos el ácido clorhídrico (HCl) a concentraciones de 0.3 y 0.5% durante una hora de reposo, ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) a 0.3% a hora y media de reposo, hipoclorito de sodio (NaClO) al 5% con media hora de reposo y fermentación a 48 y 72 h. Una vez transcurrido el tiempo de reposo se lavaron las semillas con agua potable, tallándole con las manos para eliminar el mucilago de la semilla.

El secado de las semillas fue bajo sombra a temperatura ambiente de laboratorio, hasta alcanzar 6% de contenido de humedad, la limpieza se hizo con un soplador “South Dakota” con una abertura de 5 cm, posteriormente fue almacenada a 4 °C durante 90, 180 y 240 días haciendo evaluaciones de germinación y vigor mediante las pruebas de tasa de crecimiento de plántula, longitud media del

for sowing recently collected seeds are used, germination percentage is acceptable, but quickly decreases as time of planting is delayed or extended.

Due to absence of information related to extraction techniques and post-harvest handling of seeds, a problem exists in this matter that has a reduction effect in seeds marketing. Therefore, aim of this investigation was to evaluate six extraction treatments for papaya seed (*Carica papaya*) and their effects in seed physiologic quality stored during 90, 180 and 240 days under refrigeration conditions.

The investigation work was carried out at seeds production laboratory from Center of Training and Development in Seeds Technology, in greenhouse number one of Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAAN); which is located at 25° 22" north latitude and 101° 00" west longitude, with an altitude of 1 742 m. Greenhouse is of chapel type, covered with glass and brightness from 85 to 90%.

The used genetic material was from papaya fruits Golden (Hawaina) variety, with a maturity grade of 90%; six treatments of seed extraction were evaluated, being these hydrochloric acid (HCl) at concentrations of 0.3 and 0.5% during one hour of rest, sulfuric acid ( $H_2SO_4$ ) at 0.3% at one and half hour of rest, sodium hypochlorite (NaClO) at 5% with 30 minutes of rest and fermentation at 48 and 72 h. Once rest time elapsed, seeds were washed with drinkable water, carving them by hands to eliminate seed mucilage.

Seeds drying was under shadow at ambient temperature of laboratory, until reaching 6% of humidity content, cleaning was made with a “South Dakota” blower with an opening of 5 cm, then it was stored at 4 °C during 90, 180 and 240 days making germination and vigor evaluations by means of seedling growth rate tests, average hypocotyl length (LMP), average radix length (LMR) and seedling dry weight (PSP) under greenhouse conditions. To accomplish this following lineal model was used.

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + a_i b_j + \epsilon_{ijk}$$

Where:  $Y_{ijk}$  = observed value;  $\mu$  = effect of general average;  $a_i$  = effect of  $i$ -th extraction;  $b_j$  = effect of  $j$ -th sampling;  $a_i b_j$  = effect of interaction of  $i$ -th extraction with the  $j$ -th sampling;  $\epsilon_{ijk}$  = experimental error.

hipocótilo (LMP), longitud media de radícula (LMR) y peso seco por plántula (PSP) bajo condiciones de invernadero. Para tal efecto se utilizó el siguiente modelo lineal.

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + a_i b_j + \epsilon_{ijk}$$

Donde:  $Y_{ijk}$ = valor observado;  $\mu$ = efecto de la media general;  $a_i$ = efecto de la  $i$ -ésima extracción;  $b_j$ = efecto del  $j$ -ésimo muestreo;  $a_i b_j$ = efecto de la interacción de la  $i$ -ésima extracción con el  $j$ -ésimo muestreo;  $\epsilon_{ijk}$ =error experimental.

Para el análisis de las variables, se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo bifactorial con tres repeticiones, así como pruebas de comparación de medias por diferencia mínima significativa (DMS) al nivel de probabilidad de 0.01, se utilizó el paquete estadístico SAS versión 6.0 (SAS, 1989).

El análisis de varianza (Cuadro 1) muestran que los métodos de extracción de semillas, tiempos de almacenamiento y la interacción extracción por almacenamiento evaluadas mediante las pruebas de germinación, longitud de hipocótilo y raíz, presentaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ); además, los períodos de almacenamiento en peso seco de plántula mostraron diferencias altamente significativas, la proporción de suma de cuadrados fue mayor en los períodos de almacenamiento que con los métodos de extracción, esto significa que la semilla tuvo un proceso de deterioro a través del tiempo de almacenamiento a pesar de contar con condiciones frías de 4 °C.

**Cuadro 1. Cuadrados medios y significancia de las variables evaluadas en semilla de papaya Golden.**  
**Table 1. Square means and significance of evaluated variables in Golden type papaya seed.**

FV	GL	Germinación (%)	Vigor		
			LMH (cm)	LMR (cm)	PSP (mg pl <sup>-1</sup> )
Extracción	5	144.51**	0.417**	1.972**	11.12
Muestreos	2	2005.8**	23.12**	127.8**	11676.5**
Extracción*muestreo	10	335.8**	0.305**	2.183**	13.48
Error	36	52.5	0.033	0.56	16.37
CV (%)		8.28	4.79	9.48	12.77

\*\*= altamente significativo (0.01% de probabilidad); GL= grados de libertad; CV= coeficiente de variación; LMH= longitud media de hipocótilo; LMR= longitud media de raíz; PSP= peso seco por plántula; pl= plántula.

De acuerdo a los resultados, la comparación de medias (DMS< 0.01), se observó que el porcentaje más alto de germinación fue para la extracción a base de HCl al 0.3%,

For analysis of variables, design totally random with bifactorial arrangement and three repetitions was used, as well as tests of comparison of averages for significant minimum difference (DMS) at level of probability of 0.01, statistical software SAS version 6.0 (SAS, 1989) was used.

Analysis of variance (Table 1) show that extraction methods of seeds, times of storage and interaction extraction per storage evaluated by means of germination tests, hypocotyl and root length, they showed highly significant differences ( $p \leq 0.01$ ); also, periods of storage in seedling dry weight showed highly significant differences, proportion of squares sum was greater in periods of storage than with extraction methods, this means that seed had a deterioration process through time of storage in spite of having freezing conditions of 4 °C.

According to results, comparison of averages (DMS<0.01), it was observed that highest percentage in germination was for extraction with help of HCl at 0.3%, with 93.3%, the following group was fermentation for 24 h, fermentation for 72 h, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> at 0.3% and HCl at 0.5% with 91.2, 87.2, 85.5 and 85%, respectively.

Pérez (2008) evaluated extraction methods and their effect in quality of Maradol type papaya seed, where it determined that hydrochloric acid did not affect seed physiological quality (germination and vigor), but exist greater exist greater easiness and less time during process of mucilage

removal; neither fermentation affects physiologic quality, but delays seedling emergence and it requires greater time in process of mucilage removal. The best samplings were

con un 93.3%, el siguiente grupo lo conformó fermentación por 24 h, fermentación por 72 h,  $H_2SO_4$  al 0.3% y HCl al 0.5% con 91.2, 87.2, 85.5 y 85%, respectivamente.

Pérez (2008) evaluó métodos de extracción y su efecto en la calidad de semilla de papaya Maradol, donde determinó que el ácido clorhídrico no afectó la calidad fisiológica (germinación y vigor) de la semilla, pero se tiene mayor facilidad y menor tiempo durante el proceso del desprendimiento del mucílago; tampoco la fermentación afecta la calidad fisiológica, pero retrasa la emergencia de la plántula y requiere mayor tiempo en el proceso de desprendimiento del mucílago. Los mejores muestreos fueron a 90 y 180 días con 93.3 y 93.8% de germinación, mientras que el muestreo realizado a 240 días obtuvo el valor más bajo con 75.3 por ciento (Cuadro 2).

at 90 and 180 days with 93.3 and 93.8 % germination, while sampling carried out at 240 days obtained lowest value with 75.3 percent (Table 2).

In interaction extractions per samplings can be observed in Figure 1, that in first sampling 90 days, extraction with NaClO at 5% was superior to rest of extractions with 98.3%, followed by extraction with help of HCl at 0.5% and  $H_2SO_4$  at 0.3% that presented 95% germination; while extractions with HCl at 0.3%, fermentation for 72 h and fermentation for 24 h were the techniques that obtained low values with 91.6, 91.6 and 88.3 percent. Viggiano *et al.* (2000) observed an increase of germination in papaya seeds with the use from NaClO at 0.5% for periods between 5 and 120 min, they also mention that product is cheap and of easy handling and lower risk of accidents in comparison to strong and concentrated acids.

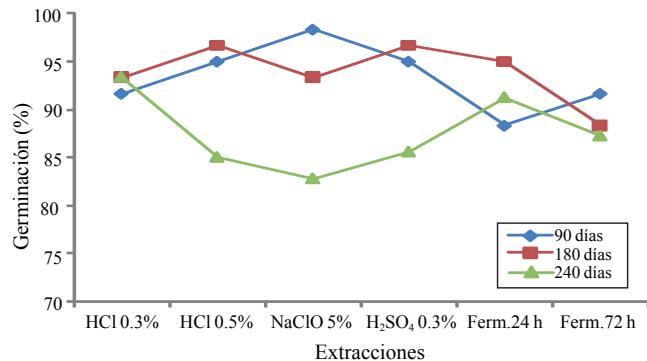
**Cuadro 2. Comparación de medias de las variables evaluadas en semilla de papaya Golden.**

**Table 2. Comparison of averages of evaluated variables in Golden type papaya seed.**

Actividad	Características	Germinación (%)	Vigor		
			LMH (cm)	LMR (cm)	PSP (mg pl <sup>-1</sup> )
Extracciones	HCl 0.3 %	93.3 A	3.83 BC	8.15 AB	31.27
	HCl 0.5 %	85 AB	3.62 C	7.64 AB	31.09
	NaClO 5 %	82.7 B	3.72 BC	7.43 B	31.76
	$H_2SO_4$ 0.3 %	85.5 AB	3.76 BC	7.42 B	31.01
	Fermentación 24 h	91.2 AB	3.86 B	8.57 A	33.88
	Fermentación 72 h	87.2 AB	4.24 A	8.15 AB	31.08
Muestreos	90 días	93.3 A	4.82 A	9.91 A	60.33 A
	180 días	93.8 A	4.1 B	8.89 B	23.13 B
	240 días	75.3 AB	2.6 C	4.87 C	11.59 C

Valores con las mismas letras dentro de cada columna son estadísticamente iguales ( $p \leq 0.01$ ); LMH= longitud media de hipocótilo; LMR= longitud media de raíz; PSP= peso seco por plántula; pl= plántula.

En la interacción extracciones por muestreos se puede observar en la Figura 1, que en el primer muestreo 90 días), la extracción con NaClO al 5% fue superior al resto de las extracciones con 98.3%, seguido de la extracción a base de HCl al 0.5% y  $H_2SO_4$  al 0.3%, que presentaron 95% de germinación; mientras las extracciones con HCl al 0.3%, fermentación por 72 h y fermentación por 24 h fueron las que obtuvieron los valores bajos con 91.6, 91.6 y 88.3 por ciento. Viggiano *et al.* (2000), observaron un aumento de la germinación en semillas de papaya con el uso de NaClO al 0.5% por períodos entre 5 y 120 min, también mencionan que el producto es barato y de fácil manejo y menor riesgo de accidentes en comparación a los ácidos fuertes y concentrados.



**Figura 1. Porcentaje de germinación en semilla de papaya Golden almacenada durante 240 días bajo refrigeración.**

**Figure 1. Germination percentage in Golden type papaya seed stored during 240 days under refrigeration.**

En el segundo muestreo (180 días) se observó que la extracción con HCl al 0.3%, HCl al 0.5%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 0.3% y fermentación por 24 h tienden a incrementar el porcentaje de germinación en comparación al primer muestreo (90 días), esto se atribuye que la semilla salió del periodo de latencia durante el almacenamiento, lo cual coincide con Tokuhisa *et al.* (2007), quienes mencionan que un almacenamiento de semillas por un periodo de tres a seis meses, es eficiente para superar la dormancia de semillas de papaya.

La semilla extraída a base de NaClO al 5% y fermentación por 72 h, la germinación disminuyó en el segundo muestreo (180 días de almacenamiento), esto se debió posiblemente que el método de extracción provocó un daño a la semilla, en el caso del NaClO provocó escarificación dañando parte de las estructuras esenciales de la semilla. En el tercer muestreo (240 días), las extracciones a base de HCl al 0.3%, fermentación a 24 h y fermentación a 72 h se mantienen con el mismo porcentaje de germinación al muestreo anterior, a diferencia de las extracciones con HCl al 0.5%, NaClO al 5% y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 0.3%, en donde la germinación bajo hasta en un 11 por ciento. Lo anterior coincide con Duffus y Slaugther (1985), quienes reportan que cualquiera que sea la semilla y cualesquiera que sean las condiciones de almacenamiento, se observa que la viabilidad de una muestra de semillas permanece razonablemente estática por un tiempo y después empieza a declinar hasta que ninguna germina.

Para el caso de vigor, las extracciones a base de HCl al 0.3% y fermentación por 24 y 72 h fueron superiores al resto de las extracciones, ya que mostraron los mejores comportamientos en longitud media de hipocótilo (3.83, 3.86 y 4.24 cm) respectivamente, y longitud media de raíz (8.15, 8.15 y 8.57 cm) respectivamente, para peso seco de plántula, todas las extracciones tuvieron un comportamiento muy similar, siendo superior la extracción con fermentación por 24 h con 33.88 mg pl<sup>-1</sup>.

Las Figuras 2, 3 y 4 muestran la interacción de extracciones por muestreos donde se puede observar que la semilla obtenida en los diferentes métodos de extracción tienen un comportamiento muy semejante, ya que estas van disminuyendo su vigor conforme se prolonga el tiempo de almacenamiento; sin embargo, en el caso de la extracción a base de HCl al 0.3%, fermentación por 24 y 72 h el deterioro es más lento.

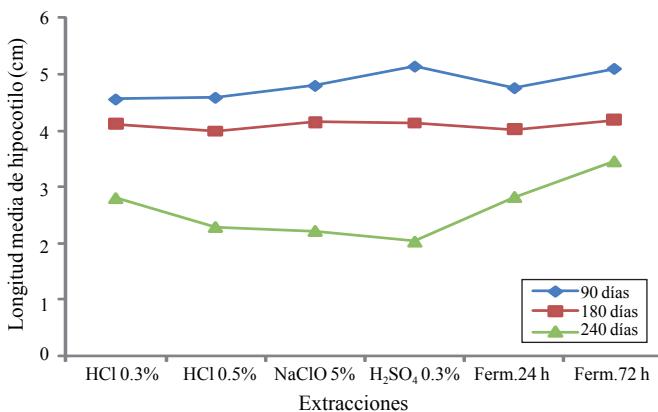
In second sampling (180 days) it was observed that extraction with HCl at 0.3%, HCl at 0.5%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> at 0.3% and fermentation for 24 h tends to increase germination percentage in comparison to first sampling (90 days), this is attributed to that seed left latency period during storage, which coincides with Tokuhisa *et al.* (2007) who mention that storage of seeds for a period of three to six months, is efficient to overcome dormancy of papaya seeds.

In seed extracted with help of NaClO at 5% and fermentation for 72 h, germination diminished in the second sampling (180 days of storage), this is possibly due to that extraction method caused a damage to seed, in case of NaClO it caused scarification damaging part of seed's essential structures. In third sampling (240 days), extractions with help of HCl at 0.3%, fermentation at 24 h and fermentation at 72 h are kept with same germination percent to previous sampling, contrary to extractions with HCl at 0.5%, NaClO to 5% and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> at 0.3% where germination diminished up to 11 percent. The above-mentioned coincides with Duffus and Slaugther (1985) who report that no matter which seed is and under any storage conditions, is observed that viability of seeds sample remains reasonably static during an elapsed time and then it begins to decline until none germinates.

For the case of vigor, extractions with help of HCl at 0.3% and fermentation for 24 and 72 h were superior to rest of extractions, since they showed best behaviors in average hypocotyl length (3.83, 3.86 and 4.24 cm respectively), and average root length (8.15, 8.15 and 8.57 cm respectively), for seedling dry weight, all extractions had a very similar behavior, being superior extraction with fermentation for 24 h with 33.88 mg pl<sup>-1</sup>.

Figures 2, 3 and 4 show interaction of extractions for samplings where can be observed that seeds obtained from different extraction methods have very similar behavior, since these diminish their vigor as storage time increases; however, in case of extraction with help of HCl to 0.3%, fermentation for 24 and 72 h deterioration is slower.

These results coincide with Semillas del Caribe (2003) who mention that papaya seed is very sensitive to changes of temperature and humidity, such changes cause a progressive decrease of viability and of percentage of germination, then should be conserved shortest time possible under conditions of prevalent environment. In a work carried out by Ríos (1996) reports that method and extraction time affects seeds germination and vigor. According to these results, extractions with help of HCl at 0.5%, NaClO at 0.3% and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>



**Figura 2. Longitud media de hipocótilo en semilla de papaya Golden almacenada durante 240 días bajo refrigeración.**

**Figure 2. Average hypocotyl length in Golden type papaya seed stored during 240 days under refrigeration.**

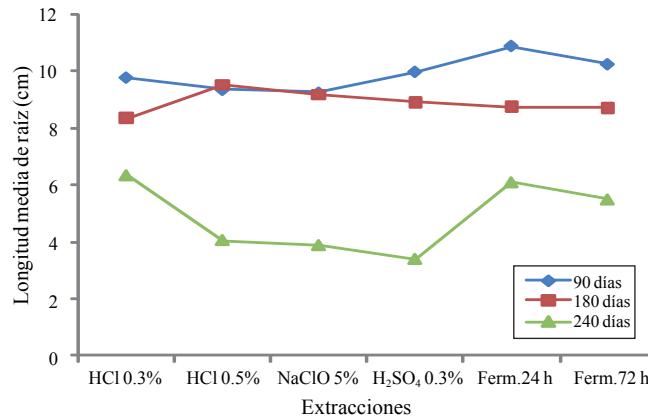
Estos resultados coinciden con Semillas del Caribe (2003), quienes mencionan que la semilla de papaya es muy sensible a los cambios de temperatura y humedad, dichos cambios causan una disminución progresiva de la viabilidad y el porcentaje de germinación de la misma, por lo que se debe de conservar el menor tiempo posible bajo las condiciones del medio ambiente prevaleciente.

En un trabajo realizado por Ríos (1996) reporta que el método y tiempo de extracción afecta la germinación y vigor de las semillas.

De acuerdo a estos resultados, las extracciones a base de HCl al 0.5 %, NaClO al 0.3 % y H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tienen un efecto mayor en el deterioro de la semilla, ya que después de seis meses de almacenamiento la germinación y vigor tienden a disminuir rápidamente.

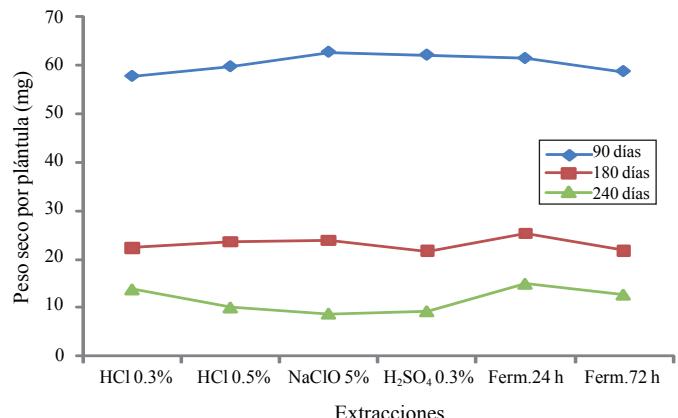
La calidad fisiológica de la semilla se ve afectada por los efectos de deterioro que causa el tiempo de almacenamiento, así como el método de extracción utilizado para la obtención de la semilla. La semilla conserva su calidad fisiológica hasta 240 días de almacenamiento; sin embargo, el método de extracción es determinante en la calidad y longevidad de la semilla.

En este estudio, se recomienda la extracción a base de HCl al 0.3%, y fermentación por 24 h, ya que se requiere menor tiempo y la longevidad de la semilla se mantiene estable hasta los 240 días de almacenamiento, a diferencia de la fermentación donde el tiempo de extracción es mayor.



**Figura 3. Longitud media de raíz en semilla de papaya Golden almacenada durante 240 días bajo refrigeración.**

**Figure 3. Average root length in Golden type papaya seed stored during 240 days under refrigeration.**



**Figura 4. Peso seco por plántula en semilla de papaya Golden almacenada durante 240 días bajo refrigeración.**

**Figure 4. Dry weight per seedling in Golden type papaya seed stored during 240 days under refrigeration.**

have greater effect in seed deterioration, since after six months of storage germination and vigor tend to quickly diminish. Seed physiologic quality is affected by deterioration an effect that causes duration of storage, as well as extraction method used for obtaining seed. Seed keeps its physiologic quality up to 240 days of storage; however, extraction method is decisive in seed quality and longevity. In this study, extraction is recommended with help of HCl at 0.3%, and fermentation for 24 h, since shorter time is required and the longevity of seed stays stable until 240 days of storage, contrary to fermentation where extraction time is longer.

*End of the English version*



## LITERATURA CITADA

- Amorim, B. P.; Oliveira, C. V.; Ferreira, S. R.; Fontes, A. E.; Lima, T. J. y Ramos, O. M. 2008. Qualidade fisiológica de semente de mamão em função da secagem e do armazenamento. Pelotas, Brasil. Revista Brasileira de Sementes. 30(1):40-48.
- Duffus, C. y Slaughter, C. 1985. Las semillas y sus usos. Editorial AGT. México. 50:84-89.
- Jiménez, D. J. 2002. El cultivo de la papaya hawaiana. 1<sup>ra</sup>. Edición. Editorial EARTH. Costa Rica. 16 p.
- Lesbel, C. L.; Alberto, M. L. y Aranguren, G. M. 2000. Fundamentos teóricos-prácticos sobre el cultivo y cosecha de la papaya (*Carica papaya* L.). 1<sup>ra</sup>. Edición. Editorial Universitaria del Ministerio de Educación Superior. Cuba. 6-7 pp.
- Mederos, E. 1991. Fruticultura. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 94 p.
- Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2008. Producción mundial de papaya URL: <http://www.fao.org>.
- Pérez, C. S. 2008. Evaluación de métodos de extracción de semillas de papaya (*Carica papaya*) y su efecto en la calidad. Tesis de Licenciatura de la UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 36-49 pp.
- Ríos, C. H. J. 1996. Métodos de extracción y calidad de semilla en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). Tesis de Maestría UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 43-47 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)-Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2008. Producción nacional de papaya. URL: [http://www\\_siap.sagarpa.gob.mx](http://www_siap.sagarpa.gob.mx).
- Semillas del Caribe. 2003. Metodología para sembrar la semilla. URL: <http://www.semillasdelcaribe.com>.
- Tokuohisa, D.; Fernández, S. D.; Mantovani, A. E.; Santos, D. L. y David, M. L. 2007. Tratamentos para superação da dormência em sementes de mamão. Pelotas, Brasil. Revista Brasileira de Sementes. 29(1):131-139.
- Viggiano, J. R.; Silva, R. F. y Vieira, H. D. 2000. Ocorrência de dormência em sementes de mamão (*Carica papaya* L.). Pelotas, Brasil. Sementes Online. 1(1):6-10.